

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (19), 2026

ISSN (Print): 2687-1246, ISSN (Online): 2687-1254

«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ»

Научно-практический журнал по направлениям:

Агрономия, лесное и водное хозяйство.

Зоотехния и ветеринария.

ISSN (Print): 2687-1246,

ISSN (Online): 2687-1254

Основан в 2003 году. Выходит один раз в квартал

Журнал включен в перечень ВАК для публикаций основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ). «Свободная цена»

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский ФНАЦ»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Кулинцев Валерий Владимирович

Доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, научный руководитель ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Паржанов Жанибек Ануарбекович

Академик академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, профессор кафедры химии и биологии Шымкентского университета (г. Шымкент, Казахстан).

Газиев Адхам

Доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, зав. отделом разведения и племенного дела каракульских овец Узбекского научно-исследовательского института каракулеводства и экологии пустынь (г. Самарканд, Узбекистан).

Власенко Анатолий Николаевич

Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной академии Монголии, главный научный сотрудник ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий» (г. Новосибирск, Россия).

Клименко Александр Иванович

Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (г. Ростов-на-Дону, Россия).

Мирошников Сергей Александрович

Член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук, и.о. ректора ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Россия).

Халилов Магомеднур Бурганудинович

Кандидат технических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, профессор кафедры технических систем и цифрового сервиса ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ (г. Махачкала, Россия).

AGRICULTURAL JOURNAL

Research and practice journal in the following fields of study:

Agronomy, forestry and water industry.

Zootechny and veterinary science.

ISSN (Print): 2687-1246,

ISSN (Online): 2687-1254

Founded in 2003. Published quarterly.

The journal is included in the list of the Higher Attestation Commission for the publication of the main scientific results of dissertations on the search for academic degrees of doctor and Candidate of Sciences. It is registered in the Russian Science Citation Index (RSCI). «Free price»

Founder:

Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus FARC"

CHIEF EDITOR:

Kulintsev Valeriy Vladimirovich

Doctor of Agricultural Sciences, Honoured Worker of Agriculture of the Russian Federation, Director of the FSBSI "North Caucasus Federal Agricultural Research Center" (Stavropol, Russia).

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Parzhanov Zhanibek Anuarbekovich

Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Chemistry and Biology of Shymkent University (Shymkent, Kazakhstan).

Gaziev Adkham

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Karakul Sheep Breeding and Pedigree Work of the Uzbek Research Institute of Karakul Sheep Breeding and Ecology of Deserts (Samarkand, Uzbekistan).

Vlasenko Anatoly Nikolaevich

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Mongolia, Chief Researcher of FSBSI "Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies" (Novosibirsk, Russia).

Klimenko Aleksandr Ivanovich

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Director of the FSBSI "Federal Rostov Agricultural Research Center" (Rostov-on-Don, Russia).

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Acting Rector of FSBEI HE Orenburg State University (Orenburg, Russia).

Khalilov Magomednur Burganudinovich

Candidate of Technical Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the FSBEI HE Dagestan State Agrarian University (Makhachkala, Russia).

Косилов Владимир Иванович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург, Россия).

Белобров Виктор Петрович

Доктор сельскохозяйственных наук, заведующий межинститутского отдела по изучению чернозёмных почв ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (г. Москва, Россия).

Молчанов Алексей Вячеславович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова (г. Саратов, Россия).

Есаулко Александр Николаевич

Профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (г. Ставрополь, Россия).

Оробец Владимир Александрович

Доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой терапии и фармакологии ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет (г. Ставрополь, Россия).

Годунова Евгения Ивановна

Доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории экологии почв ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Колесников Владимир Иванович

Доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории ветеринарной медицины ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Дридигер Виктор Корнеевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Ерошенко Федор Владимирович

Доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии растений ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Ковтун Виктор Иванович

Доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, главный научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (г. Ставрополь, Россия).

Kosilov Vladimir Ivanovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, FSBEI HE Orenburg State Agrarian University (Orenburg, Russia).

Belobrov Viktor Petrovich

Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Inter-Institutional Department of the Study of Chernozem Soils of the FSBSI Federal Research Center “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute” (Moscow, Russia).

Molchanov Aleksey Vyacheslavovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, FSBEI HE Saratov State Vavilov Agrarian University (Saratov, Russia).

Esaulko Aleksandr Nikolaevich

Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, FSBEI HE Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russia).

Orobets Vladimir Aleksandrovich

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Internal Medicine and Pharmacology, FSBEI HE Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russia).

Godunova Evgeniya Ivanovna

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Soil Ecology Laboratory of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Kolesnikov Vladimir Ivanovich

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Veterinary Medicine of All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Dridiger Viktor Korneevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Crop Growing of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Eroshenko Fedor Vladimirovich

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Plant Physiology, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Kovtun Victor Ivanovich

Doctor of Agricultural Sciences, Honoured Worker of Agriculture of the Russian Federation, Chief Researcher of the Laboratory of Selective Breeding and Primary Seed Breeding of Winter Wheat of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Айбазов Али-Магомет Мусаевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией воспроизводства и репродуктивных технологий ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Кузыченко Юрий Алексеевич

Доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Абдурасулов Абдугани Халмурзаевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины и биотехнологии Ошского государственного университета, член МАНЭБ, член РАЕ (г. Ош, Киргизия)

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

Погодаев Владимир Аникеевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник лаборатории разведения и селекции сельскохозяйственных животных ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Бобрышова Галина Тимофеевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (г. Ставрополь, Россия)

Корректор

Аниско Инна Владимировна

Переводчик

Шевякина Светлана Васильевна

Технический редактор

Шевченко Галина Григорьевна.

Адрес издательства:

356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49 (Россия)

Тел: (8652)611-773, (86553)2-32-98,

факс: (86553)2-32-97, ret nec.canf@ofni

Информация о журнале и правила оформления статей размещены на <https://fnac.center>

Адрес редакции и типографии:

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15

Тел. 8(8652) 71-81-22 (Россия)

vniiok@fnac.center

Регистрационный номер ПИ № ФС77-83012

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (от 31 марта 2022 года) (РОСКОМНАДЗОР)

Aibazov Ali-Magomet Musaevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Reproduction and Reproductive Technologies of All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Kuzychenko Yuriy Alekseevich

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Crop Growing of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Abdurasulov A. K.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine and Biotechnology Osh State University, member of International Academy of Ecology and Life Protection Sciences, member of RANH (Osh, Kyrgyzstan)

EXECUTIVE EDITOR:

Pogodaev Vladimir Anikeevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Laboratory of Breeding and Selection of Farm Animals of All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

EXECUTIVE SECRETARY:

Bobryshova Galina Timofeevna

Candidate of Agricultural Sciences, associate professor (Stavropol, Russia)

Proofreader:

Anisko I.V.

Translator:

Shevyakina S.V.

Technical editor:

Shevchenko G.G.

Address of the publishing house:

356241, Stavropol Territory, Shpakovsky district, Mikhailovsk, 49 Nikonov Street (Russia)

Tel: (8652)611-773; (86553) 2-32-98;

fax: (86553) 2-32-97, ret nec.canf@ofni

Information on the journal and article submission guidelines are available at <https://fnac.center>

Address of the editorial office and

printing house:

355017, Stavropol, Zootekhnicheskiiy, 15

Tel: (8652) 71-81-22 (Russia) vniiok@fnac.center

Registration number ПИ № ФС77-83012

It is registered by Federal Service for Supervision in Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications (от 31 марта 2022 года) (ROSKOMNADZOR)

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 4-14
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 4-14

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК 633.11«324»:631.524.84/.85

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.1.19.2026

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО УРОЖАЙНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Яна Олеговна Козелец, Ирина Ивановна Михайленко,
Игорь Олегович Шестопапов**

ФГБНУ «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук», Россия, г. Белгород, e-mail: ya.o.kozelets@mail.ru; ira-mik86@yandex.ru; ig.shestopalov@yandex.ru

Аннотация. Проведена комплексная оценка 13 сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения по урожайности, высоте растений и параметрам адаптивности. Цель работы – выделить генотипы, сочетающие высокую продуктивность со стабильностью в условиях достаточного и избыточного увлажнения. Исследования выполнялись в 2020–2022 годах на опытном поле Белгородского ФАНЦ РАН (Белгородская область, х. Гонки) при гидротермических коэффициентах вегетационных периодов 1,21–1,62. Установлено, что по высоте растений сорта Волжская 100, Альмера и Синтетик обладают наибольшей гомеостатичностью ($Hom = 25,7; 16,8; 14,2$ соответственно). По средней урожайности выделены три группы: высокопродуктивные – Синтетик (64,7 ц/га), Волжская 100 (64,5 ц/га) и Ольшанка (64,1 ц/га); среднепродуктивные (56,2–60,6 ц/га) и низкопродуктивные (50,0–54,0 ц/га). Наилучшее сочетание пластичности и стабильности ($bi = 0,96; Sd^2 = 6,3$) при максимальной селекционной ценности ($Sc = 52,2$) продемонстрировал сорт Волжская 100. Выявлена положительная корреляция высоты растений с урожайностью в стрессовом 2021 году ($r = 0,41; p < 0,05$), что указывает на адаптивное преимущество более высокорослых генотипов в условиях, лимитированных не засухой. Для производства в Центральном-Черноземном регионе рекомендованы сорта Волжская 100, Синтетик и Ольшанка; в качестве источников хозяйственно ценных признаков для селекции – Волжская 100 (стабильность), Синтетик и Ольшанка (продуктивность), Альмера (гомеостатичность).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, высота растений, пластичность, стабильность, селекционная ценность, гомеостатичность, корреляция.

Для цитирования: Козелец Я. О., Михайленко И. И., Шестопапов И. О. Оценка сортов озимой пшеницы по урожайности и стабильности в условиях Белгородской области // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 4-14.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.1.19.2026

Agronomy, forestry and water industry

Original article

EVALUATION OF WINTER WHEAT VARIETIES FOR YIELD AND STABILITY
UNDER THE CONDITIONS OF BELGOROD REGION

Yana O. Kozelets, Irina I. Mikhailenko, Igor O. Shestopalov

FSBSI “Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”,
Russia, Belgorod, e-mail: ya.o.kozelets@mail.ru; ira-mik86@yandex.ru;
ig.shestopalov@yandex.ru

Abstract. A comprehensive evaluation of 13 winter soft wheat varieties of various ecological and geographical origins was carried out focusing on yield, plant height, and adaptability parameters. The aim was to identify genotypes combining high productivity with stability under conditions of sufficient and excessive moisture. The research was conducted in 2020–2022 at the experimental field of the Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Belgorod region, Gonki farm) with hydrothermal coefficients of the growing seasons ranging from 1,21 to 1,62. It was found that varieties Volzhskaya 100, Almera, and Sintetik possessed the highest homeostatic capacity for plant height ($H_{om} = 25,7; 16,8; \text{ and } 14,2$, respectively). Based on average yield, three groups were distinguished: high-productive Sintetik (64.7 dt /ha), Volzhskaya 100 (64,5 dt /ha), and Olshanka (64,1 dt /ha); medium-productive (56,2–60,6 dt /ha); and low-productive (50,0–54,0 dt /ha). The variety Volzhskaya 100 demonstrated the best combination of plasticity and stability ($b_i = 0,96$; $S_d^2 = 6,3$) with the highest breeding value ($S_c = 52,2$). A positive correlation between plant height and yield was revealed in the stressful year 2021 ($r = 0,41$; $p < 0,05$), indicating an adaptive advantage of taller genotypes under conditions, which were not limited by drought. The varieties Volzhskaya 100, Sintetik, and Olshanka are recommended for production in the Central Chernozem Region; Volzhskaya 100 (stability), Sintetik and Olshanka (productivity), and Almera (homeostatic capacity) are recommended as sources of valuable traits for breeding.

Keywords: winter wheat, variety, yield, plant height, plasticity, stability, breeding value, homeostatic capacity, correlation.

For citation: Kozelets Ya. O., Mikhailenko I. I., Shestopalov I. O. Evaluation of winter wheat varieties for yield and stability under the conditions of Belgorod Region // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 4-14. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.1.19.2026

Введение. Озимая мягкая пшеница является стратегической зерновой культурой, обеспечивающей продовольственную безопасность Российской Федерации. В агрономической структуре Центрально-Чернозёмного региона она занимает лидирующие позиции, генерируя от 35 до 40 % общего урожая зерновых, тем не менее продуктивность данной культуры в существенной мере ограничивается изменчивостью климатических условий, проявляющейся в участившихся периодах весенне-летних засух, спонтанных заморозках и избыточном увлажнении почвы на различных этапах вегетационного периода. [1-2].

В современной селекции приоритетное значение приобретает создание сортов, обладающих не только высоким потенциалом продуктивности, но и широкой экологической адаптивностью – способностью стабильно реализовывать этот потенциал в варьирующих агроклиматических условиях [3–5]. В этой связи возрастает роль комплексной оценки существующих сортов по комплексу хозяйственно ценных признаков

с применением параметрических методов, позволяющих количественно охарактеризовать пластичность, стабильность и гомеостатичность генотипов [6–8].

Высота растений относится к числу важных морфофизиологических признаков, определяющих устойчивость агроценоза к полеганию и архитектонику посева [9]. Несмотря на кажущуюся изученность, реакция современных сортов озимой пшеницы на варьирование условий среды по данному признаку в условиях достаточного и избыточного увлажнения исследована недостаточно [10]. Ещё более актуальным остаётся вопрос о сопряжённости ростовых параметров с продуктивностью и её стабильностью в условиях, лимитируемых не столько влагообеспеченностью, сколько комплексом иных биотических и абиотических стрессоров [11].

Цель работы – провести сравнительную оценку сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения по высоте растений и урожайности зерна, рассчитать параметры их экологической пластичности, стабильности, гомеостатичности и селекционной ценности, а также выявить взаимосвязи между изученными признаками в метеорологических условиях 2020–2022 годов (ГТК = 1,21–1,62).

Материал и методы исследований. В период с 2020 по 2022 год на экспериментальном участке лаборатории селекции озимой пшеницы Федерального аграрного научного центра РАН, расположенном в Белгородской области, х. Гонки, были проведены исследования. Объектом изучения стали 13 сортов мягкой озимой пшеницы: Альмера (стандарт), Селянка одесская, Синтетик, Ариадна, Волжская 100, Богданка, Корочанка, Северодонецкая Юбилейная, Везёлка, Казачья, Софийка, Ольшанка, Льговская 4. Учётная площадь делянки составила 20 м², повторность опыта – 4-кратная. Посев осуществлялся из расчёта 5,5 миллиона всхожих семян на гектар. Предшественник – чёрный пар.

Высоту растений измеряли в фазе полной спелости на 10 растениях каждого сорта в 4-кратной повторности. Урожайность учитывали поделяночным методом с пересчётом на 14 %-ную влажность.

Статистическая обработка выполнена методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов (пакеты Statistica 10, Microsoft Office 2010). Параметры экологической пластичности (b_i) и стабильности (S_d^2) рассчитывали по методике Eberhart S. A., Russell W. A. [12]. Гомеостатичность (H_{om}) и селекционную ценность генотипа (S_c) определяли по В. В. Хангильдину [13]. Достоверность различий оценивали по наименьшей существенной разнице ($НСР_{05}$) и t -критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. Высота растений – важный адаптивный признак, определяющий устойчивость к полеганию и конкурентную способность агроценоза. В таблице 1 представлены результаты многолетней оценки высоты стеблестоя изученных сортов.

Анализ таблицы 1 выявил существенную межгодовую изменчивость признака при гидротермических коэффициентах (ГТК) вегетационных периодов, составивших в 2020 году 1,62 (избыточно влажный), в 2021 году – 1,21 (достаточное увлажнение) и в 2022 году – 1,28 (влажный). Несмотря на отсутствие дефицита влаги во все годы исследований, средняя высота стеблестоя в 2021 году оказалась минимальной – $92,8 \pm 2,2$ см, что на 17,4 % ниже уровня 2020 года ($112,3 \pm 2,2$ см) и на 23,4 % – показателя 2022 года ($121,2 \pm 2,0$ см). Такое синхронное снижение ростовых процессов у всех генотипов на фоне ГТК = 1,21 однозначно указывает на действие иных лимитирующих факторов.

Таблица 1
Высота растений сортов озимой мягкой пшеницы и параметры вариабельности

Table 1
Plant height of winter soft wheat varieties and variability parameters

Сорт	Высота растений, см				CV, %	Ном
	2020 год	2021 год	2022 год	среднее		
Альмера	108	95	110	104,3	6,2	16,8
Селянка одесская	107	97	120	108,0	8,9	12,1
Синтетик	112	96	115	107,7	7,6	14,2
Ариадна	110	93	130	111,0	13,4	8,3
Волжская 100	122	110	115	115,7	4,5	25,7
Богданка	102	85	125	104,0	15,5	6,7
Корочанка	123	99	125	115,7	10,1	11,5
Северодонецкая Юбилейная	102	95	130	109,0	14,0	7,8
Везёлка	124	96	130	116,7	12,0	9,7
Казачья	106	92	125	107,7	12,4	8,7
Софийка	115	79	120	104,7	17,4	6,0
Ольшанка	120	88	120	109,3	13,8	7,9
Льговская 4	109	82	110	100,3	13,0	7,7
Среднее	112,3±2,2	92,8±2,2	121,2±2,0	108,8±1,4	—	—
НСР ₀₅	—	—	—	12,0	—	—
НСР ₀₅ (сорт)	—	—	—	F _φ = 1,46 F ₀₅ = 2,18	—	—
<i>Примечание – CV – коэффициент вариации по годам; Ном – показатель гомеостатичности (по Хангильдину)</i>						

Средняя за три года высота растений варьировала в пределах от 100,3 (Льговская 4) до 116,7 см (Везёлка). Разность между крайними вариантами насчитывала 16,4 см. Вся совокупность изученных сортов по данному признаку может быть условно разделена на три группы:

1. низкорослые сорта (100–105 см): Льговская 4, Богданка, Альмера, Софийка. Эти генотипы представляют интерес для селекции на устойчивость к полеганию и пригодны для интенсивных технологий возделывания с высокими дозами минерального питания;

2. среднерослые сорта (106–111 см): Селянка одесская, Синтетик, Ариадна, Северодонецкая Юбилейная, Казачья, Ольшанка. Данная группа объединяет большинство изученных генотипов и отражает типичный для региона морфотип;

3. высокорослые сорта (112–117 см): Волжская 100, Корочанка, Везёлка. Высокорослость в условиях недостаточного увлажнения может выступать положительным фактором, обеспечивающим лучшее размещение ассимиляционной поверхности и конкурентные преимущества за свет, однако одновременно повышает риск полегания при ливневых осадках и сильных ветрах в период налива зерна.

Коэффициент вариации (CV), рассчитанный по годам для каждого сорта, позволяет оценить степень фенотипической стабильности высоты растений. Наименьшей

изменчивостью характеризовались сорта Волжская 100 (4,5 %), Альмера (6,2 %) и Синтетик (7,6 %). Столь низкая вариабельность свидетельствует о высокой гомеостатичности данных генотипов по ростовым процессам: они слабо реагируют на колебания метеоусловий, сохраняя характерную для сорта высоту. Такая стабильность особенно ценна при создании гибридов с заданными параметрами роста, предназначенных для возделывания в различных агроклиматических зонах. Максимальная вариабельность признака отмечена у сортов Софийка ($CV = 17,4\%$), Богданка (15,5 %) и Северодонецкая Юбилейная (14,0 %). Высокий CV ($> 13\%$) указывает на существенную модификационную изменчивость и сильную зависимость ростовых реакций от внешних условий. Такие сорта требуют строгого соблюдения агротехники и не гарантируют сохранения морфоструктуры в нестабильной среде. В среднем по выборке CV составил 11,2 %, что характерно для количественных признаков, подверженных значительному средовому контролю.

Показатель гомеостатичности (Ном) по Хангильдину объединяет в себе среднее арифметическое значение признака и его вариабельность. Чем выше Ном, тем лучше генотип сочетает высокое проявление признака с его стабильностью. Установлен широкий размах Ном – от 6,0 (Софийка) до 25,7 (Волжская 100). Наибольшая гомеостатичность отмечена у сорта Волжская 100 (Ном = 25,7), что обусловлено как максимальной для своей группы высотой (115,7 см), так и рекордно низкой вариабельностью ($CV = 4,5\%$). Данный генотип может служить эталоном морфобиологической стабильности. Высокая гомеостатичность (Ном > 14) характерна также для Альмера (16,8) и Синтетика (14,2). Эти сорта сохраняют преимущества по высоте в различных условиях. Пониженная гомеостатичность (Ном < 9) свойственна Богданке (6,7), Северодонецкой Юбилейной (7,8), Ольшанке (7,9), Льговской 4 (7,7), Казачьей (8,7), Ариадне (8,3) и особенно Софийке (6,0). Низкие значения Ном у данных сортов указывают на слабую буферность генотипов по изучаемому признаку. Таким образом, только три сорта – Волжская 100, Альмера и Синтетик – могут быть признаны гомеостатичными по признаку «высота растений», то есть их следует использовать в селекции на стабильность морфологических признаков. Остальные генотипы существенно уступают им по данному комплексному параметру. Несмотря на отсутствие достоверных различий, выделяются сорта, устойчиво сохраняющие высокий ростовой потенциал в разные годы, – Волжская 100, Корочанка, Везёлка. Они могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для создания сортов с повышенной конкурентной способностью.

Урожайность – интегральный селекционно значимый признак, отражающий реализацию адаптивного потенциала сорта в конкретных агроклиматических условиях. В таблице 2 систематизированы данные по продуктивности изученных генотипов.

Все три года исследований характеризуются уровнем увлажнения выше средне-многолетней нормы ($ГТК > 1,0$). При этом 2020 год отличался избыточным увлажнением, 2021 и 2022 годы – оптимальным или близким к оптимальному. Таким образом, в период вегетации озимой пшеницы дефицит влаги отсутствовал, а лимитирующими факторами продуктивности могли выступать переувлажнение почвы в 2020 году, фитопатологическая нагрузка, неравномерность выпадения осадков, температурный режим или агротехнические причины.

Таблица 2

Урожайность зерна сортов озимой мягкой пшеницы, ц/га (2020–2022 гг.)
и статистические показатели

Table 2

Grain yield of winter soft wheat varieties, dt/ha (2020–2022) and statistical parameters

Сорт	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее, ц/га	±st, ц/га	Группа*
Альмера	84,3	24,4	73,2	60,6	–	II
Селянка одесская	75,7	23,0	61,2	53,3	-7,3	III
Синтетик	84,9	33,7	75,6	64,7	+4,1	I
Ариадна	78,4	30,6	68,1	59,0	-1,6	II
Волжская 100	84,2	41,3	68,1	64,5	+3,9	I
Богданка	75,4	28,9	69,9	58,1	-2,5	II
Корочанка	74,7	28,9	71,1	58,2	-2,4	II
Северодонецкая Юбилейная	72,1	21,6	68,2	54,0	-6,6	III
Везёлка	77,9	21,6	71,7	57,1	-3,5	II
Казачья	75,8	33,6	67,0	58,8	-1,8	II
Софийка	63,6	21,1	65,2	50,0	-10,6	III
Ольшанка	75,6	34,7	82,0	64,1	+3,5	I
Льговская 4	70,6	30,2	67,8	56,2	-4,4	II–III
Среднее	76,4±1,6	28,7±1,7	69,9±1,4	58,4±1,2	–	–
НСР ₀₅	6,8	4,2	7,1	7,5	–	–
F _ф (сорт)	2,56*	2,88*	2,19*	3,00*	–	–
<i>Примечание – * различия достоверны при p < 0,05; I – высокопродуктивная, II – среднепродуктивная, III – низкопродуктивная группа</i>						

Несмотря на благоприятный влажностный режим всех трёх лет, урожайность зерна в 2021 году оказалась аномально низкой (средняя по опыту 28,7 ц/га), что составляло всего 37,6 % от уровня 2020 года (76,4 ц/га) и 41,1 % от уровня 2022 года (69,9 ц/га). Данный факт не может быть объяснён недостатком влаги (ГТК = 1,21) и указывает на действие иных стрессоров – заморозки, переувлажнение.

Средняя за три года урожайность стандартного сорта Альмера составила 60,6 ц/га. Достоверное превышение стандарта не зафиксировано ни у одного сорта, так как максимальные прибавки (Синтетик +4,1 ц/га, Волжская 100 +3,9 ц/га, Волна +3,5 ц/га) не достигают величины НСР₀₅ для средних (7,5 ц/га). Однако устойчиво высокая позиция этих трёх сортов во все годы позволяет рассматривать их как перспективные для производства и селекции. Три сорта – Селянка одесская, Северодонецкая Юбилейная и Софийка – достоверно уступают стандарту (отрицательные отклонения 7,3; 6,6 и 10,6 ц/га). Сорт Софийка сформировал минимальную среднюю урожайность (50,0 ц/га) и не рекомендуется к использованию в условиях, аналогичных изученным.

На основе среднесезонных данных и результатов дисперсионного анализа (НСР₀₅ = 7,5 ц/га) изученные сорта озимой мягкой пшеницы были разделены на три статистически различные группы по уровню продуктивности.

Первую (высокопродуктивную) группу с урожайностью 64,1–64,7 ц/га составили сорта Синтетик (64,7 ц/га), Волжская 100 (64,5 ц/га) и Ольшанка (64,1 ц/га). Эти генотипы стабильно формировали максимальные урожаи в благоприятные 2020 и 2022 годы (75,6–84,9 ц/га) и характеризовались наименьшим снижением продуктивности в стрессовом 2021 году (33,7–41,3 ц/га), при этом сорт Волжская 100 продемонстрировал аб-

солотный максимум (41,3 ц/га) в условиях данного года, превысив среднеопытный уровень на 44 %.

Во вторую (среднепродуктивную) группу (56,2–60,6 ц/га) вошли сорта Альмера (60,6 ц/га), Ариадна (59,0 ц/га), Казачья (58,8 ц/га), Корочанка (58,2 ц/га), Богданка (58,1 ц/га), Везёлка (57,1 ц/га) и Льговская 4 (56,2 ц/га). Внутри данной группы статистически значимых различий не выявлено, при этом некоторые сорта (Везёлка, Льговская 4) в отдельные годы проявляли высокий потенциал – до 77,9 и 70,6 ц/га соответственно, однако существенно снижали продуктивность в стрессовый год.

Третью (низкопродуктивную) группу с урожайностью 50,0–54,0 ц/га образовали сорта Северодонецкая Юбилейная (54,0 ц/га), Селянка одесская (53,3 ц/га) и Софийка (50,0 ц/га). Все они достоверно уступали стандарту Альмера (отрицательные отклонения 6,6–10,6 ц/га), характеризовались низкой толерантностью к стрессорам 2021 года (урожайность 21,1–23,0 ц/га) и недостаточным потенциалом продуктивности даже в оптимальных условиях, что исключает целесообразность их производственного использования в регионе.

Дисперсионный анализ подтвердил значимое влияние фактора «сорт» во все годы, что свидетельствует о генетической детерминации продуктивности и возможности эффективного отбора по данному признаку.

Для углубленной характеристики адаптивных свойств сортов рассчитаны показатели пластичности (b_i), стабильности (Sd^2), гомеостатичности (Hom) и селекционной ценности генотипа (Sc). Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Параметры адаптивности и стабильности сортов озимой пшеницы

Table 3

Adaptability and stability parameters of winter wheat varieties

Сорт	b_i	Sd^2	Hom (урож.)	Sc	Тип адаптации
Альмера st	1,03	12,4	9,8	47,2	Пластичный
Селянка одесская	0,92	8,7	6,9	39,5	Полуинтенсивный
Синтетик	1,12	15,1	10,7	49,3	Интенсивный
Ариадна	0,98	9,8	8,1	44,1	Пластичный
Волжская 100	0,96	6,3	12,9	52,2	Стабильно-пластичный
Богданка	0,94	7,9	8,3	43,7	Полуинтенсивный
Корочанка	0,88	11,2	7,8	42,0	Полуинтенсивный
Северодонецкая Юбилейная	0,87	10,5	6,7	38,9	Полуинтенсивный
Везёлка	1,32	32,6	6,0	37,4	Интенсивный, нестабильный
Казачья	0,95	7,1	9,2	45,3	Стабильно-пластичный
Софийка	0,71	5,8	5,1	33,2	Низкоотзывчивый
Ольшанка	1,08	18,3	9,5	47,8	Интенсивный
Льговская 4	0,83	6,9	7,6	41,1	Полуинтенсивный
Среднее	0,98	12,1	8,3	43,2	–

Примечание – b_i – коэффициент экологической пластичности; Sd^2 – вариант стабильности; Hom – гомеостатичность по Хангильдину; Sc – селекционная ценность генотипа

Анализ параметров пластичности показывает, что большинство сортов ($b_i = 0,9–1,1$) относится к пластичному или полуинтенсивному типу, адекватно реагируя на изменение условий. Высокой отзывчивостью на улучшение фона выделяются Синтетик ($b_i = 1,12$), Ольшанка (1,08) и особенно Везёлка (1,32). Однако у Везёлки отмечена мак-

симальная нестабильность ($Sd^2 = 32,6$) и низкая гомеостатичность ($Hom = 6,0$), что свидетельствует о резком падении урожайности в неблагоприятные годы. Напротив, Волжская 100 при $bi = 0,96$ (близком к единице) обладает низкой вариационной стабильностью ($Sd^2 = 6,3$) и самым высоким показателем гомеостатичности ($Hom = 12,9$), что характеризует ее как сорт, сочетающий хорошую адаптивность с буферностью.

Софийке соответствует $bi = 0,71$, что типично для экстенсивных, низкоотзывчивых сортов, не реализующих потенциал в оптимуме, но слабее снижающих продуктивность в стрессе, тем не менее абсолютные значения урожайности этого сорта даже в благоприятных условиях существенно ниже лидеров, что делает его малопригодным для производства.

Интегральный показатель селекционной ценности (Sc), объединяющий среднюю урожайность и стабильность, максимален у Волжской 100 (52,2), Синтетика (49,3), Ольшанки (47,8) и Альмеры (47,2). Эти генотипы представляют наибольшую ценность для дальнейшего использования.

Для выявления взаимосвязей между высотой растений, урожайностью и их стабильностью проведен корреляционный анализ (таблица 4).

Таблица 4

Коэффициенты корреляции Пирсона между изученными параметрами

Table 4

Pearson correlation coefficients between the studied parameters

Признак	Высота ср.	Урожайность ср.	CV урожайности	bi	Hom
Высота ср.	1,00	0,18	0,42*	0,51**	-0,36
Урожайность ср.		1,00	-0,57**	0,44*	0,81***
CV урожайности			1,00	0,63**	-0,75***
bi				1,00	-0,39*
Hom					1,00

Примечание – *, **, *** – достоверно при $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$

В среднем за три года корреляция между высотой растений и урожайностью отсутствовала ($r = 0,18$). Однако при дифференциации по годам выявлена существенная зависимость. Так, в 2021 году ($ГТК = 1,21$) отмечена положительная корреляция средней силы ($r = 0,41$; $p < 0,05$). Это указывает на то, что в условиях стресса, вызванного не засухой, а иными факторами, более высокорослые генотипы (Волжская 100, Везёлка, Корочанка) имели адаптивное преимущество, вероятно, за счёт лучшей конкурентной способности и сохранения ассимиляционной поверхности. В 2020 и 2022 годах ($ГТК > 1,2$) связь оказалась незначимой ($r = 0,10-0,15$), то есть высота растений переставала лимитировать продуктивность.

Обнаружена сильная отрицательная корреляция между средней урожайностью и коэффициентом вариации ($r = -0,57$; $p < 0,01$), что подтверждает известную закономерность: высокопродуктивные сорта в большей степени снижают урожайность при стрессе. В то же время гомеостатичность (Hom) тесно связана со средней урожайностью ($r = 0,81$; $p < 0,001$) и отрицательно – с CV ($r = -0,75$; $p < 0,001$), то есть сорта с высокой гомеостатичностью сочетают повышенную продуктивность и пониженную вариабельность. Это делает Hom удобным интегральным критерием отбора.

Пластичность (bi) положительно коррелирует с CV ($r = 0,63$) и отрицательно – с Hom ($r = -0,39$). Следовательно, интенсивные сорта с высокой отзывчивостью, как правило, менее стабильны и гомеостатичны.

Заключение. Проведённая в 2020–2022 годах комплексная оценка 13 сортов озимой мягкой пшеницы в условиях достаточного и избыточного увлажнения ($ГТК = 1,21–1,62$) позволила установить, что межсортовая изменчивость по высоте растений статистически незначима ($F_{\phi} = 1,46$; $F_{05} = 2,18$), при этом выделены генотипы с высокой гомеостатичностью морфотипа – Волжская 100 ($Ном = 25,7$), Альмера (16,8) и Синтетик (14,2). По урожайности зерна выявлены три контрастные группы: высокопродуктивные сорта Синтетик (64,7 ц/га), Волжская 100 (64,5 ц/га) и Ольшанка (64,1 ц/га), среднепродуктивные (56,2–60,6 ц/га) и низкопродуктивные (50,0–54,0 ц/га), причём последние достоверно уступают стандарту.

Наименьшей вариабельностью высоты растений ($CV = 4,5–7,6 \%$) и, соответственно, наиболее высокой гомеостатичностью по данному признаку характеризуются сорта Волжская 100 ($Ном = 25,7$), Альмера ($Ном = 16,8$) и Синтетик ($Ном = 14,2$). Эти генотипы могут служить источниками стабильности морфотипа в селекции на устойчивость к полеганию и пригодны для возделывания в различных агроклиматических условиях.

Наибольшую селекционную ценность ($Sc = 52,2$) и сочетание пластичности со стабильностью ($b_i = 0,96$; $Sd^2 = 6,3$) продемонстрировал сорт Волжская 100, способный служить эталоном адаптивности. Установлена положительная корреляция высоты растений с урожайностью в условиях стресса 2021 года ($r = 0,41$; $p < 0,05$), что указывает на нецелесообразность чрезмерного снижения стеблестоя в селекции на засухоустойчивость. Для производства в Центрально-Чернозёмном регионе рекомендованы сорта Волжская 100, Синтетик и Ольшанка, а в качестве источников хозяйственно ценных признаков для селекции – Волжская 100 (стабильность), Синтетик и Ольшанка (продуктивность), Альмера (гомеостатичность), Софийка и Льговская 4 (низкорослость).

Список источников

1. Исмагилов К. Р., Кулуев Б. Р., Исмагилов Р. Р. Стрессоустойчивость и адаптивность полевых культур к погодно-климатическим изменениям в Башкортостане // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 4 (406). С. 480–483. DOI 10.55186/25876740_2025_68_4_480. EDN GZTMLC
2. Влияние краткосрочной климатической изменчивости на урожайность озимой пшеницы в агроландшафтах ЦЧЗ / Л. Г. Смирнова, М. И. Евдокименкова, А. А. Кувшинова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39, № 6. С. 11–17. DOI 10.53859/02352451_2025_39_6_11. EDN GDZMPH
3. Захарова Н. Н., Захаров Н. Г. Оценка показателей экологической адаптивности сортимента озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 24–28. DOI 10.28983/asj.y2021i5pp24-28. EDN TQWHOK
4. Адаптивность и экологическая устойчивости сортов твердой пшеницы в условиях Оренбургской области / А. А. Новикова, О. С. Гречишкина, А. А. Емельянова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 10. С. 33–37. DOI 10.53859/02352451_2022_36_10_33. EDN HMDMUG
5. Барковская Т. А., Гладышева О. В. Адаптивные свойства и экологическая пластичность перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. Т. 25, № 1. С. 35–42. DOI 10.30766/2072-9081.2024.25.1.35-42. EDN AACBUR
6. Мусинов К. К., Лихенко И. Е., Сурначев А. С. Оценка исходного материала озимой мягкой пшеницы по показателям адаптивности в условиях лесостепи Новосибирской области // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 1 (62). С. 56–66. DOI 10.31677/2072-6724-2022-62-1-56-66. EDN EGYNWV

7. Аспекты качества зерна яровой мягкой пшеницы / Т. Б. Кулеватова, Л. Н. Злобина, Г. А. Бекетова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 2 (46). С. 117–124. DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-117-124. EDN POOTZD
8. Сравнительная оценка урожайности, массы 1 000 и натурной массы зерна сортов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности и стабильности / В. Л. Чернова, О. В. Скрипка, С. В. Подгорный и др. // Аграрная наука. 2022. № 6. С. 76–79. DOI 10.32634/0869-8155-2022-360-6-76-79. EDN SXXERF
9. Гладышева О. А., Левакова О. В., М. И. Костаньянц Проявление признака «высота растения» озимой пшеницы в зависимости от осадков в южной части Нечернозёмной зоны и его влияние на продуктивность // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 3 (71). С. 26–32. DOI 10.12737/2073-0462-2023-26-32. EDN OXXMJA
10. Мусинов К. К., Сурначев А. С., Козлов В. Е. Влияние агроклиматических условий весенне-летней вегетации на формирование урожайности озимой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2023. № 1 (66). С. 55–63. DOI 10.31677/2072-6724-2023-66-1-55-63. EDN VQCJNR
11. Левакова О. В., Жаркова Е. Д. Градация сортов пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.) по длине стебля и устойчивости к полеганию в условиях Рязанской области // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 1. С. 16–20. DOI 10.53859/02352451_2023_37_1_16. EDN XVRJJH
12. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. Vol. 6, № 1. P. 36–40.
13. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Сельскохозяйственная биология. 1978. Т. 13, № 5. С. 711–717.

References

1. Ismagilov K. R., Kuluev B. R., Ismagilov R. R. Stress tolerance and adaptability of field crops to weather and climate changes in Bashkortostan // *International Agricultural Journal*. 2025. No. 4(406), P. 480 – 483. DOI 10.55186/25876740_2025_68_4_480. EDN GZTMLC
2. Smirnova L. G., Evdokimenkova M. I., Kuvshinova A. A., et al. Influence of short-term climate variability on winter wheat yield in agrolandscapes of the Central Chernozem region. // *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2025. Vol. 39, No. 6, P. 11 – 17. DOI 10.53859/02352451_2025_39_6_11. EDN GDZMPH
3. Zakharova, N. N., Zakharov, N. G. Evaluation of ecological adaptability indicators of winter soft wheat varieties in the forest-steppe of the Middle Volga region. // *Agrarian Scientific Journal*. 2021. No. 5, P. 24 – 28. DOI 10.28983/asj.y2021i5pp24-28. EDN TQWHOK.
4. Novikova A. A., Grechishkina O. S., Emelianova, A. A., et al. Adaptability and ecological stability of durum wheat varieties in the conditions of the Orenburg region. // *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2022. Vol. 36, No. 10, P. 33 – 37. DOI 10.53859/02352451_2022_36_10_33. EDN HMDMUG
5. Barkovskaia T. A., Gladysheva O. V. Adaptive properties and ecological plasticity of promising spring soft wheat lines in the conditions of the Central Non-Chernozem region of Russia // *Agricultural Science Euro-North-East*. 2024. Vol. 25, No. 1, P. 35 – 42. DOI 10.30766/2072-9081.2024.25.1.35-42. EDN AACBUR
6. Musinov K. K., Likhenko I. E., Surnachev, A. S. Evaluation of winter soft wheat parent material according to adaptability indicators in the forest-steppe conditions of the Novosibirsk region // *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2022. No. 1(62), P. 56 – 66. DOI 10.31677/2072-6724-2022-62-1-56-66. EDN EGYNWV
7. Kulevatova T. B., Zlobina L. N., Beketova G. A., Andreeva, L. V. Aspects of grain quality in spring soft wheat // *Legumes and Groat Crops*. 2023. No. 2 (46), P. 117 – 124. DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-117-124. EDN POOTZD.
8. Chernova V. L., Skripka O. V., Podgornyi S. V., et al. Comparative assessment of yield, 1000-grain weight and test weight of winter soft wheat varieties according to parameters of ecological plasticity and stability // *Agrarian Science*. 2022. No. 6, P. 76 – 79. DOI 10.32634/0869-8155-2022-360-6-76-79. EDN SXXERF

9. Gladysheva O. V., Levakova O. V., Kostaniants M. I. Expression of the trait “plant height” in winter wheat depending on precipitation in the southern part of the Non-Chernozem zone and its impact on productivity // *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2023. Vol. 18, No. 3(71), P. 26 – 32. DOI 10.12737/2073-0462-2023-26-32. EDN OXXMJA
10. Musinov K. K., Surnachev A. S., Kozlov V. E. Influence of agroclimatic conditions of spring-summer vegetation on the formation of winter wheat yield in the forest-steppe conditions of Western Siberia // *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023. No. 1(66), P. 55 – 63. DOI 10.31677/2072-6724-2023-66-1-55-63. EDN VQCJNR
11. Levakova O. V., Zharkova E. D. Gradation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties by stem length and lodging resistance in the conditions of the Ryazan region. // *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2023. Vol. 37, No. 1, P. 16 – 20. DOI 10.53859/02352451_2023_37_1_16. EDN XVRJJH
12. Eberhart, S. A., Russell, W. A. Stability parameters for comparing varieties. // *Crop Science*. 1966. Vol. 6, No. 1, P. 36–40.
13. Khangildin, V. V. On the principles of modeling intensive type varieties // *Agricultural Biology*. 1978. Vol. 13, No. 5, P. 711–717.

Сведения об авторах

Яна Олеговна Козелец, младший научный сотрудник ФГБНУ «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук»,

тел: +7 920 587-24-30, e-mail: ya.o.kozelets@mail.ru, ORCID: 0009-0000-0742-316X

Ирина Ивановна Михайленко, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБНУ «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук», тел: +7 951 140-40-37, e-mail: ira-mik86@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3472-0041

Игорь Олегович Шестопалов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук», тел: +7 951 769-80-02, e-mail: ig.shestopalov@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-3796-4821

Information about the authors

Ya.O. Kozelets, Junior Researcher, FSBSI “Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, tel: +7 920 587-24-30, e-mail: ya.o.kozelets@mail.ru, ORCID: 0009-0000-0742-316X

I. I. Mikhailenko, Candidate of Biological Sciences, Researcher, FSBSI “Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, tel: +7 951 140-40-37, e-mail: ira-mik86@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3472-0041

I.O. Shestopalov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, FSBSI “Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, tel: +7 951 769-80-02, e-mail: ig.shestopalov@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-3796-4821

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.02.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 16.02.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Козелец Я. О., Михайленко И. И., Шестопалов И. О.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 15-24
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 15-24

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК 632.934.1: 632.937
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.1.19.2026

МИНИРУЮЩАЯ МУХА ЛИРИОМИЗА – ВРЕДИТЕЛЬ НУТА И ИСПЫТАНИЕ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С НЕЙ

Александр Вадимович Чернов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, г. Михайловск, e-mail: info@fnac.center

Аннотация: Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», находящемся в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Работу выполняли в 2024-2025 годах на сорте нута Триумф. Цель исследования – изучить биологию, развитие и фенологию нутовой минирующей мухи (*Liriomyza cicerina* Rond), учесть ее численность, провести сравнительный анализ эффективности препаратов с различным механизмом действия в борьбе с ней, таких как Альтерр, КЭ; Органза, КС; Биослип БВ, Ж. Установлено, что вылет перезимовавшего поколения вредителя происходил от третьей декады апреля до второй декады мая при достижении среднесуточных температур 10–14 °С. За период вегетации, в первой-второй декаде июля, отмечено развитие трех поколений мухи с максимальной численностью личинок, на контроле достигавших численности в 134 личинки на 100 растений. Испытания инсектицидов показали, что наибольшую биологическую эффективность (93,2 %) продемонстрировал системный двухкомпонентный препарат Органза, КС, обеспечивший 2,81 т/га урожайности и 188,7 % рентабельности. Высокую эффективность (87,7 %) также показал пиретроидный препарат Альтерр, КЭ при урожайности 2,37 т/га. Биологический препарат Биослип БВ, Ж на основе энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* оказался менее эффективным (47,2 %) из-за скрытого образа жизни личинок внутри листа, что ограничивает контакт со спорами гриба. Проведенные исследования подтвердили целесообразность и высокую экономическую эффективность применения химических инсектицидов, в частности препарата Органза, КС, для снижения численности нутовой минирующей мухи и защиты урожая нута в условиях Ставропольского края.

Ключевые слова: нут, учет численности, фенология, биология насекомых, *Liriomyza cicerina*, инсектициды, эффективность.

Для цитирования: Чернов А. В. Минирующая муха лириомиза – вредитель нута и испытание препаратов для борьбы с ней // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 15-24. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.1.19.2026

Agronomy, forestry and water industry

Original article

LIRIOMYZA LEAF- MINER FLY – A PEST OF CHICKPEA AND TESTING OF PREPARATIONS TO CONTROL IT**Aleksandr V. Chernov**

Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Mikhailovsk, e-mail: info@fnac.center

Abstract. The research was carried out at the experimental field of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, located in the conditions of an unstable moisture regime zone in the Stavropol Territory. The work was carried out in 2024-2025 with Triumph chickpea variety. The purpose of the study was to study the biology, development and phenology of the chickpea leaf- miner fly (*Liriomyza cicerina* Rond), to take into account its population, conduct a comparative analysis of the effectiveness of preparations with different mechanisms of its control, such as: Alterr, CE; Organza, CS; Biosleep BW, liq. As a result of the research, it was found that the departure of the overwintered pest generation occurred from the third decade of April – till the second decade of May when the average daily temperatures reached 10 – 14 °C. During the growing season, the development of three generations of flies was noted, with the maximum number of larvae in the first and second decades of July, which reached the number of 134 larvae per 100 plants under control. Tests of insecticides showed that the two-component systemic preparation Organza, CS, demonstrated the greatest biological effectiveness – 93,2%, which provided a yield of 2,81 t/ha and a profitability of 188,7%. The pyrethroid preparation Alterr, CE, also showed high efficiency (87,7%) with a yield of 2,37 t/ha. The biological preparation Biosleep BW, liq. based on the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* turned out to be less effective (47,2%) due to the hidden lifestyle of the larvae inside the leaf, which limits contact with the spores of the fungus. The conducted studies confirmed the expediency and high economic efficiency of using chemical insecticides, in particular the preparation Organza, CS, to reduce the number of chickpea leaf- miner flies and protect the chickpea crop in the Stavropol Territory.

Keywords: chickpeas, census, phenology, insect biology, *Liriomyza cicerina*, insecticides, effectiveness.

For citation: Chernov A.V. Liriomyza leaf- miner fly – a pest of chickpea and testing of preparations to control it // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 15-24.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.1.19.2026

Введение. Нут (*Cicer arietinum* L.) является одной из ведущих зернобобовых культур мира, занимающей среди них третье место по объёму мирового производства. Основные площади его возделывания находятся в странах с жарким и засушливым климатом – Индии, Пакистане, Австралии, Иране и Турции. Культура отличается высокой устойчивостью к почвенной и воздушной засухе, что позволяет получать стабильные и высокие урожаи даже в условиях «зоны рискованного земледелия», к которой относится значительная часть территории России [1; 2; 3; 4].

В 2025 году Россия вошла в тройку мировых лидеров по выращиванию этой культуры: было собрано свыше 800 тысяч тонн зерна. Наблюдается расширение пло-

шадей и интереса к этой культуре и в Ставропольском крае, где площадь посева нута в 2025 году составила 36,5 тыс. га, что превысило прошлогодние показатели на 15,5 тыс. га.

По мере увеличения площади посева культуры закономерно возрастает вероятность распространения и накопления возбудителей болезней и вредителей-фитофагов, адаптированных к данному растению-хозяину. Повреждать нут и сдерживать его продуктивность могут около 60 видов насекомых-фитофагов, поэтому защита его посевов от вредителей – одно из главных условий получения высоких урожаев. Вместе с тем благодаря наличию опушения и выделению органических кислот данная культура характеризуется относительно низкой численностью узкоспециализированных вредителей по сравнению с другими представителями зернобобовых [5; 6; 7].

Один из специализированных вредителей, способных нанести ощутимый ущерб нуту, – нутовая минирующая муха – *Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) (Diptera, Agromyzidae), широко распространенная в Европе, Азии и Африке. Ущерб, наносимый *L. cicerina*, в значительной степени обусловлен питанием личинок. От одной личинки в листе фотосинтетическая активность в поврежденной области снижается на 10–20 %. Но из-за того, что муха откладывает яйца на верхние листья, фотосинтетическая активность всего растения при значительном поражении вредителем может падать до 30–50 %. Поврежденные личинками листья желтеют, засыхают и опадают, что приводит к большому недобору урожая. Вредитель может развиваться в третьем–пятом поколениях [8; 9; 10].

В Государственном реестре пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, зарегистрировано только четыре инсектицида для борьбы с нутовой минирующей мухой, что сильно сужает возможные пути ее сдерживания в посевах [11].

Другими способами контроля численности данного вредителя являются агротехнические методы (уничтожение растительных остатков, глубокая вспашка, ранние сроки сева) и природные энтомофаги. Однако в зоне исследования специализированных энтомофагов нутового минера отмечено не было, а агротехнических методов для эффективной борьбы с ним недостаточно.

Одно из направлений в развитии современной агротехнологии – биологическая система защиты растений от вредных организмов путем минимизации использования синтетических удобрений и пестицидов, что особенно актуально при возделывании нута. Это связано с тем, что зерно нута употребляют в пищу и в корм животным. Поэтому предпочтительно выбирать биологические или интегрированные методы его защиты.

Цель исследования – изучить биологические особенности нутовой минирующей мухи (*Liriomyza cicerina* Rond.), ее фенологию, численность, а также провести сравнительный анализ эффективности препаратов с различным механизмом действия в борьбе с данным вредителем.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2024–2025 годах на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», расположенном в зоне неустойчивого увлажнения с ГТК 0,9–1,1; суммой эффективных температур 3 000–3 200 °С и среднегодовой температурой воздуха +9,9 °С (по данным метеостанции г. Ставрополя).

Посев нута осуществляли в первой-второй декаде апреля по предшественнику озимая пшеница с нормой высева семян сорта Триумф 1,1 млн шт./га, оригинатором которого служит ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». После уборки предшественника осуществляли лущение стерни с последующей вспашкой, пред посевом – культивацию

на глубину заделки семян. Сразу после сева проводили прикатывание. Для борьбы с сорной растительностью до появления всходов культуры вносили гербицид Мерлин Флекс, КС 0,3 л/га. Всходы отмечали в третьей декаде апреля.

Повторность опыта четырёхкратная, площадь делянки 100 м². Учёт численности нутовой минирующей мухи проводили маршрутным методом: по диагонали делянки равномерно отбирали 10 проб по 10 растений, на которых вычисляли количество личинок в пересчёте на 100 растений. Для определения начала лёта имаго вредителя с третьей декады апреля устанавливали клеевые ловушки площадью 80 см² на высоте 10 см.

Для борьбы с нутовой минирующей мухой на нуте испытывали препараты с различным составом и механизмом действия:

- Альтерр, КЭ (Альфа-циперметрин 100 г/л) 0,1 л/га – пиретроид с контактно-кишечным действием, частично проникающий в ткани листьев;
- Органза, КС (Ацетамиприд 100 г/л, Лямбда-цигалотрин 100 г/л) 0,15 л/га – двухкомпонентный инсектицид, имеющий в своем составе пиретроид и неоникотиноид, обладающий контактно-кишечным и системным действием;
- Биослип БВ, Ж (*Beauveria bassiana* ОРВ43) 2 л/га – биологический инсектицид контактного-кишечного действия.

Обработку посевов проводили ранцевым опрыскивателем рано утром во второй–третьей декаде июня. На контрольном варианте обработки не осуществляли. Биологическую эффективность применяемых препаратов вычисляли по методике регистрационных испытаний пестицидов [12]. Расчет проходил по формуле Хендерсона и Тилтона (1955), учитывающей изменения численности в опытном и контрольном вариантах:

$$\text{Биологическая эффективность (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Оп} \times \text{Кд}}{\text{Од} \times \text{Кп}}\right) \times 100, \quad 1$$

где Од – количество личинок перед обработкой препаратами, шт./100 растений; Оп – количество выживших личинок после обработки, шт./100 растений; Кд – количество личинок на 100 растений в контроле до обработки инсектицидами, шт./100 растений; Кп – количество личинок в контроле после обработки, шт./100 растений.

Учет урожая и статистическую обработку полученных данных проводили по методическим указаниям Б. А. Доспехова [13].

Результаты исследований и их обсуждение. Зимует нутовый минер в виде ложнококонов, или пупариев, в почве на глубине 3–6 см. Пупариями мух могут питаться почвенные хищники – жуужелицы, стафилины и другие. Весной личинка в пупарии окукливается и образуется взрослая муха – имаго. Это небольшая муха в длину достигает около 1,5 мм, темного цвета, с желтой головой, крылья прозрачные, вылет которой в годы проведения опыта отмечался в первой декаде мая при средней температуре воздуха от 10 до 14 °С (рисунок 1).



Рисунок 1. Куколка (слева) и имаго нутовой минирующей мухи (ориг.)
Figure 1 – Pupa (left) and imago of the chickpea leaf- miner fly (orig.)

Через сутки после вылета происходит спаривание, и самка приступает к откладке яиц. Острым концом телескопического яйцеклада самка проделывает проколы, после чего остаются светлые точки укулов. Большинство укулов самка делает для питания соком растений, и лишь в 1-2 укула на лист происходит откладка яиц. Яйцо небольшого размера, овальной формы. Через 2–5 дней из отложенного яйца вылупляется личинка и приступает к минированию листа.

При отрождении личинка бесцветна, но при смене возраста желтеет (рисунок 2).



Рисунок 2. Личинка (слева) и лист нута, поврежденный личинкой (справа) (ориг.)
Figure 2 – Larva (left) and chickpea leaf damaged by a larva (right) (orig.)

В третьем возрасте достигает в длину 2 мм, усиленно питается. Период ее питания длится около 2 недель. Мины, которые личинка оставляет при питании внутри листа, постепенно расширяются, охватывают весь лист, который желтеет, усыхает и опадает, что ведет к уменьшению ассимиляционной площади листьев и урожая.

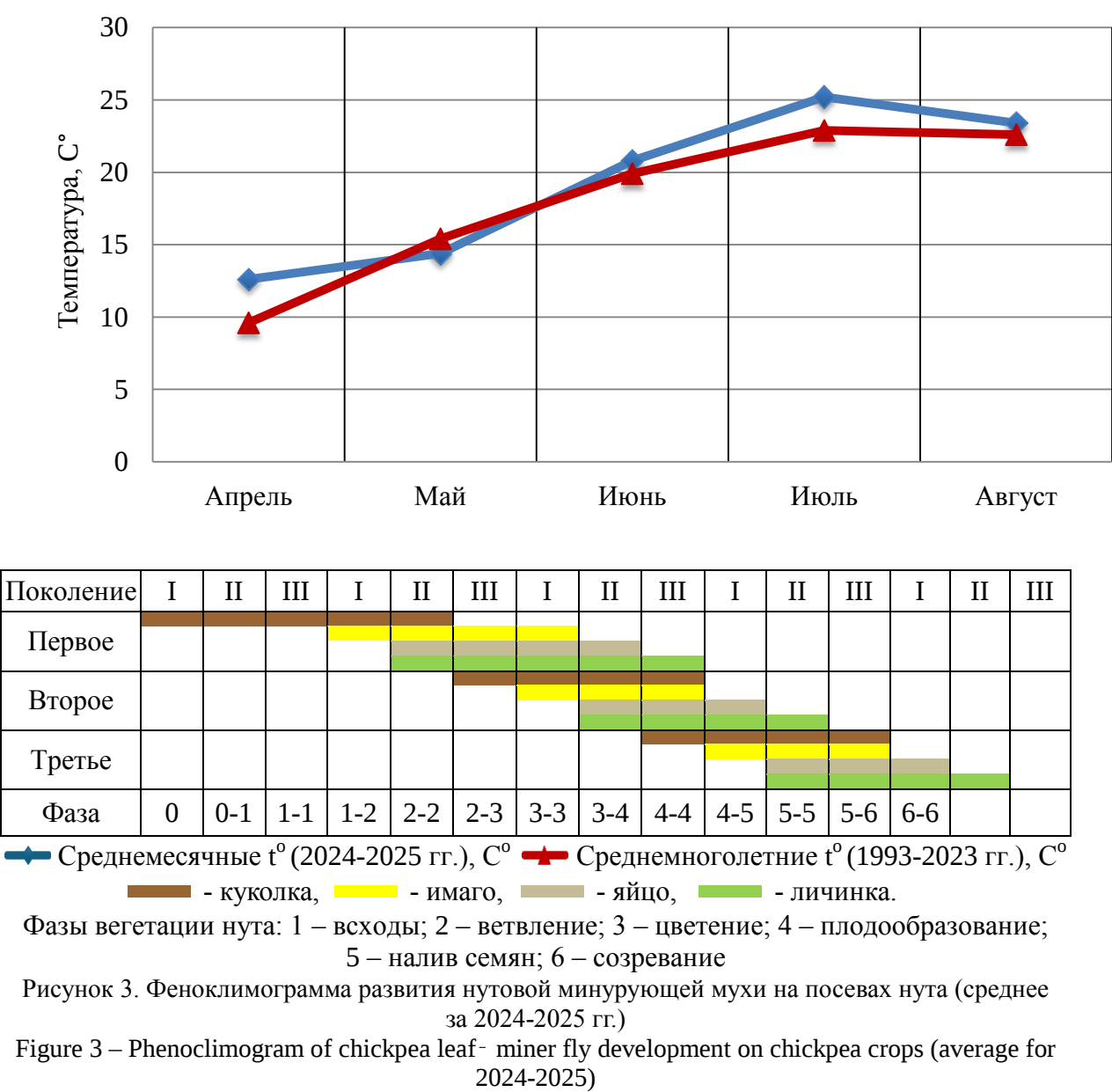
В большинстве случаев, закончив питание, личинка падает в почву и окукливается в ее поверхностном слое, но также отмечалось окукливание в пупарии на листьях. Фаза куколки длится 2 недели. Полный цикл одного поколения проходит за 21–25 дней.

Основными причинами увеличения площадей нута в России в 20-е годы XXI века являются рост потребностей рынка и увеличение экономической эффективности его возделывания. Этому также способствует изменение погодных условий в сторону по-

тепления: среднегодовая температура в зоне исследование последних 5 лет выше среднелетних на 1,8 °С, а во время вегетации нута – выше на 2,5 °С.

Увеличение площадей посевов нута может способствовать расширению ареала обитания нутовой минирующей мухи, росту ее экономической значимости и вредоносности, появлению дополнительных поколений, удлинению сезона активности в регионах, где ранее она не имела экономического значения.

Отсутствие сильных морозов приводит к сохранению зимующих куколок в почве и дальнейшему заселению новых полей нута. Высокие летние температуры в 23–25 °С считаются оптимальными для вредителя и приводят к активному наращиванию численности в агроценозе. За время вегетации нута в 2024-2025 годах в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края отмечалось три поколения вредителя (рисунок 3).



В апреле 2024 года, в первой декаде, когда производился сев нута, наблюдалось превышение среднегодовых температур на 3,9 °С. Это привело к более раннему вылету имаго перезимовавшего поколения, начавшемуся в третьей декаде апреля, что способствовало заселению нута на ранних этапах его роста при активном развитии листового аппарата, когда он наиболее уязвим для этого вредителя. Но возвратные холода в мае (среднемесячная температура мая 2024 года ниже среднегодовых на 1,2 °С) не позволили нутовой минирующей мухе нарастить свою численность до потепления.

В 2025 году сев нута произвели 15 апреля. Отсутствие высоких температур в мае (на 0,8 °С ниже среднегодовых) и июне (на 0,8 °С ниже среднегодовых) способствовало растянутому вылету перезимовавшего поколения вредителя. Первые имаго наблюдались во второй декаде мая; мины личинок – в третьей декаде, когда нут находился начале фазы цветения; их максимальная численность (170 личинок/100 растений) – во второй декаде июля 2025 г.

Наибольшая активность мух в 2024-2025 годах отмечалась в июне и в первых двух декадах июля. В конце июля количество минера начинало снижаться, что можно связать с засушливыми условиями данного периода. В среднем за 2 года исследований количество личинок на делянках до обработок насчитывало 123 особи на 100 растений (таблица 1).

Таблица 1
Биологическая эффективность обработок препаратами
против личинок нутовой минирующей мухи на посевах нута (среднее за 2024-2025 гг.)

Table 1
Biological effectiveness of treatments with preparations against chickpea leaf- miner fly larvae on chickpea crops (average for 2024-2025)

Инсектицид	Количество личинок, шт./100 растений		Биологическая эффективность инсектицида, %	Урожайность, т/га
	до обработки	через 14 дней после обработки		
Контроль (без обработки)	118	134	–	2,04
Альтерр, КЭ	125	17	87,7	2,37
Органза, КС	125	10	93,2	2,81
Биослип БВ, Ж	123	74	47,2	2,22
НСР ₀₅	–	9	–	0,20

Численность вредителя после применения всех препаратов достоверно отличалась от контрольного варианта. На контроле через 14 дней после обработок в среднем за 2 года зафиксировано наибольшее количество личинок – 134 экземпляра на 100 растений. На 60 личинок меньше оказалось на нуте, обработанном препаратом Биослип БВ, Ж. На растениях, обработанных Альтерр, КЭ, обнаружено 17 личинок на 100 растений. Наименьшее количество вредителя (10 экз./100 растений) было после обработки системным препаратом Органза, КС.

Все применяемые препараты обеспечили прирост урожайности относительно контроля. Наиболее эффективным оказался препарат Органза, КС, увеличив урожай-

ность на 37,7 % (с 2,04 до 2,81 т/га). Обработка препаратом Альтерр, КЭ помогла сохранить 16,2 % урожая. Наименьшую прибавку в 8,8 % принесли обработки биологическим препаратом Биослип БВ, Ж. Все это, несмотря на дополнительные затраты при проведении защитных мероприятий, позволило снизить себестоимость продукции с 13,4 до 10,0–13,3 тыс. руб./т (таблица 2).

Таблица 2

Экономическая эффективность применения средств защиты
от нутовой минирующей мухи (среднее за 2024-2025 гг.)

Table 2

Economic efficiency of using insecticides against the chickpea leaf- miner fly
(average for 2024-2025)

Показатель	Инсектицид			
	Контроль	Альтерр, КЭ	Органза, КС	Биослип БВ, Ж
Стоимость инсектицида, руб./л	–	1250	3900	939
Норма расхода, л/га	–	0,1	0,15	2
Себестоимость нута, тыс. руб./т	13,4	11,7	10,0	13,3
Прибыль, тыс. руб./га	31,8	40,9	53,2	34,9
Рентабельность, %	116,5	147,7	188,7	118,4

При расчёте прибыли и рентабельности производства зерна нута принята средняя цена реализации – 29 000 рублей за 1 тонну. Наиболее выгодным за счет увеличения урожайности, является препарат Органза, КС, где прибыль оказалась наибольшей и достигла 53,2 тыс. руб./га, что на 67,3 % выше контроля. Рентабельность применения данного препарата превысила на 41 и 70,3 % соответственно показатели препаратов Альтерр, КЭ и Биослип БВ, Ж.

Заключение. Вылет перезимовавшего поколения нутовой минирующей мухи начинался в третьей декаде апреля – второй декаде мая при достижении среднесуточных температур 10–14 °С. Всего в течение сезона наблюдалось три поколения вредителя. Полный цикл одного поколения длился 21–25 дней. Наибольшая численность личинок мухи была в первой-второй декаде июля.

Наиболее эффективным является применение системного инсектицида Органза, КС, обеспечившего биологическую эффективность в борьбе с нутовой минирующей мухой в 93,2 %, что способствовало увеличению урожайности нута до 2,81 т/га с рентабельностью производства 188,7 %.

Список источников

1. Reed W., Cardona C., Sithanatham S., Lateef S. S. Chickpea insect pest and their control // The Chickpea, In: Ed. by M.C. Saxena, and K.B. Singh, CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 1987. pp. 283–318.
2. Балашов В. В., Балашов А. В., Малахова А. А., Балашов В. А. Особенности роста и развития сортов нута волгоградской селекции на каштановых почвах волгоградской области // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 36–45. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-03

3. Германцева, Н. И. Нут на полях засушливого Поволжья // Земледелие. 2009. № 5. С. 13-14. EDN: KXCEHN
4. Мясоедов Д. В. Нутовый минер *Liriomyza cicerina* – специализированный вредитель нута // МНСК-2020. Сельскохозяйственные науки. Материалы 58-й Международной научной студенческой конференции. 2020. С. 14. EDN: UZCRZJ
5. Германцева, Н. И. Болезни и вредители нута и меры борьбы с ними // Наше сельское хозяйство. 2017. № 19. С. 50–53.
6. Гринько, А. В. Защита нута от хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hb.) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 56–59. EDN: WJUMQP
7. Fite T., Tefera T. The cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) and Azuki bean beetle (*Callosobruchus chinensis*): major chickpea (*Cicer arietinum* L.) production challenges on smallholder farmers in Ethiopia // The Journal of Basic and Applied Zoology. 2022. № 83. 11 pp. DOI: 10.1186/s41936-022-00275-w
8. Эколого-экономические особенности технологии возделывания нового сорта нута Донплаза в условиях плакорных и склоновых земель Ростовской области / Н. Н. Вошедский, И. Н. Ильинская, В. А. Кулыгин, С. В. Пасько, Э. А. Гаевая, А. В. Федюшкин, М. Н. Рычкова, С. А. Тарадин, Е. Н. Нежинская, А. В. Мищенко // ФГБНУ ФРАНЦ. Рассвет, 2020. 108 с. EDN: IZWPIN
9. Cikman E., Civelek H. S. Does *Liriomyza cicerina* affect the yield of chickpeas (*Cicer arietinum*) // Phytoparasitica. 2007. № 35 (2). Pp. 116–118. DOI:10.1007/BF02981103
10. Soltani A., Abda M. B., Amri M., Carapelli A., Jemâa J. M. B. Seasonal incidence of the leaf miner *Liriomyza cicerina* Rond (Diptera: Agromyzidae) in chickpea fields and effects of climatic parameters, chickpea variety, and planting date on the leaf miner infestation rate // Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. 2021. № 5. pp. 58–68. DOI:10.1007/s41207-020-00198-4
11. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть I. Пестициды. Минсельхоз России. М. 2025.
12. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Общая часть: инструктивно-методическое изд. / В. И. Долженко, А. Б. Лаптев, А. С. Голубев [и др.] – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 72 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2011. 351 с.

References

1. Reed W., Cardona C., Sithanantham S., Lateef S.S. Chickpea insect pest and their control // The Chickpea, In: Ed. by M.C. Saxena, and K.B. Singh, CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 1987. P. 283-318.
2. Balashov V. V., Balashov A. V., Malakhova A. A., Balashov V. A. Growth characteristics and development of chickpea varieties of Volgograd breeding on chestnut soils of the Volgograd region // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2021. No. 1(61). P. 36-45. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-03.
3. Germantseva, N.I. Chickpea in the fields of the arid Volga region // Zemledelie. 2009. No. 5. P. 13-14. EDN: KXCEHN
4. Miasoedov, D.V. Chickpea leaf miner *Liriomyza cicerina* - a specialized pest of chickpeas // MNSK-2020. Agricultural Sciences. Proceedings of the 58th International Scientific Student Conference. 2020. P. 14. EDN: UZCRZJ
5. Germantseva, N.I. Diseases and pests of chickpeas and measures to control them // Our Agriculture. 2017. No. 19. P. 50-53.
6. Grinko, A.V. Protection of chickpeas from the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hb.) // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 4 (60). P. 56-59. EDN: WJUMQP

7. Fite T., Tefera T. The cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) and Azuki bean beetle (*Callosobruchus chinensis*): major chickpea (*Cicer arietinum* L.) production challenges on smallholder farmers in Ethiopia // The Journal of Basic and Applied Zoology. 2022. No. 83. 11 p. DOI:10.1186/s41936-022-00275-w
8. Ecological and economic characteristics of the cultivation technology of the new chickpea variety Donplaza in the conditions of upland and slope lands of the Rostov region / N.N. Voshedskii, I.N. Ilin-skaia, V.A. Kulygin, S.V. Pasko, E.A. Gaevaia, A.V. Fediushkin, M.N. Rychkova, S.A. Taradin, E.N. Nezhinskaia, A.V. Mishchenko // FSBSI "Federal Rostov Agrarian Scientific Center". Rassvet, 2020. 108 p. EDN: IZWPIN
9. Cikman E., Civelek H. S. Does *Liriomyza cicerina* affect the yield of chickpeas (*Cicer arietinum*) // Phytoparasitica. 2007. No. 35(2). P. 116–118. DOI:10.1007/BF02981103
10. Soltani A., Abda M.B., Amri M., Carapelli A., Jemâa J.M.B. Seasonal incidence of the leaf miner *Liriomyza cicerina* Rond (Diptera: Agromyzidae) in chickpea fields and effects of climatic parameters, chickpea variety, and planting date on the leaf miner infestation rate // Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. 2021. No. 5. P. 58-68. DOI:10.1007/s41207-020-00198-4
11. State Catalog of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use on the Territory of the Russian Federation. Part I. Pesticides. Ministry of Agriculture of Russia. Moscow. 2025.
12. Guidelines for registration tests of pesticides in terms of biological effectiveness. General part: instructional and methodological publication / V.I. Dolzhenko, A.B. Laptiev, A.S. Golubev [et al.] – M.: FSBSI "Rosinformagrotekh", 2024. – 72 p.
13. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). M.: Alliance. 2011. 351 p.

Информация об авторах

Чернов Александр Вадимович, аспирант лаборатории защиты растений ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Тел.: 8 (962) 024-82-60, e-mail: chernoal.2000@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1542-9733>

Information about the authors

A.V. Chernov, postgraduate student of the Plant Protection Laboratory, FSBSI "North Caucasus Federal Agricultural Research Centre". Tel.: 8 (962) 024-82-60, e-mail: chernoal.2000@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1542-9733>

Статья поступила в редакцию 20.12.2025; одобрена после рецензирования 30.12.2025; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 20.12.2025; approved after reviewing 30.12.2025; accepted for publication 17.03.2026.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 25-42
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 25-42

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК 631.416:546.22
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.19.2026

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОЙ СЕРЫ
В АГРОПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНО-МИНУСИНСКОГО ОКРУГА
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Екатерина Владимировна Юферова, Елена Николаева Белоусова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия,
e-mail: svobodalist571301858@mail.ru

Аннотация. Обобщение мониторинговых наблюдений проводилось за период 1994–2024 годов исследований на территории лесостепной зоны Южно-Минусинского природного округа. Обеспеченность агропочв оцениваемой территории Красноярского края подвижной серой существенно варьирует. Колеблемость в содержании данного элемента находится в зависимости от типа/подтипа почвы и уровня их плодородия. Данные сплошного агрохимического обследования агропочв региона указывают на дефицитное содержание подвижной серы. Средневзвешенное значение составляет 4,9 мг/кг (низкое). Это обусловлено высоким выносом элемента с урожаем сельскохозяйственных культур и низким его восполнением. Применение серосодержащих и органических удобрений в регионе не соответствует количеству питательных веществ для поддержания бездефицитного баланса. Цель работы – оценить обеспеченность агропочв лесостепной зоны подвижной серой на основе многолетних мониторинговых наблюдений на реперных участках. За 30-летний период наблюдений обеспеченность подвижной (сульфатной) серой в почвах существенно снижалась. Изменения серы по почвенному профилю подвержены значительным колебаниям в зависимости от агрохимических показателей почвы и гранулометрического состава. Выявленные изменения в содержании серы в пахотном слое обусловлены агротехническими условиями: уровнем удобрённости, культурой – предшественником, а также агрохимическим состоянием почв.

Ключевые слова: почва, мониторинг, динамика серы, содержание гумуса, удобрения, реперные участки.

Для цитирования: Юферова Е. В., Белоусова Е. Н. Динамика содержания подвижной серы в агропочвах лесостепной зоны Южно-Минусинского округа Красноярского края // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 25-42. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.19.2026

Agronomy, forestry and water industry

Original article

DYNAMICS OF MOBILE SULFUR CONTENT IN THE AGRO-SOILS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE YUZHNO-MINUSINSK DISTRICT OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**Ekaterina V. Yuferova, Elena N. Belousova**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Krasnoyarsk State Agrarian University”, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: svobodalist571301858@mail.ru

Abstract. The generalization of monitoring observations was carried out for the period 1994-2024 in the forest-steppe zone of the Yuzhno-Minusinsk natural District. The availability of mobile sulfur in the agro-soils of the assessed territory of the Krasnoyarsk Territory varies significantly. The fluctuation in the content of this element depends on the type/subtype of the soil and the level of its fertility. The data from a continuous agrochemical survey of the agro-soils of the region indicate a deficient content of mobile sulfur. The weighted average is 4,9 mg/kg (low). This is due to the high removal of the element from the crop yield and low replenishment. The use of sulfur-containing and organic fertilizers in the region does not match the amounts of nutrients to maintain a deficiency-free balance. The purpose of the work is to assess the availability of mobile sulfur in the agro-soils of the forest-steppe zone based on long-term monitoring observations at reference sites. During the 30-year observation period, the availability of mobile (sulphated) sulfur in soils decreased significantly. Changes in sulfur in the soil profile are subject to significant fluctuations depending on the agrochemical parameters of the soil and the granulometric composition. The revealed changes in the sulfur content in the arable layer are due to agrotechnical conditions: the level of fertilization and the precursor crop, as well as the agrochemical state of the soils.

Key words: soil, monitoring, sulfur dynamics, humus content, fertilizers, reference sites.

For citation: Yuferova E. V., Belousova E. N. Dynamics of mobile sulfur content in the agro-soils of the forest-steppe zone of the Juzhno-Minusinsk district of the Krasnoyarsk territory // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 25-42.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.19.2026

Введение. Дефицит серы в агроценозах может быть одним из факторов, ограничивающих продуктивность сельскохозяйственных культур, поэтому серосодержащим удобрениям необходимо уделять не меньшее внимание, чем традиционным. Доказано, что обеспечение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур невозможно без применения серосодержащих минеральных удобрений, так как физиологическая и агрохимическая роль серы в жизненном цикле растения достаточно существенна [1]. Благодаря сере происходит повышение устойчивости растений к неблагоприятным метеорологическим условиям вегетационного сезона и, что особенно важно, более эффективного использования средств химизации и плодородия почвы [2].

Растения способны усваивать серу как из почвы в форме сульфатов, так и из воздуха в форме диоксида. Вынос серы с урожаем из пахотных земель в среднем составляет 10–30 кг/га и более в год [3]. Основными источниками восполнения дефицита серы в почвах являются органические и минеральные удобрения, содержащие серу в форме сульфатов. Существенное сокращение внесения серосодержащих удобрений и снижение выбросов оксидов серы в атмосферу привело к развитию дефицита этого

элемента в почвах земледельческой зоны Красноярского края [4].

Необходимо учитывать взаимосвязь сульфатной серы с другими агрохимическими элементами почвы, например с азотом. Известно, что при невысоком уровне азотного питания соединения серы способны восполнять недостаток азота в растениях. В то же время, чем выше уровень азотного питания, тем больше потребность растений в сере. Установлено, что в условиях дефицита серы в почве растения плохо усваивают азот удобрений, а это влечет за собой накопление нитратов в растениях. Также на уровень накопления элемента в почвах сельскохозяйственных угодий оказывают влияние свойства почвы и уровень агротехники [5]. Таким образом, дефицит серы – актуальная проблема для большинства земель сельскохозяйственного назначения России.

Хозяйственный баланс серы в земледелии Минусинской лесостепной зоны отрицательный. Высокий вынос урожаями культур, низкий уровень применения серосодержащих минеральных и органических удобрений, снижение притока серы из атмосферы из-за сокращения промышленного производства только усугубили ситуацию [6, 7]. Отсюда для решения проблемы содержания сульфатной серы в почвах региона необходимы мониторинговые наблюдения и изучение особенностей ее распределения в почвенном профиле. При этом особенности распределения содержания серы в пахотных почвах юга Красноярского края изучены слабо.

Цель исследований – оценить обеспеченность агропочв лесостепной зоны Южно-Минусинской природной зоны подвижной серой.

Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие задачи:

- 1) проанализировать многолетние данные мониторинга обеспеченности подвижной серой реперных участков лесостепной зоны за период 1994–2024 годы;
- 2) оценить содержание подвижной серы в подтипах черноземов и серых лесных почвах в зависимости от типа предшественника и применяемых удобрений;
- 3) определить свойства почвы, оказывающие существенное воздействие на содержание и динамику сульфатной серы;
- 4) выявить сопряженность между уровнем обеспеченности подвижной серой исследуемых агропочв и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Материал и методы исследования. Для обобщения, анализа содержания и распределения подвижной серы в почвах пахотных угодий использовали материалы агрохимических обследований 1994–2024 годов, проводимых государственной станцией агрохимической службы «Минусинская». Согласно природно-географическому районированию, исследуемые агропочвы расположены в земледельческой части Красноярского края в Южно-Минусинском природном округе. Почвенный покров территории формируют зональные почвы: серые лесные (серые, темно-серые) и черноземы (выщелоченные и обыкновенные) [8]. Исследуемые почвы расположены в границах реперных участков (РУ), характеризующихся типичным для зоны региона почвенным покровом и историей землепользования, а также интенсивностью и характером применения средств химизации. Провинциальными особенностями исследуемых почв являются укороченный гумусовый горизонт, высокое содержание гумуса и суммы обменных оснований, обусловленные спецификой гидротермического режима региона.

Агрохимическое обследование осуществлялось согласно методическим указаниям ЦИНАО. Земельная территория разбивалась на равные четыре элементарных участка независимо от их площади. Отбор почвенных образцов проводили в конце августа – начале сентября из пахотного слоя почвы 0–20 см методом сплошного отбора. Содержание подвижной серы определяли в соответствии с ГОСТ 26490-85. Оценку содержания серы осуществляли по шкале Л. М. Державина с соавторами [9].

Черноземные и серые лесные почвы реперных участков характеризовались неравноценным уровнем плодородия (таблица 1).

Таблица 1

Агрохимические показатели почв реперных участков лесостепной зоны (0–20 см)

Table 1

Agrochemical parameters of the soils of the reference areas of the forest-steppe zone (0–20 cm)

Реперные участки	Гумус, %	pH _{ксл}	SO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	H _г	ЕКО	< 0,01, %
			мг/кг почвы				ммоль/100 г		
Чернозем выщелоченный									
РУ5	7,8	6,2	6,9	200	97	2,0	1,74	39,44	37,5
РУ7	5,8	6,3	6,2	265	136	6,0	1,1	34,70	41,1
РУ11	2,3	5,7	2,1	421	136	12,3	1,67	27,97	37,9
РУ13	8,9	5,8	30,4	396	202	50,1	2,31	52,41	47,4
РУ16	1,5	7,3	1,7	182	154	20,0	1,0	31,20	31,2
Чернозем обыкновенный									
РУ1	1,9	7,3	11,2	377	155	20,4	0,24	40,34	29,3
РУ3	2,4	7,2	1,0	170	86	31,6	0,24	58,30	38,8
РУ8	3,1	7,0	1,2	106	71	22,9	0,35	40,45	38,6
РУ10	5,8	6,0	1,1	243	78	3,7	1,53	36,53	35,3
РУ12	2,0	6,7	0,4	265	102	8,9	0,41	32,31	31,4
РУ17	2,3	7,0	0,9	365	306	21,9	1,38	33,38	25,6
Серые лесные									
РУ4	3,8	5,5	3,8	470	98	1,5	3,26	35,76	41,5
РУ19	4,0	5,8	5,1	276	99	14,8	1,86	35,36	32,4

Представленные данные концентрации сульфатной серы в почвах реперных участков свидетельствуют о значительном ее варьировании.

Реперные участки занимали часть поля площадью от 5 до 20 га и располагались в границах 7 южных районов Красноярского края: РУ1, РУ11, РУ12 – в Минусинском районе; РУ3, РУ16, РУ17 – в Шушенском районе; РУ4 – в Ермаковском районе; РУ5, РУ10 – в Краснотуранском районе; РУ7 – в Идринском районе; РУ8, РУ13 – в Курагинском районе и РУ19 – в Каратузском районе.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием пакета программ MS Excel. В статье анализируются результаты наблюдений за период с 1994–2024 годы.

Результаты исследований и их обсуждение. Оценка содержания гумуса по диагностическим критериям, предложенным Л. А. Гришиной и Д. С. Орлову, указывало на значительные различия в уровне плодородия и характере профильного распределения гумуса в почвах реперных участков. Материалы исследований (таблица 2) свидетельствовали о существенном снижении концентрации серы по профилю черноземов выщелоченных в 1,5–7,6 раза в сравнении с фоновым содержанием (1994 год) и свидетельствовало о низком уровне обеспеченности элементом.

Таблица 2
Профильное распределение сульфатной серы и агрохимических показателей
чернозема выщелоченного

Table 2
Profile distribution of sulphate sulfur and agrochemical parameters of leached chernozem

РУ	Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рНкcl	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄		< 0,01, %
							фон	2024	
							мг/кг почвы		
5	A	0–20	8,4	6,5	139	128	10,5	5,6	37,5
	B	20–40	4,4	6,5	138	63	7,0	4,1	41,5
	B ₂	40–60	2,5	6,9	25	63	4,7	3,5	40,5
	BC	60–80	1,3	7,3	34	59	6,5	4	39,6
	C _к	80–100	1,2	7,5	22	57	6,5	4	36,5
7	A	0–20	6,4	6,9	179	194	6,0	4,3	41,1
	B ₁	20–40	3,6	7,7	128	127	7,0	2,5	48,1
	B ₂	40–60	1,4	7,3	37	85	5,0	1,6	43,2
	BC _к	60–80	1,2	7,6	54	67	4,5	4,0	41,8
	C _к	80–100	0,9	7,6	39	83	5,0	3,7	40,7
13	A	0–20	7,8	6,8	205	184	10,5	5,5	37,9
	B ₁	20–40	6,4	7,0	142	131	8,5	7,6	38,1
	B ₂	40–60	1,4	7,1	17	118	7,0	6,1	38,1
	BC	60–80	0,8	7,4	13	95	5,5	2,8	34,2
	C _к	80–100	0,7	7,6	11	97	6,0	2,9	32,4
11	A	0–20	3,2	6,2	310	174	9,0	4,6	47,4
	A	20–40	2,4	6,4	291	144	7,5	6,8	34,1
	B	40–60	1,1	7,4	59	111	6,0	0,5	36
	BC	60–80	0,7	7,7	34	112	4,0	12	35,2
	C _к	80–100	0,5	7,9	23	110	4,0	15	30,9
16	A	0–20	2,6	7,1	188	78	–	2,2	31,2
	AB	20–40	2,6	7,2	258	68	–	1,55	33,3
	B	40–60	1	7,7	42	56	–	0,9	34,1
	BC	60–80	1	7,6	35	58	–	1,3	31,5
	C _к	80–100	0,8	7,9	36	58	–	2,25	29,0

Более высоким содержанием сульфатной серы характеризовался гумусово-аккумулятивный горизонт исследуемой почвы, при этом вниз по профилю содержание элемента снижалось. С глубиной наблюдалось и изменение реакции среды в щелочную сторону. Количественные изменения сульфатной серы по вертикали имели характер постепенного снижения его содержания и умеренную корреляционную зависимость с изменением гумуса ($r = 0,54$), с реакцией среды ($r = -0,51$), с подвижным фосфором ($r = 0,5$) и обменным калием ($r = 0,54$).

В черноземах обыкновенных реперных участков (РУ 1, РУ3, РУ8, РУ10, РУ12, РУ17) прослеживались закономерности в распределении сульфатной серы, указанные в

таблице 3.

Таблица 3

Профильное распределение сульфатной серы в черноземах обыкновенных, мг/кг почвы

Table 3

Profile distribution of sulphate sulfur in common chernozems, mg/kg of soil

РУ	Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рНкcl	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄		< 0,01, %
							фон	2024	
							мг/кг почвы		
1	A	0–20	2,9	6,8	239	120	11,5	1,5	29,3
	B ₁	20–40	2,5	7,0	199	82	10	2,0	28,2
	B ₂	40–60	1,5	7,4	60	54	7,5	5,9	33,6
	BC	60–80	0,8	7,6	57	57	7	5,4	34,8
	C _к	80–100	0,5	7,9	32	73	2,5	5,2	28,6
3	A	0–20	5,0	6,5	170	108	13	8,2	38,8
	B ₁	20–40	4,0	6,7	150	82	13,4	11,2	29,3
	B ₂	40–60	3,6	6,7	120	64	9,0	31,8	26,5
	B	60–80	1,3	6,7	32	57	7,0	11,6	25,6
	C _к	80–100	0,4	7,3	18	70	5,0	6,2	18
8	A	0–20	3,6	7,1	150	62	6,0	2,0	38,6
	B	20–40	3,7	7,1	107	55	9,5	1,6	35,5
	B ₂	40–60	1,2	7,4	87	40	11	3,2	34,2
	BC	60–80	0,4	7,7	5	37	8,5	3,2	19,9
	C _к	80–100	0,4	7,4	7	38	10,5	2,6	15,6
10	A	0–20	6,0	6,6	194	102	17,4	1,7	35,3
	B ₁	20–40	2,9	7,0	150	72	16,9	1,3	43,1
	B ₂	40–60	4,0	7,4	34	65	13,0	0,6	43,4
	BC	60–80	1,1	7,7	21	57	8,5	2,7	40
	C _к	80–100	0,9	7,8	18	59	7,0	3,8	37
12	A	0–20	2,4	7,3	75	140	10,5	0,8	31,4
	B ₁	20–40	1,1	7,5	37	102	12	0,3	34,8
	B ₂	40–60	0,8	7,7	32	95	11	1,1	32,3
	BC	60–80	0,5	7,9	24	103	7	3,3	32,1
	C _к	80–100	0,4	8	14	101	4	5	27
17	A	0–20	1,8	7,6	65	87	4,5	1	25,6
	B ₁	20–40	1,3	7,6	38	54	4	4,7	26,6
	B ₂	40–60	0,7	7,9	25	52	4,5	12,3	11
	BC	60–80	0,6	8,2	10	44	6	0,3	20,3
	C _к	80–100	0,5	8,1	17	49	3,5	14	32,1

Выявлялось существенное снижение содержания серы в пахотном слое агропочв (0–20 см) между фоновым содержанием и данными 2024 года. Также вниз по профилю

фиксирувалось повышение аккумуляции элемента, что, вероятно, было обусловлено подщелачиванием реакции среды с горизонтов В₂-С.

В пахотном слое черноземов обыкновенных найдена значимая зависимость аккумуляции сульфатной серы от динамики содержания гумуса ($r = 0,75$) и реакции среды ($r = -0,63$). В распределении сульфатной серы по профилю (0–100 см) отмечалась отрицательная корреляционная связь с гумусом ($r = -0,65$), положительная с реакцией среды ($r = 0,62$), отрицательная – с подвижным фосфором и обменным калием ($r = -0,55$ и $r = -0,53$ соответственно).

В пахотном слое агросерых почв среднее содержание сульфатной серы достоверно снижалось с момента закладки на 4,3–5,3 мг/кг почвы относительно фона и соответствовало низкому уровню обеспеченности (таблица 4).

Таблица 4
Профильное распределение сульфатной серы в серых лесных почвах, мг/кг почвы

Table 4
Profile distribution of sulphate sulfur in gray forest soils, mg/kg of soil

Номер ру	Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pHкCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄		< 0,01, %
							фон	2024	
					мг/кг почвы				
Светло-серая лесная									
4	A ₁	0–20	3,5	5,4	206	78	9,5	4,2	41,5
	A ₁ A ₂	20–40	1,3	5,5	258	80	11,0	4,5	36,6
	B	40–60	0,5	5,9	321	58	7,5	3,9	28,3
	BC _к	60–80	0,4	6,0	229	56	7,5	1,6	24,9
	C _к	80–100	0,4	6,4	180	52	7,0	1,4	22,1
Темно-серая лесная									
19	A ₁	0–20	3,0	7,1	208	106	5,5	0,9	32,4
	A ₁ A ₂	20–40	1,8	7,0	186	92	5,0	1,1	25,9
	B	40–60	0,6	6,7	274	81	4,0	0,1	34,4
	BC	60–80	0,4	6,5	370	85	3,0	0,2	21,9
	C _к	80–100	0,3	6,4	410	81	4,0	0,4	24,9

Данные таблицы иллюстрируют значительное снижение содержания гумуса в профиле агросерых почв. Весьма существенное влияние на содержание минеральной серы в данных почвах оказывала реакция среды почвенного раствора, определяя степень ее растворимости и подвижности. По почвенному профилю отмечалась положительная зависимость с гумусом ($r = 0,70$), с подвижным фосфором и обменным калием ($r = 0,62$ и $r = 0,79$ соответственно).

Анализ данных по применению органических и минеральных удобрений, в отличие от органических, в сельскохозяйственных предприятиях юга Красноярского края обнаружил значительный рост использования минеральных удобрений за последний пятилетний период (рисунок 1).

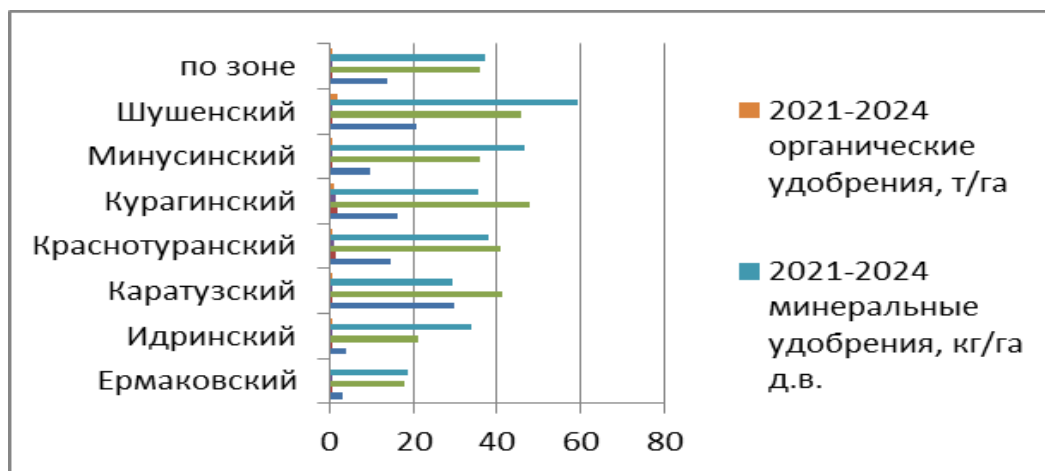


Рисунок 1. Применение минеральных и органических удобрений под зерновые культуры по южным районам Красноярского края

Figure 1. Application of mineral and organic fertilizers for grain crops in the southern regions of the Krasnoyarsk Territory

В то же время соотношение применяемых минеральных удобрений по N:P:K неудовлетворительное. Наблюдалось смещение в сторону азотных удобрений. Доля использования серосодержащих удобрений составляла 1–26 % в зависимости от района юга Красноярского края, поэтому питание сельскохозяйственных культур осуществлялось за счет естественного плодородия агропочв региона.

Таким образом, анализ данных выявил существенные отличия в обеспеченности сульфатной серой подтипов черноземов и серых лесных почв в зависимости от следующих факторов: 1) уровня применения удобрений; 2) возделываемой культуры-предшественника; 3) агрохимических показателей – реакция почвенной среды, содержание нитратного азота 4) гранулометрического состава; 5) особенностей распределения серы по профилю.

Рассмотрим влияние минеральных удобрений и культур предшественников на формирование обеспеченности подвижной сульфатной серой агропочв реперных участков за анализируемый период наблюдений (1994–2024 годы) по двум фонам – «удобренному» и «без удобрений». На черноземах выщелоченных среднесуглинистого гранулометрического состава выявлена прямая зависимость содержания сульфатной серы в пахотном слое от применения минеральных удобрений ($r = 0,79$).

На удобренном фоне при внесении стартовой дозы удобрений наблюдалось повышение уровня содержания серы до среднего на РУ5, РУ7, РУ11 и РУ16, высокого – РУ13. В условиях «без удобрений» выявлен низкий уровень содержания элемента (таблица 5).

Самый низкий уровень содержания серы отмечался по неудобренному фону на РУ11 и РУ16, где почва характеризовалась невысоким содержанием гумуса, причем обнаруживалась положительная связь между содержанием серы и гумусом, свидетельствующая о биогенном накоплении элемента. Наиболее отчетливо аккумуляция серы наблюдалась на удобренном фоне РУ5 и РУ13. Здесь содержание гумуса соответствовало высокому уровню, положительно влияя на концентрацию сульфатной серы.

Таблица 5

Влияние минеральных удобрений на содержание подвижной серы (мг/кг)
в черноземах выщелоченных среднесуглинистых (0–20 см), $t_{0,5} = 2,045–2,074$

Table 5

Effect of mineral fertilizers on the content of mobile sulfur (mg/kg) in leached medium loamy
chernozems (0-20 cm), $t_{0,5}=2.045 - 2.074$

Реперные участки	РУ5		РУ7		РУ11		РУ13		РУ16	
Фон	б/у [*]	уд. ^{**}	б/у	уд.	б/у	уд.	б/у	уд.	б/у	уд.
Среднее (1994–2024 годы)	4,8	10,2	3,9	8,7	3,4	9,7	5,8	15,1	3,7	9,5
t _{факт.}	4,12 ^{***}		3,65		5,63		3,29		2,66	
Примечание –* без удобрений; ** удобренный фон; *** здесь и далее: жирным выделены достоверные различия										

Кроме того, для этих почв выявлена положительная зависимость от реакции почвенного раствора. Вероятно, систематическое внесение минеральных удобрений на почвах суглинистого гранулометрического состава обусловило благоприятные условия сульфатификации и аккумуляцию доступной серы.

К тому же на накопление подвижной серы большое влияние оказывал уровень обеспеченности агропочв нитратным азотом.

Так, по «удобренному» и «неудобренному» фонам черноземов среднесуглинистых зависимость была положительная, тогда как на тяжелосуглинистых разновидностях по зерновому предшественнику – отрицательная. При чередовании в севооборотах зерновых культур и культур, возделываемых на силос (кукуруза) отмечалась положительная роль минерального азота в сульфатификации ($r = 0,63$).

Влияние фактора «предшественник» определило неодинаковый уровень накопления подвижной серы. Так, по зерновым культурам значимую роль обусловила динамика нитратного азота ($r = 0,89$). Возделывание кукурузы на силос и люцерны выявило существенное влияние реакции среды на накопление серы ($r = 0,70$).

Урожайность сельскохозяйственных культур – интегральный показатель, определяющий накопление и вынос подвижной серы в пахотном слое агропочв. Величина урожайности зерновых культур определялась напряженностью превращений серосодержащих соединений: на «удобренном» фоне – $r = -0,63–0,79$, по «неудобренному» – $r = 0,5$.

Полученные данные согласуются с результатами [10, 11], утверждающими, что чем выше уровень азотного питания, тем больше потребность растений в сере. Возделывание кукурузы при внесении минеральных удобрений определило положительное совместное влияние на формирование зеленой биомассы ($r = 0,7–0,8$), рисунки 2-3.

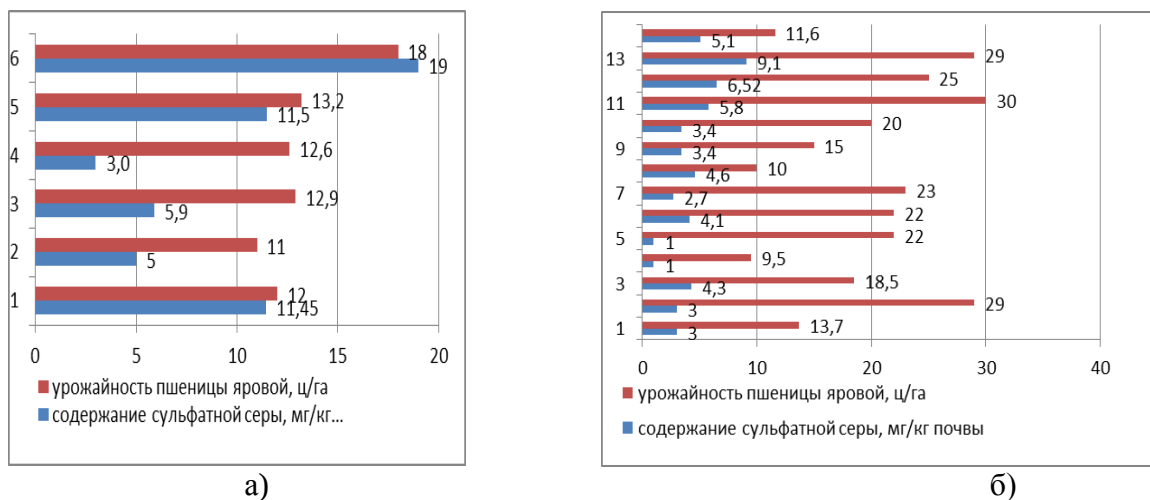


Рисунок 2. Зависимость урожайности зерновых от содержания серы по удобренному (а) и неудобренному (б) фону на реперном участке 7

Figure 2. The dependence of grain yields on the sulfur content of the fertilized (a) and non-fertilized (b) background at the reference site 7

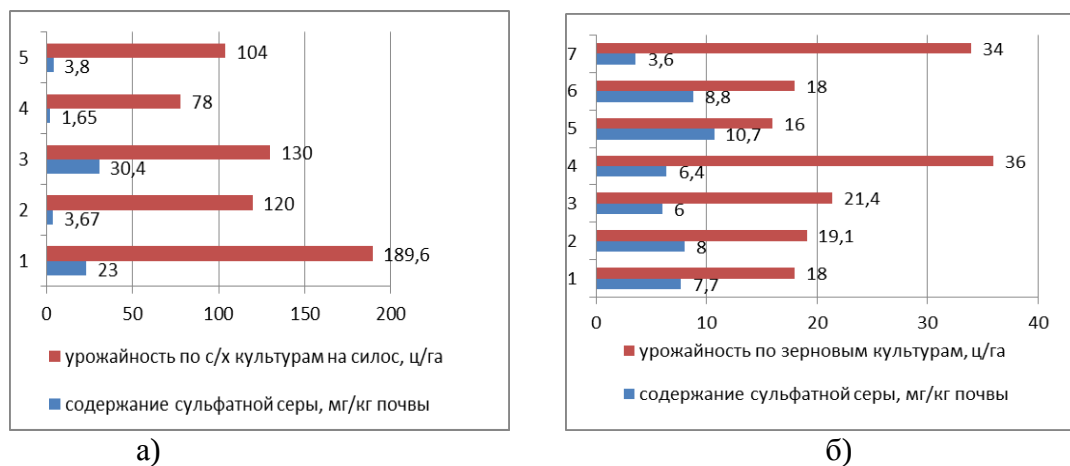


Рисунок 3. Зависимость урожайности кукурузы на силос от накопления сульфатной серы по «удобренному» (а) и неудобренному (б) фону РУ 13

Figure 3. Dependence of corn yield for silage on the accumulation of sulphate sulfur from the "fertilized" (a) and non-fertilized (b) background of RS 13

Анализ обеспеченности минеральной серой черноземов обыкновенных в условиях «удобренного» и «неудобренного» фонов выявил сходную тенденцию с черноземами выщелоченными. Многолетнее возделывание сельскохозяйственных культур без применения минеральных удобрений сопровождалось дефицитом сульфатной серы (таблица 6).

Таблица 6
Динамика изменения содержания подвижной серы (мг/кг) в черноземе обыкновенном (0–20 см), $t_{0,5} = 2,045\text{--}2,075$

Table 6
Dynamics of changes in mobile sulfur content in ordinary chernozem, $t_{0,5} = 2,045 - 2,075$

Фактор	РУ1*		РУ3**		РУ8**		РУ10**		РУ12*		РУ17*	
Фон	б/у	уд.	б/у	уд.	б/у	уд.	б/у	уд.	б/у	уд.	б/у	уд.
Среднее (1994–2024 годы)	6,4	12,0	4,4	12,4	3,1	8,6	3,8	9,4	3,7	13,3	3,2	8,9
$t_{\text{факт.}}$	2,73		2,57		4,13		3,2		6,9		2,9	

Примечание – * легкосуглинистые почвы, ** среднесуглинистые почвы

Далее рассмотрим влияние гранулометрического состава, реакции среды и содержания нитратного азота на динамику содержания элемента питания.

Систематическое внесение минеральных удобрений на черноземах обыкновенных легкосуглинистого гранулометрического состава реперного участка РУ1 обнаруживало слабую положительную корреляцию подвижной серы от реакции почвенной среды и слабую – от уровня обеспеченности пахотного горизонта нитратным азотом.

По «неудобренному» фону складывалась иная тенденция. Здесь на накопление серы, напротив, оказывала влияние реакция почвенного раствора. При ее нейтрализации наблюдалось накопление данного элемента ($r = 0,73$). Результаты исследований [12] показали, что в аридных условиях карбонаты кальция в почвах легкого гранулометрического состава стимулировали разложение гумуса. Недостаточное питание сельскохозяйственных растений серой снижало эффективность использования азота из удобрений растениями.

Фактор «предшественник» на агрочерноземах среднесуглинистого гранулометрического состава определил значительную роль в накоплении серы на сравниваемых реперных участках по «неудобренному» фону (таблица 7).

Таблица 7
Влияние минеральных удобрений на содержание подвижной серы (мг/кг) в черноземах обыкновенных легкосуглинистых (А) и среднесуглинистых (Б) в зависимости от фона и предшественника (0–20 см), $t_{0,5} = 2,1\text{--}2,6$

Table 7
The effect of mineral fertilizers on the content of mobile sulfur (mg/kg) in ordinary light loamy (A) and medium loamy (B) chernozems, depending on the background and precursor, $t_{0,5} = 2,1 - 2,6$, (0-20 cm)

Факторы: культура, фон	Пшеница яровая		t _{факт.}	Овес		t _{факт.}	Кукуруза		t _{факт.}
	б/у	уд.		б/у	уд.		б/у	уд.	
А									
РУ1	6,8	11,6	9,4	5,5	13,2	12,5	–	12,2	–
РУ12	4,5	–	–	5,6	–	–	–	–	–
РУ17	6,0	–	–	–	–	–	3,5	–	–
НСР _{0,5}	0,1	–	–	–	–	–	–	–	
Б									
РУ3	6,8	17,8	16,1	2,5	–	–	5,3	10,0	9,2
РУ8	3,4	6,8	5,4	2,7	12,5	6,8	–	8,3	–
РУ10	2,7	12,5	–	3,5	6,8	6,7	–	–	–
НСР _{0,5}	0,2	0,5	–	0,5	1,0	–	–	0,3	–

При внесении минеральных удобрений в почву по всем предшественникам наблюдалось достоверное накопление сульфатной серы, подтверждающее механизм высвобождения минеральной серы из труднорастворимых соединений в результате внесения физиологически кислых форм азотных удобрений. Так, на «удобренном» фоне на накопление подвижной серы оказывало влияние содержание нитратного азота и реакция почвенного раствора ($r = 0,8$). В условиях «неудобренного» фона поиск корреляционных зависимостей выявил, что накопление сульфатной серы не определялось этими агрохимическими условиями.

На урожайность зерновых культур уровень обеспеченности подвижной серой не оказывала существенное влияние (рисунок 4.).

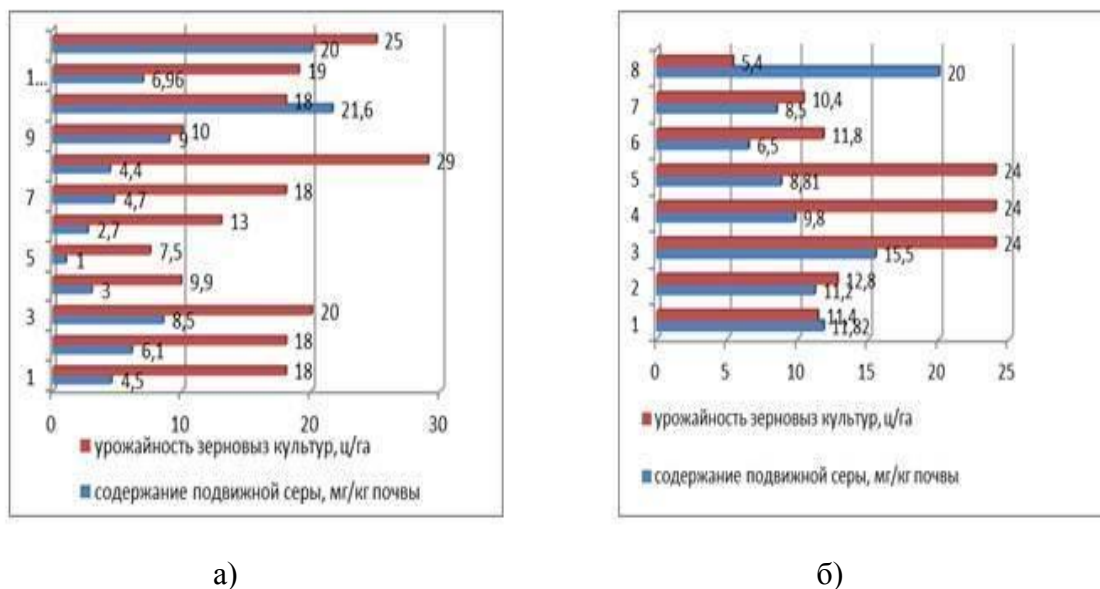


Рисунок 4. Зависимость урожайности зерновых культур от накопления сульфатной серы по «неудобренному» (а) и удобренному (б) фонам на РУ1

Figure 4. The dependence of grain yields on the accumulation of sulphate sulfur by “non-fertilized” (a) and fertilized (b) backgrounds on RS1

На земельном массиве РУ17 урожайность полевых культур определялась аккумуляцией серы в пахотном 0–20 см слое почвы ($r = -0,76$). Для зерновых культур наблюдалась сходная тенденция (рисунок 5).

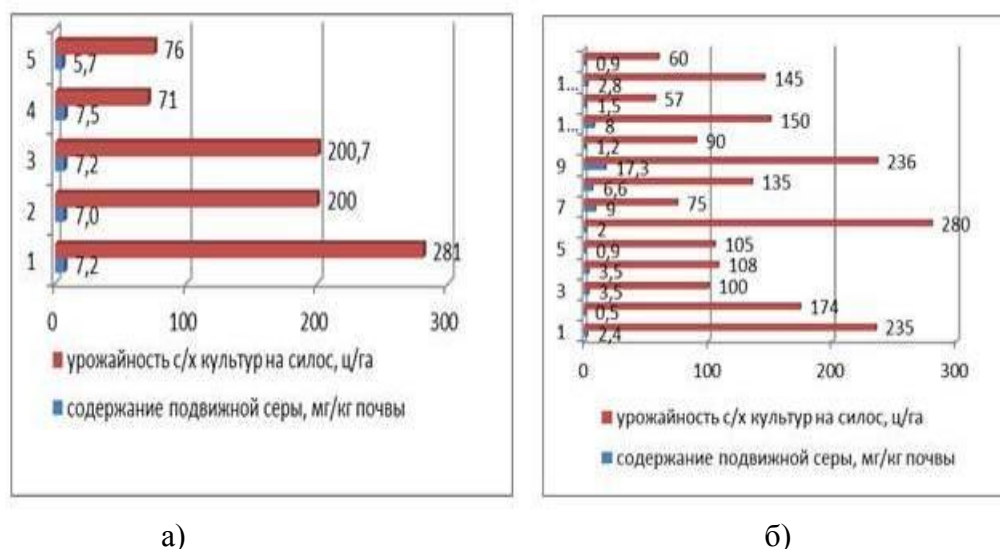


Рисунок 5. Зависимость урожайности кукурузы от накопления сульфатной серы по «удобренному» (а) и «неудобренному» (б) фону на РУ17
Figure 5. Dependence of the accumulation of sulphate sulfur on the yield of agricultural crops for silage on the “fertilized” (a) and non-fertilized (b) background on RS17

На черноземе обыкновенном среднесуглинистого гранулометрического состава выявлено, что по «удобренному» фону содержание подвижной серы напрямую определялось реакцией среды ($r = 0,45$). Очевидно, при нейтрализации почвенного раствора возрастает активность гетеротрофных микроорганизмов, минерализующих гумусовые вещества, поэтому сера частично переходила в почвенный раствор в форме сульфата – наблюдалось существенное накопление ее в почве. Динамика содержания подвижной серы по «неудобренному» фону «умеренно» определялась процессами нитратонакопления ($r = 0,57$).

Урожайность яровых зерновых культур находилась в корреляционной связи с содержанием серы в пахотном слое агропочв (рисунок 6).

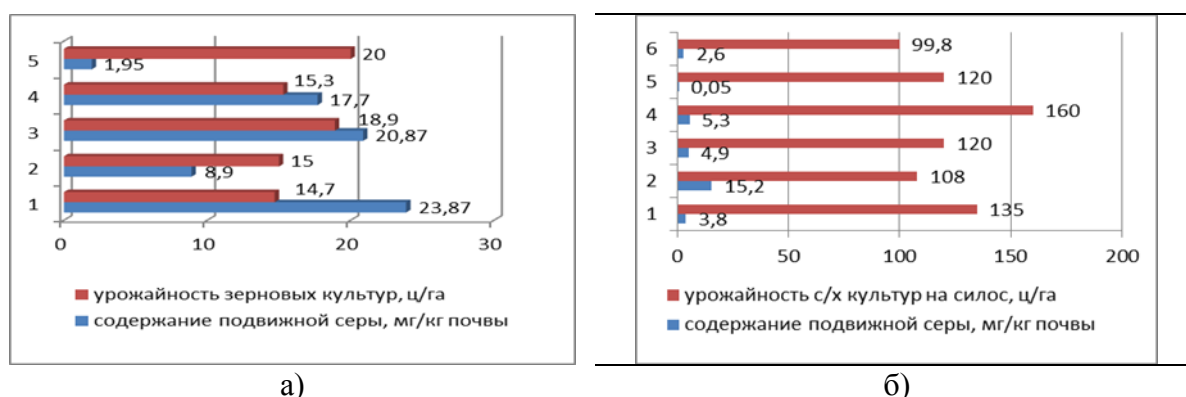


Рисунок 6. Зависимость урожайности зерновых культур от накопления сульфатной серы по «удобренному» фону (а) и кукурузы на силос от накопления сульфатной серы по «неудобренному» фону (б) на РУ3
Figure 6. The dependence of grain yields on the accumulation of sulphate sulfur from the “fertilized” background (a) and corn for silage on the accumulation of sulphate sulfur from the “non-fertilized” background (b) on RS3

Например, по «удобренному» фону данная зависимость оказалась сильной обратной ($r = -0,82$). При высокой урожайности зерновых культур дефицит серы проявлялся и при внесении удобрений. Вероятно, фактором, обуславливающим урожайность и качество продукции зерновых культур, являлся дефицит продуктивной влаги в почве. При возделывании полевых культур без применения удобрений наблюдалась сходная, но менее статистически значимая тенденция.

Фактор «предшественник» на «неудобренном» фоне продемонстрировал, что после зерновых культур наблюдалась высокая зависимость содержания сульфатной серы от концентрации минерального азота ($r = 0,78-0,90$).

Отметим, что достоверное влияние на накопление серы оказывал гранулометрический состав агрочерноземов: на легкосуглинистом – выявлена положительная зависимость содержания серы от реакции среды ($r = 0,65$), тогда как на среднесуглинистом – она не обнаруживалась. Вероятно, увеличение концентрации сульфатов было сопряжено и с повышенной емкостью поглощения почвы. На почвах легкого гранулометрического состава содержание серы оказывало значимое влияние на урожайность ($r = 0,99$).

Результаты по обеспеченности светло-серой агропочвы по «удобренному» и «неудобренному» фонам характеризовались достоверными отличиями (таблица 8).

Таблица 8

Влияние минеральных удобрений на содержание подвижной серы (мг/кг)
в серой лесной почве, $t_{0,5} = 2,045-2,075$

Table 8

Effect of mineral fertilizers on the content of mobile sulfur (mg/kg) in gray forest soil,
 $t_{0,5} = 2.045-2.075$

Фактор	РУ4*		РУ19**	
Фон	б/у	уд.	б/у	уд.
Среднее (1994–2024 годы)	2,8	11,8	4,8	6,4
t _{факт.}	2,93		0,97	
Примечание – * светло-серая лесная почва; ** темно-серая лесная почва				

Интересно отметить, что в условиях применения удобрений наблюдалась отрицательная зависимость между содержанием сульфатной серы и подвижным фосфором ($r = -0,79$). Вероятно, подкисление реакции среды сопровождалось связыванием сульфатов коллоидами почвы. Адсорбированные сульфаты также могли довольно интенсивно замещаться фосфатами. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований [13] и указывают на возможность вытеснения сульфатов из верхнего почвенного слоя фосфатами минеральных и органических удобрений.

Большое влияние по «неудобренному» фону на содержание серы в пахотном слое оказывала реакция почвенного раствора ($r = 0,70$). Отмечена и положительная корреляция с культурами, используемыми на зеленую массу ($r = 0,88$) при внесении минеральных удобрений (рисунки 7-8).

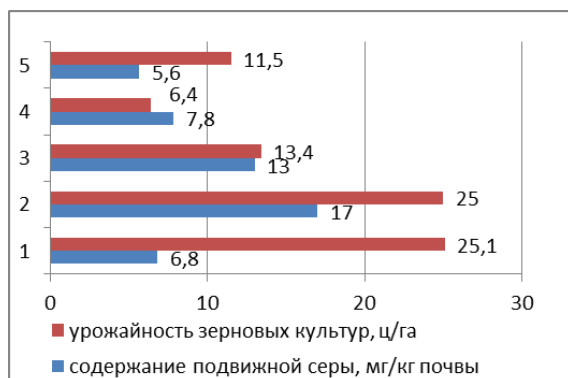


Рисунок 7. Зависимость содержания серы от урожайности зерновых культур на реперном РУ4 по «удобренному» фону

Figure 7. Dependence of the sulfur content on the yield of grain crops on reference RS 4 on the fertilized background

В условиях темно-серой почвы обнаружился ряд отличий. Использование минеральных и органических удобрений не оказывало существенного влияния на содержание сульфатной серы. Для данных агропочв была выявлена отрицательная корреляция подвижных соединений серы с гумусом ($r = -0,72$), обусловленная увеличением доли соединений серы, входящей в молекулы специфических гумусовых веществ, соответственно утративших свойства подвижности.

Фактор «предшественник» для анализируемых почв выявил незначительную дисперсию содержания минеральной серы. При этом по «удобренному» фону значительные изменения найдены для овса и кукурузы. По зерновому предшественнику выявлена высокая положительная связь подвижной серы с реакцией среды ($r = 0,76$), а смещение реакции среды почвенного раствора способствовало накоплению серы в пахотном слое почвы. Повышение содержания нитратного азота по данному предшественнику сопровождалось высоким выносом элементов питания и приводило к угнетению накопления серы ($r = -0,99$).

Максимальный прирост в содержании серы отмечался на РУ19 по кукурузе. За анализируемый период зафиксировано наиболее низкое содержание гумуса и смещение реакции почвенного раствора в диапазон нейтральных значений (таблица 9).

Таблица 9

Изменения содержания серы в серой лесной почве по предшественникам, $t_{0,5} = 2,44-2,78$

Table 9

Changes in sulfur content in gray forest soil by precursors, $t_{0,5} = 2,44-2,78$

Фактор: культура, фон	Пшеница яровая		$t_{\text{факт.}}$	Овес		$t_{\text{факт.}}$	Кукуруза		$t_{\text{факт}}$
	б/у	уд.		б/у	уд.		б/у	уд.	
РУ4	2,1	—	—	4,1	9,0	7,5	—	9,3	—
РУ19	2,7	5,4	3,3	1,2	—	—	2,3	11,1	4,9

Корреляционная зависимость урожайности зерновых культур от содержания се-

ры в условиях применения удобрений фиксировалась как высокая и обратная ($r = -0,91$), по «неудобренному» фону – как средняя ($r = -0,41$), рисунки 9-10.

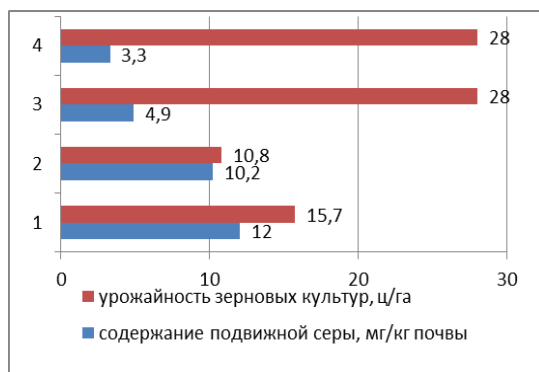


Рисунок 9. Зависимость урожайности зерновых культур от содержания серы на реперном РУ19 по удобренному фону
Figure 9. Dependence of the sulfur content on the yield of grain crops on reference ore by fertilized background

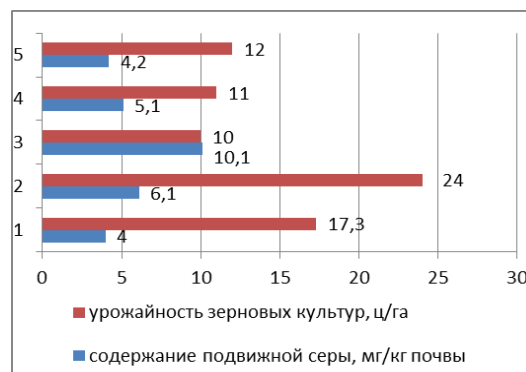


Рисунок 10. Зависимость урожайности зерновых культур от содержания серы на реперном РУ19 без удобрений
Figure 10. Dependence of the sulfur content on the yield of grain crops on reference ore without fertilizers

Предполагаем, что в почвах с низким содержанием гумуса внесение удобрений стимулировало повышение ее биологической активности и частичному связыванию сульфатов микробной биомассой, что сопровождалось дефицитом серы и нитратного азота в почве.

Закключение. Распределение сульфатной серы в почвенном профиле агропочв лесостепной зоны Южно-Минусинского округа характеризовалось понижением концентрации вниз по профилю и зависело от уровня содержания гумуса, подвижного фосфора и реакции среды почвенного раствора. Уровень обеспеченности подвижной серой агропочв лесостепной зоны Южно-Минусинского округа зависит от применения минеральных и органических удобрений. Значительное влияние на накопление серы на черноземных почвах оказывала культура-предшественник. По зерновому предшественнику на почвах легкого гранулометрического состава на аккумуляцию серы влияла реакция почвенного раствора, а по кукурузе, выращиваемой на силос, – содержание нитратного азота. При тяжелосуглинистом гранулометрическом составе по зерновому предшественнику выявлена обратная корреляция подвижной серы с нитратным азотом. Для черноземов легкосуглинистого гранулометрического состава характерна положительная связь между содержанием минеральной серы с гумусом и реакцией почвенного раствора. Уровень обеспеченности серых лесных почв подвижной серой соответствовал низкому. Выявлена отрицательная связь между содержанием сульфатной серы с гумусом и сильная прямая – с нитратным азотом по «удобренному» фону. На обеспеченность агропочв южных районов Южно-Минусинской лесостепной природной зоны подвижной серой значительное влияние оказывали агрохимическое состояние почвы и минеральные удобрения. Таким образом, без дополнительного внесения серосодержащих удобрений невозможно эффективно возделывать основные сельскохозяйственные культуры в регионе.

Список источников

1. Жуйков Д. В. Сера и микроэлементы в агроценозах (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 32–40. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11105
2. Аристархов А. Н. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 5. С. 39–47. EDN: WWHKFX
3. Влияние минеральных удобрений на баланс серы в севооборотах с различными видами паров / С. И. Новоселов, А. В. Иванова, Н. И. Толмачев и др. // Агрохимия. 2016. № 6. С. 16–19. EDN: ZMOCUN
4. Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края: науч.-практ. рекомендации / Е. В. Алхименко, Е. Н. Белоусова, О. Н. Вебер и др. Красноярск, 2020. 48 с. EDN: GDBNWL
5. Клостер, Н. И. Эффективность серосодержащих удобрений на озимой пшенице в Центрально-Черноземной зоне России / Н. И. Клостер, В. Б. Азаров, В. В. Латкова и др. // Агрохимический вестник. 2023. № 1. С. 19–22. EDN: DZXTXI
6. Черкасов Е. А., Лобачёв Д. А., Захарова Д. А. Содержание подвижной серы в почвах сельскохозяйственных угодий Ульяновской области // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1 (41). С. 54–59. EDN: UNTVYB
7. Волошин Е. И., Сергеев А. П., Юферова Е. В. Сера в почвах Минусинской лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 57–64. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-56-64
8. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / Р. В. Алхименко, А. М. Берзин, А. В. Бобровский и др. Красноярск, 2015. 591 с. EDN: YLAGEK
9. Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках / В. Г. Сычев, А. В. Кузнецов, А. В. Павлихина и др. М.: Изд-во Росинформагротех, 2006. 76 с. EDN: QKYECN
10. Патрина М. С. Роль серосодержащих удобрений в оптимизации минерального питания серой лесной и дерново-подзолистой почвах Красноярской подтайги // Вестник КрасГАУ. 2011. № 10. С. 40–45. EDN: OIGGJV
11. Лукин С. В., Жуйков Д. В. Мониторинг содержания серы в почвах, растениях и органических удобрениях // Земледелие. 2019. № 2. С. 10–12. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10202
12. Донская О. Л., Николаева З. Н. Экологическая оценка агроэкосистем юга Средней Сибири. Изд-во Хакасского гос. ун-та им. Н. Ф. Катанова. Абакан, 2008. 174 с. EDN: QKRQAF
13. Якименко В. Н., Бойко В. С. Изменение содержания форм серы в почвах полевых опытов в Западной Сибири // Агрохимия. 2022. № 11. С. 3–12. DOI: 10.31857/S0002188122110114

References

1. Zhuikov D.V. Sulfur and trace elements in agroecosystems (review) // Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. 2020. Vol. 34. No. 11. P. 32-40. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11105.
2. Aristarkhov A.N. Sulfur in agroecosystems of Russia: monitoring of soil content and effectiveness of its application // International Agricultural Journal. 2016. No. 5. P. 39-47. EDN: WWHKFX
3. The influence of mineral fertilizers on the sulfur balance in crop rotations with various types of vapors / S.I. Novoselov, A.V. Ivanova, N.I. Tolmachev et al. // Agrochemistry. 2016. No. 6. P. 16-19. EDN: ZMOCUN.
4. Kloster, N.I. The effectiveness of sulfur-containing fertilizers on winter wheat in the Central Chernozem zone of Russia / N.I. Kloster, V.B. Azarov, V.V. Latkova et al. // Agrochemical Bulletin. 2023. No. 1. P. 19-22. EDN: DZXTXI.
5. Cherkasov E.A., Lobachev D.A., Zakharova D.A. Mobile sulfur content in soils of agricultural lands of the Ulyanovsk region // Bulletin of the Ulyanovsk Agricultural Academy. 2018. No. 1(41). P. 54-59. EDN: UNTVYB.

6. Ways to preserve and increase soil fertility in the Krasnoyarsk Territory: scientific and practical recommendations / E.V. Alkhimenko, E.N. Belousova, O.N. Weber et al. Krasnoyarsk, 2020. 48 p. EDN: GDBNWL.
7. Voloshin E. I., Sergeev A. P., Yuferova E. V. Sulfur in the soils of the Minusinsk forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory // Bulletin of KrasGAU. 2021. No. 2. P. 57-64. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-56-64.
8. The agricultural system of the Krasnoyarsk Territory on a landscape basis: scientific and practical recommendations / R.V. Alkhimenko, A.M. Berzin, A.V. Bobrovsky et al. Krasnoyarsk, 2015. 591 p. EDN: YLAGEK.
9. Methodological guidelines for conducting local monitoring at reference and control sites / V.G. Sychev, A.V. Kuznetsov, A.V. Pavlikhina et al. Moscow: Publishing House of Rosinformagrotech, 2006. 76 p. EDN: QKYECN.
10. Patrina M.S. The role of sulfur-containing fertilizers in optimizing mineral nutrition in gray forest and sod-podzolic soils of the Krasnoyarsk subtaiga // Bulletin of KrasGAU, 2011, No. 10, P. 40-45. EDN: OIGGJV.
11. Lukin S.V., Zhuikov D.V. Monitoring of sulfur content in soils, plants and organic fertilizers // Agriculture. 2019. No. 2. P. 10-12. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10202
12. Donskaya O.L., Nikolaeva Z.N. Ecological assessment of agroecosystems in the south of Central Siberia. Publishing house of the N.F. Katanov Khakass State University. Abakan, 2008. 174 p. EDN: QKRQAF.
13. Yakimenko V. N., Boyko V.S. Changes in the content of sulfur forms in the soils of field experiments in Western Siberia // Agrochemistry. 2022. No. 11. P. 3-12. DOI: 10.31857/S0002188122110114.

Сведения об авторах

Екатерина Владимировна Юферова, аспирант Красноярского государственного аграрного университета, Красноярск, Россия; Телефон: +7 923 281-46-73, e-mail: ekaterinagoryaewa@yandex.ru, ORCID 0009-0003-5170-4032

Белюсова Елена Николаева, кандидат биологических наук, доцент, Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия, Телефон: +7 923 281-46-73, e-mail: svoboda57130@mail.ru, ORCID 0009-0007-1582-6998

Information about the authors

Ekaterina V. Yuferova, graduate student, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia; Workplace: Minusinsk branch of the Russian Agrochemical Service, Minusinsk, Russia Tel. 89232814673 E-mail: ekaterinagoryaewa@yandex.ru ORCID 0009-0003-5170-4032

Belousova Elena Nikolaeva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia, e-mail:svoboda57130@mail.ru ORCID 0009-0007-1582-6998

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 25.12.2025; одобрена после рецензирования 11.01.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 25.12.2025; approved after reviewing 11.01.2026; accepted for publication 17.03.2026.

Юферова Е. В., Белюсова Е. Н.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 43-56
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 43-56

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.5.033:636.084:612.015.3:633.367.2

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.1.19.2026

**ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ
И МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН (LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L.)
ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО**

Николай Васильевич Гапонов¹, Ангелина Руслановна Крылова²

¹Всероссийский НИИ люпина - филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Россия, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Берёзовая, 2.

²ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

Аннотация. В настоящем исследовании рассматривается актуальность применения люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) без оболочки в кормлении цыплят-бройлеров, которые используются как биологические модели для изучения влияния нутриентов узколистного люпина, в особенности белка, в структуре полнорационных комбикормов на ключевые биохимические показатели крови, зоотехнические показатели, степень усвояемости питательных веществ и суточный азотный баланс в организме подопытной птицы. Установлено, что включение в состав комбикормов 11, 13 и 23 % люпина без оболочки позволило частично или полностью заменить дорогостоящие белковые корма, такие как рыбная мука, жмых, шрот и т. п.; сбалансировать рецепты комбикормов по сырому протеину, а также обеспечить увеличение привеса живой массы у опытных групп, по сравнению с контролем, соответственно на 2,22; 3,18 и 4,14 %. Максимально эффективный уровень конверсии азота корма в белок мышечной ткани у бройлеров обеспечили экспериментальные полнорационные комбикорма, что позволило опытным группам увеличить ретенцию азота в организме: во 2-й группе – на 3,73 %, в 3-й группе – на 5,04 % и в 4-й группе – на 7,25 %, а также более эффективно использовать азот от потребленного количества: во 2-й группе – на 1,58 %, в 3-й – на 2,18 %, в 4-й группе – на 3,02 %. Эффективнее использовался азот: во 2-й группе – на 1,71 %, в 3-й – на 2,18 %, в 4-й группе – на 2,99 %. Физиологические исследования показали улучшенную переваримость клетчатки в опытных группах (группы 2, 3, 4) на 1,01; 1,88 и 2,40 % соответственно. Сырой жир во 2, 3 и 4-й опытных группах усваивался эффективнее на 0,82; 1,23 и 2,38 % соответственно. Коэффициенты переваримости протеина, БЭВ и усвоение Са и Р также были выше в опытных группах. Данные биохимического анализа крови и активности ферментов не выявили патологических изменений. Все показатели оставались в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии и метаболическом профиле цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: люпин узколистный, ретенция, абсорбция, конверсия, анаболизм, фермент, метаболизм, протеин.

Для цитирования: Гапонов, Н.В., Крылова А. Р. Показатели продуктивности и метаболический профиль цыплят-бройлеров при использовании в рационе (*Lupinus angustifolius* L.) люпина узколистного // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 43-56. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

PRODUCTIVITY INDICATORS AND METABOLIC PROFILE OF BROILER CHICKENS IN RESPONSE TO DIETARY INCLUSION OF NARROW- LEAF LUPIN (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.)

Nikolai V. Gaponov¹, Angelina R. Krylova²

¹All-Russian Scientific Research Institute of Lupine – a branch of the Federal Research Center “All-Russian Williams Fodder Research Institute”, Russia, Bryansk Region, Bryansky District, Michurinsky, Berezovaya St., 2.

²FSBEI HE “Stavropol State Agrarian University”, Russia, Stavropol, Zootekhnicheskii Ln., 12.

Abstract. This study examines the relevance of using narrow-leaf lupine (*Lupinus angustifolius* L.) without shell in feeding broiler chickens, which are used as biological models for studying the effect of narrow-leaf lupine nutrients, especially protein, in the structure of complete compound feeds on key biochemical parameters of blood, zootechnical parameters, the degree of digestibility of nutrients and the daily nitrogen balance in the body of experimental poultry. It was found that the inclusion of 11, 13 and 23% of dehulled lupine in the composition of compound feeds made it possible to partially or completely replace expensive protein feeds, such as fish meal, oilcake, meal, etc.; balance compound feed recipes for crude protein, and ensure an increase in live weight gain in the experimental groups, compared to the control, by 2,22; 3,18 and 4,14%, respectively. The most effective level of conversion of feed nitrogen into muscle protein in broilers was ensured by the experimental complete compound feeds, which allowed the experimental groups to increase nitrogen retention in the body: in the 2nd group – by 3,73%, in the 3rd group – by 5,04% and in the 4th group – by 7,25%, and also to use nitrogen more efficiently from the consumed amount: in the 2nd group – by 1,58%, in the 3rd – by 2,18%, in the 4th group – by 3,02%. Nitrogen was used more efficiently: in the 2nd group – by 1,71%, in the 3rd – by 2,18%, in the 4th group – by 2,99%. Physiological studies showed improved fiber digestibility in the experimental groups (groups 2, 3, 4) by 1,01; 1.88 and 2,40%, respectively. Crude fat was digested more efficiently in the 2nd, 3rd, and 4th experimental groups by 0,82%, 1,23%, and 2,38%, respectively. Protein digestibility coefficients, NFE, Ca and P absorption were also higher in the experimental groups. Blood biochemistry and enzyme activity analysis revealed no pathological changes. All parameters remained within physiological norms, indicating good physiological condition and metabolic profile of the broiler chickens.

Keywords: narrow - leaf lupine, retention, absorption, conversion, anabolism, enzyme, metabolism, protein.

For citation: Gaponov, N.V., Krylova A. R. Productivity indicators and metabolic profile of broiler chickens in response to dietary inclusion of narrow leaf lupine (*Lupinus An-*

gustifolius L.) // Agricultural Journal. 2026. № 1 (19). P. 43-56.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.1.19.2026

Введение. В бройлерном птицеводстве ключевым фактором реализации генетически заложенного продуктивного потенциала является кормление, требующее значительных финансовых вложений в кормовую базу. Бройлеры характеризуются интенсивным ростом и набором массы, но для полной реализации этих возможностей необходимо обеспечить их рационом кормления с достаточным количеством питательных веществ, особенно протеина. Основу рационов для цыплят-бройлеров составляют зерновые культуры, рыбная мука, а также соевые и подсолнечные жмыхи и шроты. Однако российское производство соевого шрота не справляется с потребностями, и значительная часть необходимого объема приходится на импорт, поэтому актуальным остается поиск новых кормовых компонентов, которые могли бы обеспечить птицу полноценным протеином. Одной из перспективных стратегий решения проблемы дефицита протеина является использование в рационах бобовых культур. Среди них выделяется люпин узколистный, рассматриваемый как аналог сои с сопоставимым уровнем протеина [1, 2].

В кормопроизводстве применяются селекционные сорта узколистного люпина с пониженным содержанием алкалоидов, разработанные Всероссийским НИИ люпина (г. Брянск). Стоимость узколистного люпина на рынке и затраты на его производство в России в 1,5–2,0 раза ниже, чем у сои. Это обусловлено его лучшей адаптацией к почвенным и природно-климатическим условиям России по сравнению с соей. Люпин узколистный также выделяется среди других культур следующими преимуществами: способностью эффективно фиксировать азот, произрастанием на бедных и кислых почвах, извлечением фосфора из труднодоступных форм и улучшением структуры почвы, а также положительным влиянием на последующие посевы. [3–5].

Для повышения питательной ценности узколистного люпина в рационах для бройлеров рекомендуется удаление оболочки (декортикация). Декортикация узколистного люпина увеличивает содержание белка в его ядре до 45 % и выше. Полученный продукт в безоболочном виде используется в качестве высокопротеинового кормового компонента рационов, содержание протеина в котором на 10 % превышает содержание в исходном сырье, при этом содержание клетчатки снижается до минимального уровня (1,5–5 %). Одновременно на 12 % возрастает обменная энергия, а изменение концентрации протеина приводит к увеличению содержания большинства аминокислот [6–9].

Цель исследования – изучение влияния узколистного люпина в составе полнорационных комбикормов на продуктивность, азотный обмен, усвояемость питательных веществ, а также биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.

Материал и методы исследований. Для реализации намеченных целей исследований на базе предприятия АО «Куриное Царство-Брянск» в Брянской области РФ был организован научно-практический эксперимент. Объектом исследования послужили люпин узколистный сорта «Витязь» (селекция Всероссийского НИИ люпина, г. Брянск) без оболочки, а также цыплята-бройлеры кросса «Кобб 500», отобранные по массе из единого выводка. Условия содержания птицы (освещение, температура и влажность), методы кормления и поения соответствовали рекомендациям ВНИТИП (2015) [10]. В рационах использовался гранулированный комбикорм, отвечающий требованиям ГОСТ Р 51899–2002. Состав комбикормов сбалансировали по основным питательным веществам в соответствии с нормами кормления, рекомендованными ВНИТИП (2018) [11]. Информация о питательности комбикормов представлена в таблице 2.

В конце периода выращивания провели физиологическое исследование по изучению переваримости и использования питательных веществ комбикорма на основе люпина без оболочки (методика ВНИИТиП, Егоров А. И. и др., 2013) [12]. Для этого из 21-суточного цыплёнка-бройлера кросса «Кобб 500» сформировали 4 группы по принципу аналогов (одна – контрольная и три – опытные, таблица 1). В каждой группе содержалось по 20 голов птицы, по 5 голов для индивидуального учета показателей. Экспериментальных цыплят-бройлеров метили кольцами, индивидуально взвешивали и методом случайной выборки распределяли по группам, а затем размещали в переоборудованных клеточных батареях 2Б-3 вивария для проведения физиологических опытов.

Таблица 1

Схема научного опыта

Table 1

Experimental design

Группа	Структура рецептов корма
I – Контроль	ОР – основной рацион хозяйства
II – Опыт	ОР – люпин без оболочки 11 % . Замещены на люпин: соевый шрот – на 30,77 %, подсолнечниковый жмых – на 20 %, рыбная мука – на 8,57 %, кукуруза – на 14,29 % и масло растительное – на 20 %
III – Опыт	ОР – люпин без оболочки 13 % . Замещены на люпин: соевый шрот – на 42,31 %, подсолнечниковый жмых – на 60 %, рыбную муку – на 14,29 %, кукурузу – на 14,29 % и масло растительное – на 40 %
IV – Опыт	ОР – люпина без оболочки 23 % . Замещены на люпин: подсолнечниковый жмых – на 100 %, соевый шрот – на 69,23 %, рыбную муку – на 42,86 %, кукурузу – на 28,57 %, растительное масло – на 60 %

Эксперимент был разделен на два этапа: подготовительный (5 дней) для нивелирования влияния предшествующего кормления и учетный (5 дней). Полученные данные использовали для расчета общих затрат корма и протеина за весь период эксперимента.

В исследованиях применялся люпин узколистый (*Lupinus angustifolius* L.) сорта «Витязь», включенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2011 году. Вегетационный период составляет 82–84 дня. Содержание сырого протеина в семенах насчитывает 35 %, алкалоидов – 0,038 % [13].

Для уменьшения уровня клетчатки люпин подвергали декортикации (снятию оболочки) на дисковом центробежном шелушителе ДШЛ-500д (ООО «Агропродмаш»).

Определение химического состава декортикованного люпина узколистного, а также разработанных на его основе рецептов полнорационных комбикормов и биологических выделений проводилось по общепринятым методикам. Первоначальная влажность определялась в соответствии с ГОСТ Р 57059-2016. Содержание сырой клетчатки устанавливали методом Геннеберга и Штомана, сырой золы – согласно ГОСТ 26226-95, сырого жира – путем экстракции из обезжиренного остатка (ГОСТ 13496.15-2016), протеина – в соответствии с ГОСТ 13496.4-2019, кальция – оксалатным методом (ГОСТ 26570-95), фосфора – колориметрическим методом (ГОСТ 26657-97), а безазотистые

экстрактивные вещества (БЭВ) рассчитывались математически.

Для установления концентрации макро- и микроэлементов, а также аминокислот и витаминов, которые нельзя измерить общепринятыми методами, применяли автоматизированный жидкостный хроматограф Agilent 1100 (производство США) и спектральный анализатор ИНФРАСКАН-М, модель 4200 (разработка и производство ООО «ЭКАН», г. Санкт-Петербург).

По завершении физиологического опыта у каждой группы отобрали по 5 проб крови бройлеров из подкрыльцовой вены с целью проведения биохимического исследования. Биохимический анализ сыворотки крови, включавший оценку общего белка, содержания кальция, фосфора и других параметров, осуществлялся в течение первых 2-3 часов после получения образцов. Использовались реагенты производства «High Technology Inc» (США) и полуавтоматический анализатор BioChem SA того же производителя (США), при строгом соблюдении инструкций и рекомендаций компании.

Обработка результатов осуществлялась в специализированном программном обеспечении GraphPad Prism 8.0. Вычислялись средние арифметические значения и соответствующие стандартные отклонения. Для оценки статистической значимости различий между исследуемыми группами применялся однофакторный дисперсионный анализ с последующими тестами (критерии Тьюки и Сидака) для проведения множественных сравнений. Уровень статистической значимости был установлен на $p < 0,05$.

Результаты исследований их обсуждение. Технологическая обработка узколистного люпина в виде снятия оболочки, являющейся основным источником клетчатки, позволила в большем объеме частично замещать или полностью заменять часть дорогостоящих высокопротеиновых кормов растительного и животного происхождения, а благодаря снижению антипитательного фактора повышать конверсию питательных веществ из рационов в получаемую продукцию птицеводства (таблица 2).

При разработке экспериментальных рецептов полнорационных комбикормов на основе люпина узколистного без оболочки учтены нормы и рекомендации по потреблению питательных веществ цыплятами-бройлерами, разработанные коллективом авторов ВНИТИП (2018 г.) [11, 14].

Таблица 2

Структура и питательность комбикорма в 100 г/%

Table 2

Structure and nutritional value of compound feed in 100 g./ %

Показатели	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Люпин узколистный «Витязь»	–	11	13	23
Соевый шрот	26	18	15	8
Подсолнечниковый жмых	5	4	2	0
Рыбная мука (60–65 %)	3,5	3,2	3	2
Пшеница	50,21	50,52	54,72	56,52
Кукуруза	7	6	6	5
Масло растительное	5	4	3	2
Мел	1	1	1	1
Премикс (П-5-1)	1	1	1	1,1
Монокальцийфосфат	1	1	1	1,1
Соль	0,29	0,28	0,28	0,28

<i>Продолжение таблицы 2</i>				
Итого	100	100	100	100
ЭКЕ	1,39	1,40	1,39	1,39
ОЭ, МДж	13,97	14,01	13,87	13,99
Сырой протеин	23,21	23,17	23,19	23,20
Сырая зола	5,39	5,48	5,40	5,37
Сырой жир	8,17	8,36	8,39	9,02
Сырая клетчатка	3,47	3,49	3,47	3,29
Крахмал	3,771	4,705	4,65	4,77
Сахар	2,80	2,50	2,38	2,41
Лизин	7,00	6,70	6,21	6,81
Метионин + цистин	0,64	0,71	0,80	0,82
Триптофан	0,35	0,37	0,40	0,41
Кальций	1,40	1,37	1,39	1,40
Фосфор	0,48	0,44	0,60	0,57
Магний	0,31	0,32	0,29	0,34
Калий	0,64	0,52	0,50	0,48
Железо	0,28	0,27	0,30	0,29
Медь	0,76	0,58	0,52	0,64
Цинк	0,26	0,24	0,27	0,25
Марганец	0,21	0,20	0,20	0,19
Кобальт	0,24	0,25	0,25	0,24
Йод	0,023	0,024	0,025	0,025
Каротин	0,027	0,023	0,035	0,016
Витамин А	0,072	0,055	0,044	0,033
Витамин Д	0,51	0,51	0,49	0,53
Витамин Е	0,54	0,45	0,69	0,74
В1	0,52	0,46	0,61	0,57
В2	0,82	0,76	0,79	0,72
В3	0,35	0,37	0,41	0,49
В4	1,65	1,48	1,42	1,53
В5	3,60	2,67	3,22	4,41
В12	5,10	4,97	4,90	5,10

В контрольной группе цыплятам-бройлерам применяли стандартный полнорационный комбикорм, используемый на предприятии. Для разработки экспериментальных полнорационных комбикормов применяли те же компоненты, что и в основных рецептах комбикорма хозяйства, частично замещая или заменяя высокопротеиновые корма на люпин узколистный без оболочки. Во 2-й экспериментальной группе в состав рецепта комбикорма входил люпин без оболочки в количестве 11 %, на который частично были замещены: соевый шрот – на 30,77 %, подсолнечниковый жмых – на 20 %, рыбная мука – на 8,57 %, кукуруза – на 14,29 % и масло растительное – на 20 %. В 3-й группе количество люпина составило 13 %, что позволило заместить: соевый шрот – на 42,31 %, подсолнечниковый жмых – на 60 %, рыбную муку – на 14,29 %, кукурузу – на 14,29 % и масло растительное – на 40 %. В 4-й группе содержалось 23 % люпина без

оболочки, на который заменили подсолнечниковый жмых на 100 %, заместили соевый шрот на 69,23 %, рыбную муку – на 42,86 %, кукурузу – на 28,57 % и растительное масло – на 60 %. Содержание пшеницы в экспериментальных рецептах незначительно возросло во 2, 3 и 4-й группах на 0,6; 8,98 и 12,57 % соответственно, что позволило снизить стоимость комбикорма без ущерба для его питательной ценности. Энергетическая и протеиновая составляющие полнорационных кормов для контрольной и опытной групп приведены к одинаковому уровню. Витамины и микроэлементы добавлялись в полнорационные комбикорма посредством премикса и трикальцийфосфата.

Главным показателем эффективности выращивания цыплят-бройлеров служит увеличение их веса. Изменение массы тела бройлеров в экспериментальных группах определялось долей использования люпина узколистного без оболочки в составе рецептов комбикормов, что наглядно демонстрируют данные, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Зоотехнические показатели цыплят бройлеров ($X \pm S_x$)

Table 3

Zootechnical parameters of broiler chickens ($X \pm S_x$)

Показатели	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Сохранность поголовья, %	100	100	100	100
Средняя живая масса: в суточном возрасте, г	42,2±0,10	42,1±0,09	42,2±0,12	42,3±0,06
в 21 день, г	980,93±8,21	991,21±8,74	998,89±9,87	1095,47±7,89
в 35 дней, г	1 986,79±25,1	2 029,87±24,7	2 048,66±19,6*	2 067,32±20,7*
в т. ч. ♂ петушки, г	2 100,79±25,14	2 143,94±26,32	2 162,86±23,04	2 181,62±22,47
♀ курочки, г	1 872,79±21,33	1 915,80±23,51	1 934,46±22,17	1 953,02±18,51
Валовый прирост за опыт, г	1 944,59±20,79	1 987,77±21,13	2 006,46±19,94	2 025,02±18,91*
Среднесуточный прирост, г	55,56±0,17	56,79±0,20	57,33±0,09*	57,86±0,10*
% к контролю	100	102,22	103,18	104,14
Потребление корма 1 гол., г	3 210	3 212	3 214	3 211
Затраты корма на 1 кг прироста живой мас- сы, кг	1,651	1,616	1,602	1,586
Примечание– данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки $p < 0,05$ * по сравнению с контрольной группой				

Согласно данным таблицы 3, включение в состав рациона без оболочной формы узколистного люпина в дозировках 11, 13 и 23 % привело к увеличению привеса живой массы 35-дневных цыплят-бройлеров по сравнению с контрольной группой. Во 2-й опытной группе этот показатель увеличился на 2,22 %, в 3-й группе – на 3,18 %, а в 4-й группе – на 4,14 %. Благоприятное воздействие добавления узколистного люпина также проявилось в поддержании высокой сохранности поголовья бройлеров во всех опытных группах, где она достигла 100 %. Эффективность использования питательных веществ корма в продукцию (конверсия) оказалась более высокой в экспериментальных

группах, что подтверждается снижением затрат корма на единицу прироста живой массы. Во 2-й опытной группе наблюдалось снижение затрат корма на 2,11 %, в 3-й – на 2,96 %, а в 4-й – на 3,94 % относительно контрольной группы.

В ходе физиологических исследований были определены показатели усвояемости нутриентов полнорационных комбикормов, используемых в контрольной и экспериментальных группах. Полученные значения позволяют провести более глубокий анализ воздействия различных дозровок декортированного люпина узколистного на абсорбцию питательных веществ рационов в организме цыплят-бройлеров (таблица 4).

Таблица 4

Переваримость питательных веществ корма, % ($X \pm Se$, $n = 5$)

Table 4

Digestibility of feed nutrients, % ($X \pm Se$, $n=5$)

Показатели	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Сырой протеин	83,19 $\pm$ 0,41	83,49 $\pm$ 0,39	83,89 $\pm$ 0,31	84,20 $\pm$ 0,29
Сырой жир	70,01 $\pm$ 0,30	70,83 $\pm$ 0,28	71,24 $\pm$ 0,32	72,39 $\pm$ 0,33
Сырая клетчатка	25,10 $\pm$ 0,22	26,11 $\pm$ 0,19	26,98 $\pm$ 0,28*	27,50 $\pm$ 0,19*
БЭВ	83,21 $\pm$ 0,55	84,15 $\pm$ 0,42	84,69 $\pm$ 0,39	85,26 $\pm$ 0,42
Кальций (Ca)	62,02 $\pm$ 0,12	63,11 $\pm$ 0,15	63,49 $\pm$ 0,12*	63,89 $\pm$ 0,10*
Фосфор (P)	46,12 $\pm$ 0,17	46,75 $\pm$ 0,14	47,71 $\pm$ 0,20	49,39 $\pm$ 0,15
Примечание – данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, $n = 5$ для всех групп; $p < 0,05^*$ по сравнению с контрольной группой				

Полнорационные комбикорма, разработанные с учетом включения различного количества люпина узколистного, показали более эффективное использование питательных веществ по сравнению с рецептом комбикорма контрольной группы. Включение люпина без оболочки в состав корма способствовало повышению переваримости сырого протеина: во 2-й опытной группе – на 0,30 %, в 3-й – на 0,70 %, и в 4-й группе – на 1,01 %. Переваримость сырого жира также увеличилась: во 2-й группе – на 0,82 %, в 3-й – на 1,23 %, и в 4-й группе – на 2,38 % относительно контрольной. Улучшились показатели переваримости сырой клетчатки: во 2-й опытной группе – на 1,01 %, в 3-й – на 1,88 %, и в 4-й группе – на 2,40 %. Коэффициенты переваримости БЭВ также были выше в экспериментальных группах: во 2-й – на 0,94 %, в 3-й – на 1,48 %, и в 4-й группе – на 2,05 %. Наблюдалось улучшение усвоения кальция (Ca) и фосфора (P): коэффициент усвоения кальция во 2-й группе возрос на 1,09 %, в 3-й – на 1,47 %, и в 4-й группе – на 1,87 %. Усвоение фосфора увеличилось во 2, 3 и 4-й опытных группах на 0,63; 1,59 и 2,27 % соответственно, по сравнению с контролем. В результате повышение продуктивности цыплят-бройлеров можно связать с более эффективным использованием питательных веществ полнорационных комбикормов, обусловленным их улучшенной переваримостью.

Для оценки эффективности сбалансированности полнорационных рецептов комбикормов применяется важный параметр – азотный баланс, позволяющий определить соотношение между поступившим в организм азотом и его последующим выделением, а также служащий достоверным индикатором для изучения белкового обмена в организме цыплят-бройлеров. Следовательно, на основе результатов физиологических ис-

следований обмена веществ был вычислен азотный баланс у экспериментальной птицы (таблица 5).

Таблица 5

Баланс и использование азота корма, г/гол./сут. ($X \pm Se$; $n = 5$)

Table 5

Nitrogen balance and utilization in feed, g/head/day ($X \pm Se$; $n = 5$)

Показатели	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Принято N с кормом, г	4,46±0,02	4,45±0,04	4,45±0,03	4,45±0,01
Экзогенный N с помётом, г	1,86±0,06	1,80±0,02	1,79±0,04	1,77±0,02
Экзогенный N с калом, г	0,75±0,04	0,74±0,07	0,72±0,06	0,70±0,04
Эндогенный N в теле, г	1,84±0,05	1,91±0,06	1,94±0,03	1,98±0,05
Переварено N, г	3,71±0,07	3,72±0,08	3,73±0,09	3,73±0,07
Коэффициент использования N, %: % от принятого	41,38±1,25	42,96±1,31	43,56±1,27	44,40±1,18
% от переваренного	49,74±1,19	51,46±1,27	51,93±1,20	52,73±1,12
Примечание – данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, $n = 5$ для всех групп; $p < 0,05^*$ по сравнению с контрольной группой				

Физиологический эксперимент выявил положительный азотистый баланс как в контрольной, так и в опытных группах. Наиболее эффективное преобразование азота корма в белок ткани тела цыплят-бройлеров достигалось при использовании экспериментальных рецептов полнорационных комбикормов на основе люпина узколистного. Данные полнорационные комбикорма обеспечили улучшенную конверсию азота в ткани тела цыплят-бройлеров, что позволило опытным группам, в сравнении с контрольной, демонстрировать повышенную ретенцию эндогенного азота в теле: во 2-й группе – на 3,73 %, в 3-й – на 5,04 %, в 4-й группе – на 7,25 %. Это указывает на более интенсивные процессы ассимиляции в организме цыплят-бройлеров в опытных группах. При одинаковом поступлении азота с рационом количество азота, выделяемого с помётом, в опытных группах было снижено: во 2-й группе – на 3,15 %, в 3-й – на 3,75 %, в 4-й группе – на 4,85 %. Экскреция азота с калом в опытных группах, по сравнению с контрольной, также оказалась ниже: во 2-й группе – на 1,87 %, в 3-й – на 4,37 %, в 4-й группе – на 4,85 %. Объем переваренного азота был выше в опытных группах: во 2-й группе – на 0,27 %, в 3-й – на 0,62 %, в 4-й группе – на 1,17 %. Кормление рационами на основе люпина узколистного также улучшало усвоение азота от поступившего количества: во 2-й группе – на 1,58 %, в 3-й – на 2,18 %, в 4-й группе – на 3,02 %. Эффективность использования азота от переваренного объема превышала: во 2-й группе – на 1,71 %, в 3-й – на 2,18 %, в 4-й группе – на 2,99 %. Результаты балансового эксперимента указывают на сбалансированность рационов на основе декортификата люпина узколистного по содержанию протеина и их благоприятное воздействие на азотистый баланс организма цыплят-бройлеров.

Биохимические показатели крови демонстрируют высокую восприимчивость к различным эндогенным и экзогенным воздействиям, включая особенности структуры и сбалансированность рационов кормления. Не менее важную роль в поддержании жизнедеятельности цыплят-бройлеров в онтогенезе играют ферментные системы, участвующие в реализации генетического потенциала, поддержании стабильности внутренней

среды, регуляции роста и развитии продуктивных качеств (таблица 6).

Таблица 6

Биохимические показатели и активность ферментов крови ($X \pm Se$, $n = 5$)

Table 6

Biochemical parameters and activity of blood enzymes ($X \pm Se$, $n=5$)

Показатели	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
АЛТ, Ед./л	10,80±0,83	11,21±0,76	11,84±0,65*	12,12±0,51*
АСТ, Ед./л	193±9,94	208±9,02	211±9,11	219±8,32*
Липаза, Ед./л	56,30±5,92	56,90±5,11*	57,30±7,05	57,90±6,12*
Амилаза, Ед./л	270,53±29,7	275,10±27,11	278,75±27,31	284,00±24,8
Трипсин, Ед./л	89,00±5,75	90,10±6,10	92,30±5,94	93,40±4,78
Общий белок, г/л	37,60±1,62	37,90±1,39	38,30±1,12*	39,00±1,21*
Альбумин, г/л	17,67±0,22	17,85±0,18	18,02±0,17	18,17±0,12*
Глобулин, г/л	19,93±0,12	20,05±0,20	20,28±0,19	20,83±0,13
Мочевая кислота, мкмоль/л	214,0±34,10	211±32,70	209±29,74	207,00±30,1
Креатинин, мкмоль/мл	30,20±3,21	29,82±2,94	29,55±2,73	29,17±3,10
Кальций, ммоль/л	2,50±0,06	2,52±0,04	2,54±0,05	2,56±0,03 *
Фосфор, ммоль/л	1,98±0,04	2,00±0,03	2,04±0,02*	2,07±0,05
Примечание – данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, $n = 5$ для всех групп; $p < 0,05^*$ по сравнению с контрольной группой; ALP-щелочная фосфатаза; ^a референсные данные приведены по [15, 16]				

Трансаминазы АЛТ и АСТ являются ключевыми ферментами в окислительно-восстановительных реакциях и ускоряющими процессы метаболизма белков. В проведённом исследовании включение в рецептуру полнорационного комбикорма узколистного люпина, прошедшего декортикацию, привело к небольшому увеличению активности этих ферментов в экспериментальных группах. Уровень АЛТ возрос во 2-й группе на 3,80 %, в 3-й – на 9,63 %, а в 4-й – на 12,22 %. Активность АСТ увеличилась во 2-й группе на 7,77 %, в 3-й – на 9,33 %, и в 4-й – на 13,47 %. При этом изменения этих показателей оставались в пределах физиологической нормы.

В ходе исследований зафиксировано небольшое повышение липазы в сыворотке крови птиц экспериментальных групп: на 1,047 % – во 2-й группе, 1,78 % – в 3-й группе и 2,84 % – в 4-й опытной группе. Для диагностики нарушений в работе поджелудочной железы, наряду с липазой, определялась активность амилазы. У бройлеров во 2, 3 и 4-й экспериментальных группах отмечено увеличение активности амилазы, по сравнению с контролем, на 1,69; 3,04 и 4,98 % соответственно.

Трипсин – важный фермент, участвующий в расщеплении белков, – демонстрировал возрастающую активность в опытных группах с увеличением доли узколистного люпина в рационе. Во 2-й группе содержание трипсина превышало значения контрольной группы на 1,24 %, в 3-й – на 3,71 %, а в 4-й – на 4,94 %.

Общий белок в сыворотке крови зависел от состава рациона и усвояемости корма. В эксперименте его концентрация превышала в экспериментальных группах: во 2-й группе – на 0,80 %, в 3-й – на 1,86 %, а в 4-й – на 3,72 %, что наблюдалось и для белковых фракций. Содержание альбуминов увеличилось во 2-й группе на 1,0 %, в 3-й – на 1,99 %, а в 4-й – на 2,84 %. Глобулины повысились во 2-й группе на 0,62 %, в 3-й – на

1,75 % и в 4-й – на 4,50 %, по сравнению с контрольной группой. Одновременно с ростом общего белка в крови наблюдалось снижение уровня мочевой кислоты и креатинина, что подтверждает интенсивность обмена белком в организме цыплят-бройлеров.

Мочевая кислота – основной продукт белкового обмена у птиц – в оптимальных условиях должна составлять не выше 360 мкмоль/л. В нашем исследовании в опытных группах, по сравнению с контрольной, ее содержание было ниже: во 2-й группе – на 1,40 %, в 3-й – на 2,34 %, в 4-й – на 3,27 %.

Креатинин – конечный продукт распада креатина и важный показатель энергетического обмена – также снижался в опытных группах по отношению к контрольной: во 2-й группе – на 1,26 %, в 3-й – на 2,15 %, в 4-й – на 3,41 %.

Оценка уровня кальция (Ca) и фосфора (P) отразила состояние минерального обмена. Содержание этих макроэлементов было выше в опытных группах:

кальция (Ca): на 0,80 % – во 2-й группе, 1,60 % – в 3-й и 2,40 % – в 4-й группе,

фосфора (P): на 1,01 % – во 2-й группе, 3,03 % – в 3-й и 4,55 % – в 4-й группе.

В целом оценка биохимических показателей крови цыплят-бройлеров, получавших рацион с узколиственным люпином декортированным, выявила соответствие референтным значениям для данного вида и кросса птицы в онтогенезе.

Заключение. Результаты проведенных исследований убедительно показали, что применение в структуре рецептов полнорационных комбикормов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) без оболочки позволяет сбалансировать рецепты по сырому протеину и основным питательным веществам. При этом обеспечивается снижение содержания дорогих высокопротеиновых кормов как животного (рыбной муки), так и растительного (жмыхов, шротов) происхождения. Включение в рецептуру комбикормов для бройлеров 11, 13 и 23 % люпина узколистного привело к увеличению живой массы 35-дневных цыплят на 2,22; 3,18 и 4,14 % соответственно, по сравнению с контрольной группой, при этом сохранность поголовья составляла 100 %. Анализ азотного баланса как надежного показателя протеосинтеза способствовал определению оптимального уровня сбалансированности рациона и прослеживанию изменений в белковом метаболизме. Наиболее эффективной конверсией азота корма в протеин мышечной ткани продемонстрировали полнорационные комбикорма с люпином узколистным, что позволило опытным группам превзойти контроль по суточной ретенции азота: во 2-й группе – на 3,73 %, в 3-й – на 5,04 %, в 4-й – на 7,25 %. Также улучшилось использование азота от потребленного количества: во 2-й группе – на 1,58 %, в 3-й – на 2,18 %, в 4-й – на 3,02 %. Эффективность использования азота от переваренного была выше: во 2-й группе – на 1,71 %, в 3-й – на 2,18 %, в 4-й – на 2,99 %. Результаты метаболических исследований подтверждают сбалансированность рациона на основе люпина по протеину и свидетельствуют о благоприятном влиянии опытных рационов на азотный обмен у цыплят-бройлеров. По мнению Ю. К. Олля о прямой зависимости усвоения фосфора и кальция от усвоения азота, в нашем исследовании наблюдался положительный баланс азота как в контрольной, так и в опытных группах. Подобная динамика наблюдалась и в усвоении кальция (Ca) и фосфора (P): усвоение (Ca) во 2-й опытной группе выше на 1,09 %, в 3-й – на 1,47 % и в 4-й – на 1,87 %. Усвоение фосфора (P) увеличилось во 2, 3 и 4-й опытных группах на 0,63; 1,59 и 2,27 % соответственно, по сравнению с контрольной группой. Физиологический опыт показал, что коэффициенты переваримости клетчатки в опытных группах (2, 3, 4) были выше на 1,01; 1,88 и 2,40 % соответственно; сырого жира – на 0,82; 1,23 и 2,38 % соответственно. Коэффициенты переваримости сырого протеина и БЭВ также оказались выше в опытных группах. Эти данные указывают на более интенсивную абсорбцию питательных веществ в кишечнике и преобла-

дание анаболических процессов над катаболическими, что объясняет улучшение привесов. Биохимический анализ крови не выявил патологий. Все показатели находились в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии цыплят-бройлеров. Таким образом, применение люпина узколистного без оболочки в указанных дозировках повышает переваривание и усвоение питательных веществ, улучшает конверсию корма и обмен веществ у бройлеров, открывая потенциал для его использования в качестве протеинового компонента в рационах, повышения продуктивности птицы и повышения рентабельности в кормопроизводстве.

Список источников

1. Агеева П. А., Почутин Н. А., Коннова Л. В. Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов узколистного кормового люпина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54, № 1. С. 71–81. DOI 10.26898/0370-8799-2024-1-8
2. Егги Э. Э., Вишневская М. С., Агеева П. А. [и др.] Использование полиморфизма белков семян для сортовой идентификации люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) // Аграрная Россия. 2012. № 4. С. 2–8. EDN TMVKED
3. Гапонов Н. В. Смешанные посевы люпина узколистного с различными по скороспелости сортами овса // Кормопроизводство. 2024. № 10. С. 41–44. DOI 10.30906/1562-0417-2024-10-41-44
4. Гапонов Н. В., Анишко М. Ю., Мисникова Н. В. Питательность зерносенажной массы бинарных ценозов узколистного люпина с овсом // Кормопроизводство. 2025. № 3. С. 17–21. DOI 10.30906/1562-0417-2025-3-17-21
5. Klimenko I. A., Dushkin V. A., Lukashevitch M. I. [et al.] Varietal Identification of Lupine (*Lupinus* L.) Based on Microsatellite DNA Markers // Applied Biochemistry and Microbiology. 2025. Vol. 61, No. 8. P. 1477–1490. DOI 10.1134/S0003683825700231
6. Гапонов Н. В. Физиолого-биохимические и гистологические параметры мышц форели при включении белого люпина в структуру рациона // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 118 С. 269–276. DOI 10.21515/1999-1703-118-269-276
7. Агеев Б. В., Алиева Э. Н., Бочкарева Е. В. [и др.] Термообработанный люпин в рационах кур-несушек кросса ломанн браун-классик // Аграрный научный журнал. 2021. № 11. С. 64–68. DOI 10.28983/asj.y2021i11pp64-68
8. Клименко И. А., Душкин В. А., Лукашевич М. И. Сортовая идентификация люпина (*Lupinus* L.) на основе микросателлитных ДНК-маркеров // Биотехнология. 2024. Т. 40, № 4. С. 3–18. DOI 10.56304/S0234275824040069
9. Гапонов Н. В., Анишко М. Ю., Мисникова Н. В. Нутритивные свойства полнорационных комбикормов на основе люпина узколистного и экономическая эффективность их производства // Кормопроизводство. 2025. № 6. С. 30–34. DOI 10.30906/1562-0417-2025-6-30-34
10. Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров и др. // Федеральное гос. бюджетное научное учреждение «Всероссийский науч.-исследовательский и технологический ин-т птицеводства» (ФГБНУ ВНИТИП); [разраб.:]. Сергиев Посад, Московская обл.: ВНИТИП, 2015. 199 с.: табл.: 26 см.; ISBN 978-5-980-20-166-1
11. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров [и др.]. // Сергиев Посад: ВНИТИП, 2018. 226 с. ISBN:978-598020-220-0
12. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова [и др.], // Российская академия сельскохозяйственных наук, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Россельхозакадемии. – Сергиев Посад: Весь Сергиев Посад, 2013. 51 с. ISBN 978-5-91582-047-9

13. Агеева П. А., Почутина Н. А. Перспективный кормовой сорт люпина Узколистый // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55, № 1 (314). С. 52–59. DOI 10.26898/0370-8799-2025-1-6
14. Околелова Т. М., Енгашев С. В. Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы // М.: ООО «Издательский Центр РИОР», 2021. 439 с. ISBN 978-5-369-02037-1. DOI 10.29039/02037-1
15. Возрастные изменения биохимических показателей крови у мясных цыплят (*Gallus Gallus* L.) / И. А. Егоров, А. А. Грозина, В. Г. Вертипрахов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 4. С. 820–830. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.820rus
16. Оценка физиологического состояния птицы по показателям крови / Т. М. Околелова, С. В. Енгашев, И. А. Егоров, Т. А. Егорова // Птицеводство. 2023. № 1. С. 45–50. DOI 10.33845/0033-3239-2023-72-1-45-50

References

1. Ageeva P. A., Pochutina N. A., Konnova L. V. Agrobiological assessment of varieties and hybrids of narrow-leaved fodder lupine // *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2024. Vol. 54, No. 1. P. 71 – 81. DOI 10.26898/0370-8799-2024-1-8
2. Eggi E. E., Vishnevskaya M. S., Ageeva P. A. [et al.] Use of seed protein polymorphism for varietal identification of narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius* L.) // *Agrarian Russia*. 2012. No. 4. P. 2 – 8. EDN TMVKED.
3. Gaponov N. V. Mixed crops of narrow-leaved lupine with different varieties of oats in terms of maturity. Forage production. 2024. No. 10. P. 41 – 44. DOI 10.30906/1562-0417-2024-10-41-44.
4. Gaponov N. V., Anishko M. Yu., Misnikova N. V. Nutritional value of the grain-forage mass of binary cenoses of narrow-leaved lupine with oats // *Feed production*. 2025. No. P. 17 – 21. DOI 10.30906/1562-0417-2025-3-17-21.
5. Klimenko I. A., Dushkin V. A., Lukashevich M. I. [et al.] Varietal Identification of Lupine (*Lupinus* L.) Based on Microsatellite DNA Markers // *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2025. Vol. 61, No. 8. P. 1477 – 1490. DOI 10.1134/S0003683825700231
6. Gaponov N.V. Physiological, biochemical and histological parameters of trout muscles when white lupine is included in the diet structure // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2025. No. 118 P. 269 – 276. DOI 10.21515/1999-1703-118-269-276
7. Ageev B. V., Alieva E. N., Bochkareva E. V. [et al.] Heat-treated lupine in the diets of laying hens of the Lohmann brown classic cross // *Agrarian Scientific Journal*. 2021. No. 11. P. 64 – 68. DOI 10.28983/asj.y2021i11pp64-68.
8. Klimenko I.A., Dushkin V.A., Lukashevich M.I. Varietal identification of lupine (*Lupinus* L.) based on microsatellite DNA markers // *Biotechnology*. 2024. Vol. 40, No. 4. P. 3 – 18. DOI 10.56304/S0234275824040069.
9. Gaponov N. V., Anishko M. Yu., Misnikova N. V. Nutritional properties of complete feeds based on narrow-leaved lupine and the economic efficiency of their production // *Feed production*. 2025. No. 6. P. 30 – 34. DOI 10.30906/1562-0417-2025-6-30-34.
10. Methodical manual on feeding poultry / I.A. Egorov et al. // Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Breeding” (FSBSI VNITIP); [developed by:]. Sergiev Posad, Moscow region: VNITIP, 2015. 199 p.: table: 26 cm; ISBN 978-5-980-20-166-1.
11. Guidelines for feeding poultry / I. A. Egorov [et al.]. // Sergiev Posad: VNITIP, 2018. 226 p. ISBN: 978-598020-220-0.
12. Methods of scientific and industrial research on poultry feeding. Molecular genetic methods for the determination of intestinal microflora / I. A. Egorov, V. A. Manukian, T. N. Lenkova [et al.], // Russian Academy of Agricultural Sciences, All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Agricultural Academy. – Sergiev Posad: The Whole Sergiev Posad, 2013. 51 p. ISBN 978-5-91582-047-9
13. Ageeva P. A., Pochutina N. A. Promising feed variety of narrow-leaved lupine // *Siberian Bulletin*

- of Agricultural Science. 2025. Vol. 55, No. 1 (314). P. 52 – 59. DOI 10.26898/0370-8799-2025-1-6
14. Okolelova T.M., Engashev S.V. Scientific foundations of feeding and keeping agricultural poultry // Moscow: LLC “RIOR Publishing Center”, 2021. 439 p. ISBN 978-5-369-02037-1. DOI 10.29039/02037-1
15. Age-related changes in biochemical blood parameters in meat chickens (*Gallus Gallus* L.) / I.A. Egorov, A.A. Grozina, V.G. Vertiprakhov [et al.] // Agricultural biology. 2018. Vol. 53, No. 4. P. 820 – 830. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.820rus.
16. Assessment of the physiological state of poultry by blood parameters / T.M. Okolelova, S.V. Engashev, I.A. Egorov, T.A. Egorova // Poultry farming. 2023. No. 1. P. 45 – 50. DOI 10.33845/0033-3239-2023-72-1-45-50

Сведения об авторах

Николай Васильевич Гапонов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского НИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», 241524, Россия, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, 2; тел.: +7 991 355-69-78, e-mail: nv.1000@bk.ru; ORCID 0000-0002-5086-7943, AuthorID 1038189

Ангелина Руслановна Крылова, магистрант Ставропольского государственного аграрного университета, 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12; тел.: +7 991 355-69-78, e-mail: cristal-lina@mail.ru; ORCID 0009-0001-6046-4208

Information about the authors

N.V. Gaponov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Lupine – a branch of the Federal Research Center “All-Russian Williams Fodder Research Institute”, 241524, Russia, Bryansk Region, Bryansky District, Michurinsky, Berezovaya St., 2; ORCID 0000-0002-5086-7943, AuthorID 1038189. tel.: +79913556978, e-mail: nv.1000@bk.ru

A. R. Krylova, Master's degree student, Stavropol State Agrarian University, 355017, Stavropol, Russia, Zootekhnicheskii, 12; tel.: +79913556978, e-mail: cristal-lina@mail.ru, ORCID 0009-0001-6046-4208

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.02.2026; одобрена после рецензирования 16.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 09.02.2026; approved after reviewing 16.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Гапонов, Н. В., Крылова А. Р.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 57-67
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 57-67

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК 636.018
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.19.2026

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ РЕМОНТНЫХ СВИНОМАТОК
И ИХ ПОТОМСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТАТУСНОСТИ**

**Светлана Анатольевна Гриценко, Алексей Анатольевич Белооков,
Сергей Михайлович Ермолов**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Троицк, e-mail: tvi_@mail.ru

Аннотация. Основа успешной селекции в свиноводстве – выбор и грамотная комбинация продуктивных качеств животных. Основная цель промышленного свиноводства – получение максимального количества высококачественной и дешевой продукции. Одним из резервов повышения продуктивности и постоянного генетического улучшения стада основу составляют научно обоснованные отбор (селекция) лучших животных и подбор родительских пар для получения следующего поколения. В связи с этим в 2025 году в рамках выполнения гранта Российского научного фонда № 25-26-20017 в условиях ОСП СК «Ромкор» Троицкого района Челябинской области были проведены исследования по определению взаимосвязи биохимических показателей крови свиней в зависимости от их уровня производственной статусности на первом этапе промышленного скрещивания. Распределение свиноматок и хряков-производителей по производственным группам осуществлялось при использовании разработанной авторами программы ЭВМ – Microsoft Office Excel – Верификатор производственного статуса продуктивных животных и птицы (ZooStatus) (заявка на государственную регистрацию программы ЭВМ № 2025686812/69). Проведённое комплексное исследование в условиях промышленного скрещивания свиней материнской (крупная белая) и отцовской (ландрас) пород позволило установить объективную взаимосвязь между биохимическим профилем крови и уровнем производственной статусности животных, что имеет фундаментальное значение для современной селекции. По результатам биохимических исследований у всех подопытных животных, независимо от возраста и группы, ключевые показатели находились в пределах физиологической нормы. Уровень печеночных ферментов АлАТ и АсАТ, служащих маркерами целостности клеток печени, соответствовал референтным значениям для своих возрастных категорий. Активность ЛДГ – неспецифического маркера повреждения тканей – также располагалась в пределах физиологической нормы. Показатели общего белка и мочевины не выходили за границы физиологической нормы. Таким образом, по исследованным биохимическим параметрам значимых отклонений не выявлено.

Ключевые слова: биохимические показатели крови, селекция, производственный статус, промышленное скрещивание.

Для цитирования: Гриценко С. А., Белооков А. А., Ермолов С. М. Биохимические показатели крови ремонтных свиноматок и их потомства в зависимости от уровня производственной статусности // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 57-67. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF REPLACEMENT GILTS AND THEIR OFFSPRING DEPENDING ON THE LEVEL OF PRODUCTION STATUS

Svetlana A. Gritsenko, Aleksei A. Belookov, Sergei M. Ermolov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Agrarian University”, Troitsk, Russia, e-mail: tvl_@mail.ru

Abstract. The basis of successful pig breeding is a choice and a competent combination of productive qualities of animals. The main goal of commercial pig farming is to obtain the maximum amount of high quality and cheap products. One of the reserves for increasing productivity is the constant genetic improvement of the herd, which is based on scientifically grounded selection (breeding) of the best animals and the selection of parental pairs for the next generation. In this regard, in 2025, as part of the implementation of the Russian Science Foundation grant No. 25-26-20017, studies were conducted in the conditions of the separate structural unit of the pig-breeding complex “Romkor”, Troitsky District, Chelyabinsk Region to determine the relationship of biochemical parameters of pig blood depending on their level of production status at the first stage of commercial crossing. The distribution of sows and breeding boars by production groups was carried out using a computer program developed by the authors – Microsoft Office Excel – Verifier of the production status of productive animals and poultry (ZooStatus) (application for state registration of the computer program No. 2025686812/69). A comprehensive study conducted under the conditions of commercial crossbreeding of maternal (Large White) and paternal (Landrace) pigs allowed us to establish an objective relationship between the biochemical profile of blood and the level of production status of animals, which is of fundamental importance for modern breeding. According to the results of biochemical studies in all experimental animals, regardless of age and group, the key parameters were within physiological norms. The level of liver enzymes AlAT and AsAT, which serve as markers of liver cell integrity, corresponded to the reference values for their age categories. The activity of LDH, a non-specific marker of tissue damage, was also within the physiological norm. The parameters of total protein and urea did not exceed the limits of the physiological norms. Thus, no significant deviations were found in the studied biochemical parameters.

Key words: biochemical parameters of blood, breeding, production status, commercial crossing.

For citation: Gritsenko S.A., Belookov A.A., Ermolov S.M. Biochemical blood parameters of replacement gilts and their offspring depending on the level of production status // Agricultural Journal. 2026. № 1 (19). P. 57-67. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.19.2026

Введение. Свиноводство в Российской Федерации представляет собой динамично развивающуюся отрасль животноводства, достигшую в последние годы стратегически важного рубежа – полной продовольственной самообеспеченности и выхода на международный рынок с конкурентоспособной продукцией [1–3]. В этих условиях ключевым императивом дальнейшего развития отрасли становится переход от экстенсивных путей наращивания объёмов к интенсивным, основанным на максимальном повышении экономической эффективности каждого производственного звена. Главной целью современного промышленного свиноводства является получение максимального количества высококачественной и доступной по себестоимости продукции [7–10].

Одним из наиболее значимых резервов для достижения этой цели выступает целенаправленное и непрерывное генетическое улучшение поголовья. Основу данного процесса составляют научно обоснованные методы отбора (селекции) лучших по продуктивным качествам животных и оптимального подбора родительских пар для получения следующего поколения с заданными характеристиками [4–6]. Однако современная селекция далеко ушла от простой визуальной оценки экстерьера или учёта лишь отдельных хозяйственно полезных признаков. Она превратилась в высокотехнологичную междисциплинарную науку, интегрирующую достижения популяционной и молекулярной генетики, биометрии, физиологии и информационных технологий. Несмотря на широкое внедрение методов геномной селекции, их высокая стоимость и сложность интерпретации для конечного звена – товарных и племенных хозяйств – создают потребность в поиске дополнительных, объективных, относительно простых и экономически доступных критериев ранней оценки генетического потенциала животных.

В этом контексте особый интерес представляют биохимические показатели крови, являющиеся интегральными маркерами метаболического статуса организма и объективно отражающие интенсивность пластического и энергетического обмена, функциональное состояние ключевых органов (печени, почек, мышечной ткани) и уровень адаптационного напряжения в ответ на технологические стрессы [11–13]. Такие показатели, как общий белок и мочевины, характеризуют эффективность белкового обмена и сбалансированность рациона. Активность ферментов аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ) служит индикатором целостности клеток печени и мышц; а уровень лактатдегидрогеназы (ЛДГ) является чувствительным маркером тканевого повреждения и стрессовой нагрузки, что критически важно для контроля благополучия животных в условиях промышленной технологии [13–15].

Однако, несмотря на очевидную физиологическую значимость, вопрос о том, в какой степени эти биохимические параметры детерминированы генетически и могут служить стабильными маркерами, ассоциированными с производственной (племенной) ценностью животного, остаётся недостаточно изученным. Существует дефицит исследований, устанавливающих чёткие корреляционные связи между уровнем производственной статусности родительского поголовья, унаследованными особенностями метаболизма и биохимическим профилем их потомства, особенно с учётом полового диморфизма.

Таким образом, **цель настоящих исследований** – комплексное определение биохимических показателей крови чистопородных ремонтных свинок материнской породы и их помесного потомства первого поколения (F1) в зависимости от уровня производственной статусности на первом этапе промышленного скрещивания. Для достижения поставленной цели была применена разработанная авторами цифровая методика объективной стратификации поголовья на статусные группы, что обеспечивает принципи-

ально новый, формализованный подход к постановке селекционного эксперимента и интерпретации его результатов.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2025 году в рамках выполнения гранта Российского научного фонда № 25-26-20017 в условиях ОСП СК «Ромкор» Троицкого района Челябинской области. Кормление и содержание подопытных животных было идентичным. Перед подбором родительских пар проведена оценка поголовья свиноматок и хряков производителей в зависимости от разработанных авторами градаций по значимым признакам животных.

Предложено ввести три уровня условной производственной статусности животных:

В→ведущая группа;

П→посредственная группа;

Т→товарная группа.

Распределение свиноматок и хряков-производителей по производственным группам проводилось при использовании разработанной авторами программы ЭВМ – Microsoft Office Excel – Верификатор производственного статуса продуктивных животных и птицы (ZooStatus) (заявка на государственную регистрацию программы ЭВМ № 2025686812/69) [13].

Опытные популяции ремонтных свиноматок материнской породы (Йоркшир) и хряков-производителей первой отцовской породы (Ландрас) были распределены на три группы: ведущая группа (В), посредственная группа (П), товарная группа (Т).

По результатам скрещивания материнской породы и первой отцовской породы получено потомство F1 в зависимости от производственного статуса матерей (ВМ, ПМ, ТМ), из общего поголовья которого отобрали по 15 свинок и хрячков. В ходе выполнения исследований нами был изучен ряд биохимических показателей крови подопытных животных, а именно: лактатдегидрогеназа (ЛДГ), общий белок, мочевины, аланинаминотрансфераза (АлАТ), аспартатаминотрансфераза (АсАТ).

Выбор данных гематологических показателей не случаен, так они являются основными «маркерами» обменных процессов в организме животных, в частности:

- ЛДГ + АсАТ в комплексе – главные маркеры стресса и мышечных повреждений, критически важные для контроля состояния при транспортировке и на откорме;
- мочевины + общий белок – отражает уровень сбалансированности рациона по белку и энергии, а также работы печени и почек;
- АлАТ + АсАТ в сравнении помогают дифференцировать проблемы с печенью от проблем с мышцами.

Для определения биохимических показателей крови пользовались следующими методиками:

- активность ферментов ЛДГ, АлАТ, АсАТ – по методу Райтмана-Френкеля (В. С. Камышников, 2003);
- мочевины – по методу Мишона и Арно (Н. В. Курилов и др., 1979);
- общий белок – рефрактометрическим методом (И. П. Кондрахин, 2004).

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 приведены показатели крови ремонтных свинок в зависимости от их уровня производственной статусности.

Таблица 1

Показатели крови ремонтных свинок
в зависимости от их уровня производственной статусности, n = 15

Table 1

Blood parameters of replacement gilts depending on their production status, n = 15

Показатель	$X \pm m_x$	Мода, Mo	Медиана, Me	Сравнение X, Mo, Me [↓] _i	Cv, %
В					
ЛДГ, Ед./л	585,20±50,89	415,00	511,00		33,68
Мочевина, ммоль/л	4,09±0,12	4,40	4,30		11,32
Общий белок, г/л	75,00±0,48	76,00	76,00		2,47
АлАТ, Ед./л	51,60±22,76	35,00	34,00		17,81
АсАТ, Ед./л	41,47±1,91	44,00	44,00		17,84
П					
ЛДГ, Ед./л	524,07±23,17	497,00	497,00		17,12
Мочевина, ммоль/л	4,48±0,22	5,40	4,60		18,83
Общий белок, г/л	70,07±2,24*	74,00	74,00		12,40
АлАТ, Ед./л	28,80±2,25	18,00	30,00		29,59
АсАТ, Ед./л	39,53±7,76**	29,00	29,00		75,97
Т					
ЛДГ, Ед./л	646,27±60,59	404,00	526,00		36,31
Мочевина, ммоль/л	4,47±0,11*	4,70	4,60		9,80
Общий белок, г/л	67,87±1,72***	69,00	69,00		9,82
АлАТ, Ед./л	33,00±1,38	33,00	33,00		16,16
АсАТ, Ед./л	40,80±4,22	34,00	34,00		40,04
ИТОГО					
ЛДГ, Ед./л	605,56±30,94	415,00	515,00		34,28
Мочевина, ммоль/л	4,22±0,12	4,40	4,40		11,41
Общий белок, г/л	72,62±1,36	76,00	75,00		7,27
АлАТ, Ед./л	30,73±1,88	35,00	33,00		23,67
АсАТ, Ед./л	41,24±2,83	44,00	44,00		26,54

Примечание – здесь и в последующих таблицах: * значение достоверности при $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$, за контрольные приняты показатели – результаты первой группы

Установлено, что все средние значения показателей крови ремонтных свинок находились в пределах референтных границ для взрослых животных. Однако сравнительный анализ выявил существенные и статистически значимые межгрупповые различия.

Так, по содержанию в сыворотке крови свиней общего белка у животных всех групп данный показатель находился в пределах физиологической нормы. Однако, выявлена четкая нисходящая градация по данному показателю: ведущая группа – 75,0 г/л, посредственная группа – 70,07 г/л, товарная группа – 67,87 г/л при $P \leq 0,01$.

Следовательно, более высокий уровень общего белка у свиней ведущей группы свидетельствует о генетически детерминированной лучшей способности к усвоению и/или синтезу белков. Это может быть связано с более эффективным перевариванием и абсорбцией аминокислот в кишечнике, оптимальным печеночным синтезом альбуминов, что коррелирует с высоким АлАТ; меньшими потерями белка на поддержание иммунной системы (лучшая врожденная резистентность).

По уровню мочевины в сыворотке крови можно отметить, что в ведущей группе данный показатель (4,09 ммоль/л) имел достоверно более низкий уровень по сравнению

с посредственной (4,48 ммоль/л) и товарной (4,47 ммоль/л) группами – разница составила 9,5 и 9,3 % соответственно.

Следовательно, при равном потреблении протеина более низкая концентрация мочевины в крови указывает на более эффективное использование аминокислот. У свинок ведущей группы большая доля пищевого белка утилизируется для синтеза собственных тканей (анаболизм), а не расщепляется до мочевины (катаболизм) – прямое свидетельство лучшей генетики по конверсии корма и мясной продуктивности.

Максимальный уровень фермента ЛДГ зафиксирован в товарной группе (646,27 Ед./л), минимальный – в посредственной группе (524,07 Ед./л). Разница составила 18,9 %. Повышенный уровень ЛДГ у товарных свинок указывает на их генетически более низкую устойчивость к технологическим стрессам.

Активность фермента АлАТ у животных ведущей группы (51,6 Ед./л) оказалась значительно выше (28,80 и 33,0 Ед./л), чем в других группах. Высокая активность АлАТ в норме говорит об интенсивном белковом обмене в печени, что согласуется с высоким уровнем общего белка.

В таблице 2 приведена оценка биохимических показателей крови дочерей ремонтных свинок.

Таблица 2

Показатели крови дочерей (F1♀) ремонтных свинок
в зависимости от их уровня производственной статусности, n = 15

Table 2

Blood parameters of daughters (F1♀) of replacement gilts depending on their production status, n = 15

Показатель	X±m _x	Мода, Мо	Медиана, Ме	Сравнение X, Мо, Ме ↓	Cv, %
ВМ					
ЛДГ, Ед./л	567,60±51,47	440,00	440,00		35,12
Мочевина, ммоль/л	4,44±0,10	4,50	4,50		8,50
Общий белок, г/л	68,67±1,66	71,00	70,00		9,38
АлАТ, Ед./л	37,27±0,99	39,00	39,00		10,32
АсАТ, Ед./л	44,93±2,25	40,00	40,00		19,37
ПМ					
ЛДГ, Ед./л	600,60±63,41	431,00	431,00		40,89
Мочевина, ммоль/л	4,82±0,15*	4,80	4,70		12,00
Общий белок, г/л	69,53±0,78	70,00	70,00		4,34
АлАТ, Ед./л	34,47±1,27	33,00	33,00		14,25
АсАТ, Ед./л	45,73±3,70	57,00	39,00		31,34
ТМ					
ЛДГ, Ед./л	670,20±32,00	670,00	670,00		18,49
Мочевина, ммоль/л	4,91±0,23	4,30	4,70		18,04
Общий белок, г/л	66,93±1,96	68,00	68,00		11,33
АлАТ, Ед./л	36,33±1,16	40,00	38,00		12,38
АсАТ, Ед./л	33,87±1,59***	38,00	38,00		18,23
ИТОГО					
ЛДГ, Ед./л	612,80±29,29	440,00	577,00		32,06
Мочевина, ммоль/л	4,72±0,10	4,50	4,60		14,11
Общий белок, г/л	68,38±0,89	68,00	69,00		8,73
АлАТ, Ед./л	36,02±0,67	33,00	37,00		12,48
АсАТ, Ед./л	41,51±1,74	38,00	38,00		27,64

Из данных таблицы видно, что все средние значения показателей крови находятся в пределах референтных границ для взрослых свиней. Однако ключевые тенденции, наблюдавшиеся у матерей, в целом воспроизвелись у дочерей, что подтверждает генетическую природу различий в биохимических показателях крови.

Так, наблюдалась четкая восходящая градация, аналогичная материнской группе, по уровню активности фермента ЛДГ, ведущая (567,6 Ед./л), посредственная (600,6 Ед./л), товарная (670,2 Ед./л).

Следовательно, потомство свиней унаследовало уровень стрессоустойчивости. Повышенный ЛДГ у дочерей товарной группы свидетельствует о генетически закрепленной повышенной чувствительности клеток к стандартным технологическим нагрузкам.

По уровню общего белка сохранилась тенденция к его снижению от ведущей к товарной группе, как и у матерей (ведущая – 68,67 г/л; посредственная – 69,53 г/л; товарная – 66,93 г/л).

Уровень мочевины повышался от ведущей к товарной группе, повторяя картину матерей. У посредственной группы значение достоверно выше, чем у ведущей (4,82 против 4,44 ммоль/л). Разница составила 8,6 %.

Активность фермента АлАТ во всех группах выровнялась (37,27; 34,47; 36,33 Ед./л) и не имела таких резких отличий, как у матерей.

Наименьшую активность фермента АсАТ показала товарная группа (33,87 Ед./л). При этом посредственная группа снова продемонстрировала высокую вариабельность ($C_v = 31,34\%$) и расхождение между модой (57,00) и медианой (39,00).

Следовательно, биохимический профиль крови у дочерей подтвердил, что различия между группами носят наследственный характер. Это дает основание для использования данных показателей, особенно ЛДГ, общего белка и мочевины, в качестве вспомогательных косвенных маркеров при генетической оценке и отборе ремонтного молодняка на ранних этапах.

В таблице 3 представлены результаты оценки биохимических показателей крови сыновей ремонтных свинок.

Из данных таблицы 3 видно, что все средние значения показателей крови находятся в пределах референтных границ для взрослых свиней. Однако, в отличие от дочерей, у сыновей не наблюдалось четкого повторения тенденций, характерных для материнского поголовья. Это указывает на возможное половое различие в проявлении наследственных признаков или иной тип метаболического ответа у растущих хрячков.

По активности фермента ЛДГ сохранилась общая тенденция: товарная группа (633,45 Ед./л) имела наибольшее значение, а посредственная группа (591,73 Ед./л) – наименьшее. Разница составила 7,1 %. Однако различия между группами не столь выражены, как у матерей и дочерей.

Повышенный уровень ЛДГ у сыновей товарной группы подтверждает наследование признака повышенной стресс-чувствительности.

По содержанию в крови общего белка картина кардинально отличалась от таковой у матерей и дочерей. Наивысший уровень белка присутствовал в товарной (71,33 г/л) и ведущей (71,29 г/л) группах, тогда как посредственная группа (68,93 г/л) обладала достоверно более низким показателем.

Таблица 3

Показатели крови сыновей (F1♂) ремонтных свинок
в зависимости от их уровня производственной статусности, n = 15

Table 3

Blood parameters of sons (F1♂) of replacement gilts depending on their production status, n = 15

Показатель	$X \pm m_x$	Мода, Mo	Медиана, Me	Сравнение X, Mo, Me ↓	Cv, %
ВМ					
ЛДГ, Ед./л	614,70±19,28	614,70	614,70		12,15
Мочевина, ммоль/л	4,59±0,12	4,40	4,60		9,96
Общий белок, г/л	71,29±0,92	68,00	71,00		4,99
АлАТ, Ед./л	34,33±1,66	33,00	34,00		18,77
АсАТ, Ед./л	38,18±4,75	38,18	36,00		48,15
ПМ					
ЛДГ, Ед./л	591,73±14,69	619,49	603,00		9,62
Мочевина, ммоль/л	4,63±0,14	5,00	4,80		12,02
Общий белок, г/л	68,93±1,86	69,00	69,00		10,47
АлАТ, Ед./л	31,20±1,10	26,00	32,00		13,72
АсАТ, Ед./л	29,00±1,18	29,00	29,00		15,75
ТМ					
ЛДГ, Ед./л	633,45±28,65	640,90	640,90		17,52
Мочевина, ммоль/л	4,28±0,13	4,10	4,10		12,21
Общий белок, г/л	71,33±0,83	71,00	71,00		4,49
АлАТ, Ед./л	33,13±1,51	30,00	32,00		17,63
АсАТ, Ед./л	31,00±1,32	31,00	31,00		16,49
ИТОГО					
ЛДГ, Ед./л	613,29±12,49	614,70	614,70		13,66
Мочевина, ммоль/л	4,50±0,08	4,90	4,60		11,69
Общий белок, г/л	70,52±0,75	69,00	70,00		7,11
АлАТ, Ед./л	32,89±0,84	34,00	33,00		17,09
АсАТ, Ед./л	32,73±1,75	31,00	31,00		35,94

Отсутствие прямой повторяемости признака говорит о сложном характере наследования эффективности белкового обмена, который может по-разному реализовываться у разного пола животных. Высокий белок у сыновей товарной группы на фоне повышенного ЛДГ может указывать на компенсаторные механизмы или иной тип метаболического ответа на те же условия.

Товарная группа (4,28 ммоль/л) имела наименьший уровень мочевины, что контрастирует с тенденцией, наблюдавшейся у матерей и дочерей.

Низкая уровень мочевины в сочетании с высоким общим белком у сыновей товарной группы является благоприятным признаком и может свидетельствовать о высокой эффективности использования пищевого протеина для синтеза тканей именно у этой группы самцов, указывая на то, что генетическая оценка по азотистому обмену должна учитывать пол животного.

По активности фермента АлАТ показатели всех групп были очень близки (34,33; 31,20; 33,13 Ед./л).

По активности фермента АсАТ наблюдались наиболее яркие различия. Так, ведущая группа (38,18 Ед./л) имела существенно более высокую активность АсАТ по

сравнению с посредственной (29,00 Ед./л) и товарной (31,00 Ед./л) группами. Разница составила соответственно 31,6 и 20,8 %.

Повышенный средний уровень АсАТ у сыновей ведущей группы может указывать на генетически обусловленный более интенсивный мышечный метаболизм, что потенциально связывается с лучшими откормочными качествами.

Следовательно, биохимический профиль сыновей свидетельствует о сложном, нелинейном наследовании производственно-значимых метаболических признаков. Для целей селекции наиболее информативными показателями у мужского потомства являются АсАТ – индикатор мышечного метаболизма и генетической однородности и ЛДГ – индикатор стрессоустойчивости. Полученные данные подтверждают необходимость комплексной оценки генетического потенциала с учетом пола и специфики метаболического ответа.

Заключение. Интеграция мониторинга биохимического статуса в систему племенной работы позволит перейти от отбора по внешним признакам к управлению глубинными физиологическими процессами, создавая основу для целенаправленного формирования высокопродуктивных, стресс-резистентных и экономически эффективных генотипов свиней, что соответствует стратегической цели получения максимального количества высококачественной продукции.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-26-20017, <https://rscf.ru/project/25-26-20017/>»

Список источников

1. Белооков А. А., Ребезов М. Б., Стволов С. С. Мясные качества помесного молодняка свиней // Аграрная наука. 2024. № 2. С. 71–75. DOI 10.32634/0869-8155-2024-379-2-71-75. – EDN RAOFFI
2. Григорьева Н. Н., Корякина Л. П., Борисов Н. И. Морфофизиологические и физиолого-биохимические исследования крови животных: Учебно-методическое пособие. Якутск: ООО ЦИКЛ, 2020. 80 с. ISBN 978-5-91556-758-9. – EDN CMRLHK
3. Исследование морфологического и биохимического состава крови животных при использовании адаптогенов / О. В. Крупина, И. М. Хабибуллин, И. В. Миронова, Р. М. Хабибуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 251, № 3. С. 156–161. DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_156. – EDN CNATGC
4. Оценка влияния хряков-производителей различной селекции на показатели свиноматок и помесей первого поколения / С. С. Стволов, А. А. Белооков, О. В. Белоокова, С. А. Гриценко, М. Б. Ребезов // Аграрная наука. 2023. № 2. С. 65–69. DOI 10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69. EDN CANWPP
5. Оценка мясных качеств помесного молодняка свиней разной селекции / А. А. Белооков, О. В. Белоокова, С. С. Стволов, С. А. Гриценко, М. Б. Ребезов, М. А. Зяблицева // Аграрная наука. – 2023. № 4. С. 70–74. DOI 10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74. – EDN CNTIWQ
6. Оценка ремонтных свинок материнской породы свиней, используемых на первом этапе промышленного скрещивания / С. В. Соломаха, А. А. Белооков, О. В. Белоокова, М. Д. Гриценко // Сельскохозяйственный журнал. 2025. № 1 (18). С. 156–167. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.18.2025. – EDN ICLZEK
7. Погодаев В., Кондратов Р. Откормочная, мясная продуктивность и качество мяса свиней в зависимости от технологии откорма // Свиноводство. 2009. № 2. С. 8–11. EDN: KZHFR
8. Погодаев В., Харченко Р., Клименко Р. Влияние комплексного иммунного модулятора (КИМ) на рост и интерьерные показатели поросят-отъемышей // Свиноводство. 2006. – № 4. С. 18–20.
9. Погодаев В. А., Панасенко В. М. Биологические особенности свиней степного типа СМ-1 // Зоотехния. 2000. № 2. С. 13-14. EDN: YLFGHB

10. Погодаев В. А., Пешков А. Д., Шнахов А. М. Мясная продуктивность помесных свиней, полученных на основе скрещивания пород СМ-1 и ландрас // Свиноводство. 2010. № 8. С. 26–29. EDN: NCUQOJ
11. Погодаев В. А., Кондратов Р. С. Убойные и мясные качества свиней различных генотипов в зависимости от предубойной массы // Зоотехния. 2008. № 12. С. 23–25. EDN: JWONCT
12. Показатели экстерьера свинок материнской породы на различных этапах онтогенеза / С. А. Гриценко, А. А. Белооков, С. М. Ермолов, М. Б. Ребезов, М. Д. Гриценко // Аграрная наука. 2025. № 9. С. 45–53. – DOI 10.32634/0869-8155-2025-398-09-45-53. – EDN QHOEMY
13. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025623302 Российская Федерация. «Показатели экстерьера популяции свиноматок материнской породы в различные периоды постнатального онтогенеза»: заявл. 31.07.2025; опубл. 08.08.2025 / С. А. Гриценко, А. А. Белооков, С. М. Ермолов, М. Д. Гриценко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет». – EDN EMJELZ
14. Соколов Н. В., Свистунов А. А. Откормочные и мясные качества свиней при чистопородном разведении и скрещивании // Эффективное животноводство. 2016. № 8 (129). С. 14–15. EDN WZJYUJ
15. Характеристика изменчивости показателей крови свинок родительских пород, используемых для промышленного скрещивания / С. А. Гриценко, М. А. Дерхо, М. Б. Ребезов, С. В. Соломаха // Аграрная наука. 2023. № 5. С. 42–48. DOI 10.32634/0869-8155-2023-370-5-42-48. – EDN DXUAZL

References

1. Belookov A.A., Rebezov M.B., Stvolov S.S. Meat qualities of mixed young pigs // Agrarian science. 2024. No. 2. P. 71–75. DOI 10.32634/0869-8155-2024-379-2-71-75. – EDN RAOFFI
2. Grigoreva N.N., Koriakina L.P., Borisov N.I. Morphophysiological and physiological-biochemical studies of animal blood: An educational and methodical manual. Yakutsk: LLC CYCLE, 2020. 80 p. ISBN 978-5-91556-758-9. – EDN CMRLHK.
3. Study of the morphological and biochemical composition of animal blood using adaptogens / O.V. Krupina, I.M. Khabibullin, I.V. Mironova, R.M. Khabibullin // Academic notes of Kazan state academy of veterinary medicine named after N. Bauman. 2022. Vol. 251, No. 3. P. 156 – 161. DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_156. – EDN CNATGC.
4. Evaluation of the influence of breeding boars of different selection on the performance of sows and first-generation crossbreeds / S. S. Stvolov, A. A. Belookov, O. V. Belookova, S. A. Gritsenko, M. B. Rebezov // Agrarian science. 2023. No. 2. P. 65–69. DOI 10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69. EDN CANWPP.
5. Assessment of meat qualities of crossbred young pigs of different selection / A.A. Belookov, O.V. Belookova, S.S. Trunov, S.A. Gritsenko, M.B. Rebezov, M.A. Ziablitseva// Agrarian science. – 2023. No. 4. P. 70 – 74. DOI 10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74. – EDN CNTIWQ.
6. Evaluation of young gilts of the maternal breed of pigs used at the first stage of commercial crossing / S.V. Solomakha, A.A. Belookov, O.V. Belookova, M.D. Gritsenko // Agricultural journal. 2025. No. 1(18). P. 156 – 167. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.18.2025. – EDN ICLZEK.
7. Pogodaev V., Kondratov R. Fattening, meat productivity and quality of pig meat depending on the technology of fattening // Pig breeding. 2009. No. 2. P. 8 – 11. EDN: KZHFR.
8. Pogodaev V., Kharchenko R., Klimenko R. Effect of a complex immune modulator (CIM) on the growth and interior parameters of weaned piglets // Pig breeding. 2006. No.4. P.18–20.
9. Pogodaev V.A., Panasenkov V.M. Biological features of steppe type pigs SM-1 // Zootechniya. 2000. No. 2. P. 13–14. EDN: YLFGHB.
10. Pogodaev V.A., Peshkov A.D., Shnakhov A.M. Meat productivity of crossbred pigs obtained by crossing the SM-1 and Landrace breeds // Pig breeding. 2010. No. 8. P. 26 – 29. EDN: NCUQOJ.
11. Pogodaev V.A., Kondratov R.S. Slaughter and meat qualities of pigs of various genotypes depending on the preslaughter weight. 2008. No. P. 23–25. EDN: JWONCT.
12. Exterior traits of gilts of maternal breed at various stages of ontogenesis / S.A. Gritsenko, A.A.

Belookov, S.M. Ermolov, M.B. Rebezov, M.D. Gritsenko // Agrarian science. 2025. No. 9. P. 45–53. – DOI 10.32634/0869-8155-2025-398-09-45-53. – EDN QHOEMY

13. Certificate of State registration of the database No. 2025623302 Russian Federation. “Exterior traits of the sow population of the maternal breed in various periods of postnatal ontogenesis”: application 31.07.2025; published 08.08.2025 / S.A. Gritsenko, A.A. Belookov, S.M. Ermolov, M.D. Gritsenko; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Agrarian University”. – EDN EMJELZ.

14. Sokolov N.V., Svistunov A.A. Fattening and meat qualities of pigs in purebred breeding and crossing // Efficient animal husbandry. 2016. No. 8(129). P. 14-15. EDN WZJYUJ

15. Characteristics of the variability of blood parameters of gilts of parental breeds used for commercial crossing / S.A. Gritsenko, M.A. Derkho, M.B. Rebezov, S.V. Solomakha // Agrarian science. 2023. No. 5. P. 42–48. DOI 10.32634/0869-8155-2023-370-5-42-48. – EDN DXUAZL

Сведения об авторах

Гриценко Светлана Анатольевна, доктор биологической наук, доцент, заведующий кафедрой кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, тел.: +7 967 863-97-03, e-mail: zf.usavm@mail.ru, ORCID 0000-0003-2334-4925

Алексей Анатольевич Белооков, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, тел.: +7 900 083-53-02, e-mail: belookov@yandex.ru, ORCID 0000-0002-1083-5832

Сергей Михайлович Ермолов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры птицеводства, тел.: +7 951 803-15-14, e-mail: sergey.ermolov@bk.ru, ORCID 0000-0002-4600-7908

Information about the authors

S. A. Gritsenko, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Agrarian University”, tel.: +79678639703, e-mail: zf.usavm@mail.ru, ORCID 0000-0003-2334-4925

A. A. Belookov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Agrarian University”, tel.: +79000835302, e-mail: belookov@yandex.ru, ORCID 0000-0002-1083-5832

S. M. Ermolov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Poultry Breeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Agrarian University”, tel.: +79518031514, e-mail: sergey.ermolov@bk.ru, ORCID 0000-0002-4600-7908

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.12.2025; одобрена после рецензирования 30.12.2025; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 24.12.2025; approved after reviewing 30.12.2025; accepted for publication 17.03.2026

Гриценко С. А., Белооков А. А., Ермолов С. М.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 68-75
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 68-75

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.087.7

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.1.19.2026

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ НА РОСТ ПЕРЕПЕЛОВ

Ерохина Анна Викторовна^{1,2}, Сазонова Ирина Александровна^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»), Россия, г. Саратов

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова» (ФГБОУ ВО Вавиловский университет), Россия, г. Саратов. E-mail: eroha46@mail.ru, iasazonova@mail.ru

Аннотация. Для птицеводческой отрасли России характерны высокая динамика и рост объема рынка продукции. Современный потребительский рынок диктует определенные требования к ассортименту и качеству реализуемой продукции, поэтому производство мяса птицы наращивает обороты, но, по утверждению специалистов, «перепелиный рынок» России, несмотря на наметившуюся тенденцию к увеличению, освоен не более чем на 20 %. В то же время со стороны населения растет потребность поддержания здорового образа жизни и, как следствие, растет спрос на диетическую и экологическую сельхозтоваропродукцию, открывая перспективы для развития перепеловодства. Рациональное и эффективное использование сырьевых ресурсов является стратегической задачей кормовой промышленности Российской Федерации. В статье приведены результаты доклинических исследований, проведенных в 2025 году в виварии ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (Россия, г. Саратов), по влиянию кормовой добавки с использованием чины посевной на рост перепелов породы Техасский белый. Сформировали 4 группы-аналогов 10-дневных перепелов по 50 голов в каждой, содержали в клеточных батареях, кормление и поение осуществляли групповым методом, потребление корма птицей учитывали ежедневно, контрольное взвешивание перепелов проводили еженедельно. Отмечено положительное влияние включения кормовой добавки в рацион перепелов на скорость роста. Установлено, что замена 1 % основного рациона на кормовую добавку способствует увеличению скорости роста перепелов, а также снижению затрат корма на прирост 1 кг живой массы. Включать разработанную нами кормовую добавку в рацион перепелов целесообразно в дозе 1 %.

Ключевые слова: перепела, кормовая добавка, чина посевная, абсолютный прирост, относительный прирост, конверсия корма.

Для цитирования: Ерохина А. В., Сазонова И. А. Влияние кормовой добавки с использованием чины посевной на рост перепелов // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 68-75. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

**EFFECT OF A FEED ADDITIVE CONTAINING GRASS PEA
ON THE GROWTH OF QUAILS**

Anna V. Erokhina^{1,2}, Irina A. Sazonova^{1,2}

¹Federal State Budgetary Scientific Institution “Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Maize” (FSBSI RosNIISK “Rossorgo”), Russia, Saratov

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov” (FSBEI HE Vavilov University), Russia, Saratov E-mail: eroha46@mail.ru, iasazonova@mail.ru

Abstract. The Russian poultry industry is characterized by high dynamics and a growth of the market volume of products. The modern consumer market dictates certain requirements for the range and quality of sold products, so poultry meat production is increasing, but, according to experts, the “quail market” in Russia, despite the emerging upward trend, has been mastered by no more than 20%. At the same time, the population's growing desire to maintain a healthy lifestyle is driving demand for dietary and organic agricultural products, opening up opportunities for the development of quail farming. Rational and efficient use of raw materials is a strategic objective of the feed industry of the Russian Federation. The article presents the results of preclinical studies conducted in 2025 in the vivarium of FSBSI RosNIISK “Rossorgo” (Saratov, Russia), on the effect of a feed additive containing grass pea on the growth of Texas White quails. 4 analogue groups of 10-day-old quails of 50 head each were formed, kept in cage batteries, feeding and watering were carried out by the group method, poultry feed intake was taken into account daily, and control weighing of quails was carried out weekly. The positive effect of the inclusion of feed additive in the diet of quails on the growth rate was noted. It was found that replacing 1% of the basic diet with a feed additive increases the growth rate of quails, as well as reduces feed costs for an increase in 1 kg of live weight. It is advisable to include the feed additive developed by us in the quail diet at a dose of 1%.

Keywords: quails, feed additive, grass pea, absolute increase, relative increase, feed conversion.

For citation: Erokhina A.V., Sazonova I.A. Effect of a feed additive containing grass pea on the growth of quails // Agricultural journal. 2026; 1 (19).P. 68-75. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.1.19.2026

Введение. В животноводстве Российской Федерации наблюдается дефицит кормовых добавок из-за введения запретов и ограничений на ввоз ряда товаров иностранного производства. Российскими учеными и сельхозтоваропроизводителями активно ведется поиск решения вопросов импортозамещения – отечественное производство наращивает обороты, тем не менее Россия до сих пор зависит от импортных поставок кормовых добавок или компонентов для их внутреннего производства [1].

Одним из наиболее лимитируемых в рационе компонентов выступают белок, его полноценность и усвояемость. Протеиновое питание и обеспеченность незаменимыми аминокислотами оказывает большое влияние на продуктивность птицы [2–5], поэтому наиболее важная задача – это поиск альтернативных источников полноценного кормового белка.

В рационе сельскохозяйственных животных и птицы в этом аспекте наиболее интенсивно изучаются зернобобовые культуры. В данном направлении интерес вызывает ценная кормовая и пищевая культура семейства бобовых – чина посевная (лат. *Lathyrus sativus* L.) [6]. В семенах чины посевной селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» достаточно высокое содержание сырого протеина (29,86–31,46 %) [7]. В то же время одним из признаков, характеризующих питательные достоинства зерна, является растворимость главных компонентов, в особенности белков. Чем полнее извлекаются эти вещества, тем доступнее становятся они для организма. В этом отношении белки семян чины очень ценны. Большая их часть принадлежит к полноценным белкам. Так, в 100 г сырого протеина чины приходится 55–60 % на альбуминовую фракцию и 14–22 % – на глобулиновую фракцию. Переваримость сухого вещества при определении методом *in vitro* достигает 49 % [8].

Цель исследований – изучить и оценить влияние кормовой добавки (КД) с использованием чины посевной на рост перепелов.

Материал и методы исследований. Доклинические исследования проводили в 2025 году в виварии ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (Россия, г. Саратов). Для проведения эксперимента были созданы 4 группы-аналогов 10-дневных перепелов породы Техасский белый по 50 голов в каждой. Перепелов содержали в клеточных батареях, кормление и поение осуществляли групповым методом.

Рацион контрольной группы (контроль) составлял полноценный промышленный комбикорм ЭКОРМ производства ООО «Мелькомбинат» ГОСТ Р 51851-2001, соответствующий возрастным периодам роста птицы (таблица 1).

Таблица 1

Комбикорм для перепелов ГОСТ Р 51851-2001

Table 1

Compound feed for quails GOST R 51851-2001

Показатель	Пищевая ценность	
	Старт (0–30 дней)	От 30 дней
Обменная энергия, МДж/кг	12,5	11,8
Сырой протеин, %	28,0	19,0
Сырой жир, %	4,0	4,5
Сырая клетчатка, %	4,0	8,0
Влажность, %	14,0	14,0

В первой опытной группе (1-й опыт) 1 % комбикорма заменяли кормовой добавкой с использованием чины посевной, во второй опытной группе (2-й опыт) – 5 % комбикорма, а в третьей опытной группе (3-й опыт) – 10 % комбикорма.

В состав кормовой добавки был включен фитокомплекс, содержащий измельченные семена чины посевной (80 %), расторопши пятнистой (15 %) и кориандра (5 %), а также тривитамин, сера и мел кормовой. Для снижения пыльности получаемой смеси добавляли патоку. Кормовая добавка содержала в сухом веществе 26,5 % сырого протеина, при этом ее энергетическая ценность насчитывала 296 ккал/100 г, а обменная энергия – 12,41 МДж/кг.

В течение проведения эксперимента ежедневно учитывали потребления корма птицей. Контрольное взвешивание перепелов проходило еженедельно, расчет абсолютного, относительного прироста и относительной скорости роста проводили в соответствии с общепринятыми методиками [9]. По окончании технологического цикла, в возрасте 40 суток, был совершен контрольный убой подопытной птицы.

Результаты исследований обрабатывались методом биометрической статистики с определением критерия Стьюдента-Фишера и установлением уровней значимости.

Результаты исследований и их обсуждение. При проведении эксперимента наблюдались значительные различия интенсивности роста перепелов в зависимости от скормливаемого рациона. В таблице 2 приведены данные по динамике живой массы, отмечены значимые различия живой массы перепелов опытных групп относительно контроля.

Таблица 2

Динамика живой массы перепелов, n = 50

Table 2

Dynamics of live weight of quails, n=50

Группа	Возраст, сутки				
	12	19	26	34	40
Контроль	78,86±0,31	159,10±0,55	226,79±1,54	265,25±1,60	276,20±1,48
1-й опыт	79,22±0,37	155,10±0,55****	234,11±1,97**	282,75±1,60****	318,00±1,05****
2-й опыт	79,73±0,37	157,80±0,74	228,16±0,80	267,35±1,66	311,40±1,48****
3-й опыт	79,23±0,43	156,40±0,92*	216,69±1,05****	275,15±1,60****	314,20±1,17****
Примечание – * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,005$; **** $P \leq 0,001$					

В первую неделю эксперимента наибольший среднесуточный прирост (11,46 г) отмечался в первой, контрольной, группе, что обусловлено отсутствием стрессового фактора изменения рациона кормления (рисунок 1).

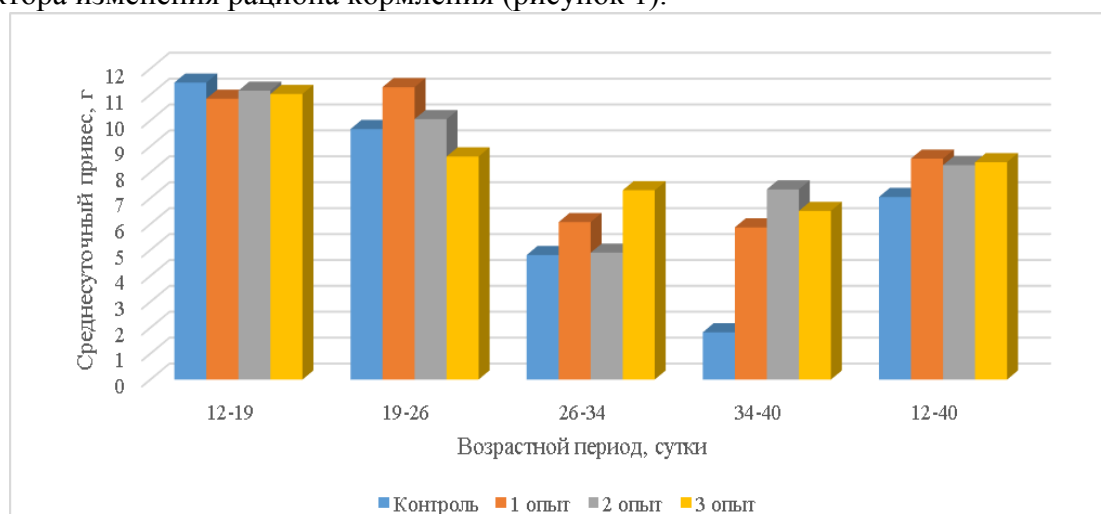


Рисунок 1. Среднесуточный прирост, г

Figure 1. Average daily gain, g

После периода привыкания, который длился 7 дней, высокий результат среднесуточного прироста (11,29 г) зафиксировали в первой опытной группе, получавшей 1 %

КД. Также в этой группе наблюдался наиболее высокий абсолютный среднесуточный прирост (8,53 г) за весь период проведения эксперимента. Этот результат не имел значительных различий с показателями среднесуточного прироста второй опытной группы (8,27 г), получавшей 5 % КД, и третьей опытной группы (8,39 г), получавшей 10 % КД. Самые низкие результаты среднесуточного прироста за период откорма показала контрольная группа (7,05 г).

Более высокие приросты в опытных группах могут объясняться наличием биологически активных веществ в семенах растений, входящих в состав кормовой добавки, гепатопротекторными свойствами расторопши пятнистой и фитобиотическими свойствами кориандра. Биоактивные вещества способны влиять на скорость обменных процессов в организме, ускоряя метаболизм [10, 11].

Стоит отметить, что интенсивность роста не всегда зависит от количества потребляемого корма, в большей степени на неё влияет полноценность кормления [12]. В таблице 3 приведены данные затрат корма на образование 1 кг прироста.

Таблица 3

Конверсия корма у перепелов во время эксперимента

Table 3

Feed conversion in quails during the experiment

Группа	Возраст, сутки			
	19	26	34	40
Контроль	1,54	2,00	2,83	3,69
1-й опыт	1,58	1,94	2,68	3,21
2-й опыт	1,52	1,98	2,84	3,29
3-й опыт	1,37	1,98	2,67	3,18

При сопоставлении данных живой массы и конверсии корма можно отметить, что за первую неделю эксперимента первая опытная группа перепелов на образование 1 кг прироста потребила корма больше других исследуемых групп (1,58 кг). Минимальные затраты отмечались в третьей опытной группе (1,37 кг). Во вторую и третью недели эксперимента коэффициент биоконверсии первой опытной группы оказался меньше по сравнению с остальными группами. Эти различия были незначительными в сравнении с третьей опытной группой, которая за весь период откорма израсходовала в среднем 3,18 кг корма на прирост 1 кг живой массы, в то время как в контрольной группе отмечалось самое большое потребление корма – 3,69 кг.

О скорости роста можно судить как по абсолютной величине прироста в единицу времени, так и по относительному приросту, характеризующему интенсивность роста. Установлено, что живая масса птицы с возрастом увеличивается неравномерно [13]. Сначала абсолютные приросты повышаются, а затем уменьшаются. Относительный прирост имеет наибольшую величину в раннем возрасте, а в последующем он снижается. Как видно на рисунке 2, скорость роста в группах имела различия во все периоды роста, тем не менее высокий показатель за время эксперимента отмечен в опытных группах. Так, наиболее интенсивный рост перепелов фиксировали в первой опытной группе, получавшей 1 % кормовой добавки вместо основного рациона (120,23 %).



Рисунок 2. Относительная скорость роста, %

Figure 2. Relative growth rate, %

Закключение. Из обобщения результатов исследований следует, что применение кормовой добавки с использованием чины посевной оказывает положительное влияние на рост перепелов, снижая затраты корма на получение 1 кг живой массы, предполагая тем самым снижение финансовых затрат на единицу продукции [14, 15]. Исходя из полученных данных, наиболее целесообразно включать разработанную нами кормовую добавку в дозе 1 %, обеспечивая снижение затрат корма на 13 % и увеличение приростов на 15 % относительно контроля.

Список источников

1. Шаабан М. Анализ российского рынка кормовых добавок (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 3. С. 76–91. DOI 10.33284/2658-3135-106-3-76. – EDN DJXHPW
2. Погодаев В. А., Карданова И. М. Продуктивность молодняка индеек при использовании биогенных стимуляторов // Аграрный научный журнал. 2017. № 5. С. 23–27. EDN YQEPRD
3. Погодаев В. А., Карданова И. М. Влияние биогенных стимуляторов «СИТР» и «СТ» на мясные качества индеек // Научная жизнь 2017. № 5 С. 74–83. EDN ZHFWBT
4. Рядинская А. А., Кошаев И. А. Использование в птицеводстве белкового концентрата из нетрадиционного сырья // Монография. Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью «Издательские решения», 2018. 122 с. ISBN 978-5-4493-8879-7. EDN SLTOED
5. Резниченко Л. В., Пензева М. Н. Проблема белкового питания в бройлерном птицеводстве и пути её решения // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 964-972. EDN RVDCBF
6. Василевич Ф. И., Шевкопляс В. Н., Бачинская В. М. Получение биологически полноценной продукции перепеловодства при применении белковых гидролизатов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2020. № 10. С. 62–68. ISSN 2072-2419. EDN KXOMRD. <https://vetjournal.spbguvvm.ru/jour/article/view/109/110>
7. Донская М. В., Донской М. М., Костикова Н. О. Оценка качества зерна различных образцов чины посевной // Земледелие. 2022. № 4. С. 21–25. DOI 10.24412/0044-3913-2022-4-21-25. EDN KQZQVP

8. Сазонова И. А., Мыльников Д. Д., Ерохина А. В., Бычкова В. В. Чина посевная – ценный сырьевой ресурс для кормопроизводства // Сельскохозяйственный журнал. 2025. № 1 (18). С. 60–68. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.18.2025. EDN AWJMYM
9. Ерохина А. В., Сазонова И. А., Бычкова В. В. Потенциал чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) в производстве кормов и кормовых добавок // Эффективное животноводство. 2024. № 7 (197). С. 24-25. DOI 10.24412/cl-33489-2024-7-24-25. EDN MHGDTM
10. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова [и др.] ; Российская академия сельскохозяйственных наук, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Россельхозакадемии. Сергиев Посад : Весь Сергиев Посад, 2013. 51 с. ISBN 978-5-91582-047-9. EDN SDOKYP. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21548916>
11. Ленкова Т. Н., Гусева И. И. Влияние гепатопротекторов на состояние печени бройлеров // Птицеводство. 2022. № 9. С. 35–39. DOI: 10.33845/0033-3239-2022-71-9-35-39. EDN FKTPSC
12. Остренко К. С., Гавриков А. С., Овчарова А. Н. Влияние плодов кориандра посевного и фенхеля обыкновенного на экспрессию связанных с иммунитетом генов у кур-несушек // Птицеводство. 2025. № 4. С. 55–61. DOI: 10.33845/0033-3239-2025-74-4-55-61. EDN HJLNWK
13. Погодаев В. А., Романенко И. В. Энергия роста и показатели обмена веществ у чистопородных и гибридных индеек // Птица и птицепродукты. 2023. № 5. С. 20–23. DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-5-20-23. EDN ZIKZEK
14. Романенко И. В., Погодаев В. А. Динамика роста и конверсия корма у чистопородных и породно-линейных индеек // Птица и птицепродукты. 2025. № 5. С. 24–27. DOI 10.30975/2073-4999-2025-27-5-24-27. EDN RWWVLE
15. Погодаев В. А., Карданова И. М., Погодаева И. В. Экономическая эффективность применения биогенных стимуляторов при выращивании индеек // Известия Горского государственного аграрного университета. Владикавказ. 2017. Том 54. Часть 2. С. 106–111. EDN YSSDVP

References

1. Shaaban M. Analysis of the Russian market of feed additives (review) // Animal husbandry and feed production. 2023. Vol. 106. No. 3. P. 76–91. DOI 10.33284/2658-3135-106-3-76. – EDN DJXHPW.
2. Pogodaev V.A., Kardanova I.M. Productivity of young turkeys using biogenic stimulants // The Agrarian Scientific Journal. 2017. No.5. pp. 23–27. EDN YQEPRD.
3. Pogodaev V.A., Kardanova I.M. Influence of biogenic stimulants “SITR” and “ST” on the meat qualities of turkeys // Scientific Life 2017. No. 5, pp. 74-83. EDN ZHFWBT.
4. Riadinskaia A. A., Koshchaev I.A. Use of protein concentrate from non-traditional raw materials in poultry farming // Monograph. Yekaterinburg: Limited Liability Company “Publishing Solutions”, 2018. 122 p. ISBN 978-5-4493-8879-7. EDN SLTOED.
5. Reznichenko L.V., Penzeva M.N. Problem of protein nutrition in broiler poultry farming and ways to solve it //Modern problems of science and education. 2013. No. 6. pp. 964-972. EDN RVDCBF.
6. Vasilevich F.I., Shevkoplias V. N., Bachinskaia V. M. Obtaining biologically complete products of quail farming with the use of protein hydrolysates // Veterinary medicine of farm animals. 2020. No. 10. P. 62-68. ISSN 2072-2419. EDN KXOMRD. <https://vetjournal.spbguv.ru/jour/article/view/109/110>.
7. Donskaia M.V., Donskoi M.M., Kostikova N.O. Evaluation of grain quality of various samples of grass pea // Zemledelie. 2022. No. 4. P. 21 – 25. DOI 10.24412/0044-3913-2022-4-21-25. EDN KQZQVP.
8. Sazonova I. A., Mylnikov D. D., Erokhina A.V., Bychkova V. V. Grass pea is a valuable raw material resource for feed production // Agricultural Journal. 2025. No. 1(18). pp. 60-68. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.18.2025. EDN AWJMYM.
9. Erokhina A.V., Sazonova I. A., Bychkova V. V. Potential of the grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in the production of feed and feed additives // Efficient animal husbandry. 2024. No. 7(197). P. 24-25.

DOI 10.24412/cl-33489-2024-7-24-25. EDN MHGDTM.

10. Methodology of scientific and industrial research on poultry feeding. Molecular genetic methods for the determination of intestinal microflora / I. A. Egorov, V. A. Manukian, T. N. Lenkova [et al.] ; Russian Academy of Agricultural Sciences, FSC All-Russian Research and Technological Poultry Institute of the Russian Agricultural Academy. Sergiev Posad: The Whole Sergiev Posad, 2013. 51 p. ISBN 978-5-91582-047-9. EDN SDOKYP. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21548916>.

11. Lenkova T.N., Guseva I.I. Effect of hepatoprotectors on the condition of the liver in broilers // Poultry farming. 2022 No. 9. P. 35-39. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-9-35-39. EDN FKTPSC.

12. Ostrenko K.S., Gavrikov A.S., Ovcharova A.N. Effect of coriander seeds and fennel on the expression of immunity-related genes in laying hens // Poultry farming. 2025. No. 4. P. 55-61. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-4-55-61. EDN HJLNWK.

13. Pogodaev V. A., Romanenko I. V. Growth energy and metabolic parameters in purebred and hybrid turkeys // Poultry and poultry products. 2023. No. 5. P. 20-23. DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-5-20-23. EDN ZIKZEK.

14. Romanenko I. V., Pogodaev V. A. Growth dynamics and feed conversion in purebred and breed-line turkeys // Poultry and poultry products. 2025. No. 5. P. 24-27. DOI 10.30975/2073-4999-2025-27-5-24-27. EDN RWWVLE.

15. Pogodaev V.A., Kardanova I.M., Pogodaeva I.V. Economic efficiency of the use of biogenic stimulants in the cultivation of turkeys // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. Vladikavkaz. 2017. Volume 54. Part 2.P.106-111. EDN YSSDVP.

Сведения об авторах

Ерохина Анна Викторовна, старший научный сотрудник, аспирант ФГБОУ ВО Вавиловский университет, Россия, г. Саратов; e-mail: eroha46@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5874-1931>

Сазонова Ирина Александровна, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник, профессор ФГБОУ ВО Вавиловский университет, Россия, г. Саратов; e-mail: iasazonova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9844-5339>

Information about the authors

A. V. Erokhina, Senior Researcher, Postgraduate Student, (FSBEI HE Vavilov University), Russia, Saratov; e-mail: eroha46@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5874-1931>

I. A. Sazonova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher, Professor, (FSBEI HE Vavilov University), Russia, Saratov; e-mail: iasazonova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9844-5339>

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 03.02.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 03.02.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 76-83
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 76-83

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 616-092.9:59.085

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.19.2026

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ
ЭКСПОЗИЦИИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА
У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Антон Павлович Лашин¹, Наталья Владимировна Симонова²,
Наталья Викторовна Коненкова², Михаил Анатольевич Штарберг³**

¹Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия.

E-mail: dalgau@tsl.ru

²Калужский государственный университет им К. Э. Циолковского, Россия, г. Калуга.

E-mail: rectorat@tksu.ru

³Амурская государственная медицинская академия, Россия, г. Благовещенск.

E-mail: AmurSMA@AmurSMA.su

Аннотация. С целью моделирования окислительного стресса в теплокровном организме апробировали прооксидантное воздействие шума с длительностью ежедневной экспозиции 30, 60 и 90 минут в течение 21 дня. Исследование проведено на базе центральной научно-исследовательской лаборатории Амурской медицинской академии (Благовещенск) в 2023-2024 годах. В рамках эксперимента использовалось 120 белых беспородных крыс-самцов массой 190–240 г, распределённых на четыре группы. В контрольной группе животных не применялось шумовое воздействие, тогда как в первой, второй и третьей экспериментальных группах их подвергали ежедневному шумовому воздействию в течение трёх недель по 30, 60 и 90 минут соответственно. Результатами эксперимента установлено, что моделирование окислительного стресса воздействием шума на лабораторных животных позволяет наметить тенденцию к смещению равновесия в прооксидантную сторону при ежедневном воздействии шума по 30 минут в течение 21 дня. При увеличении длительности экспозиции акустической нагрузки до 60 минут в день наблюдалось статистически значимое накопление, в сравнении с интактной группой, диеновых конъюгатов (на 31 % – 7-й и 14-й дни опыта, на 48 % – 21-й день, $p < 0,05$), гидроперекисей липидов (на 39 % – 7-й и 14-й дни опыта, на 42 % – 21-й день, $p < 0,05$), малонового диальдегида (на 48 % – 7-й день, на 44 % – 14-й день, на 64 % – 21-й день, $p < 0,05$). При этом снижается активность церулоплазмينا (на 45, 48 и 44 % соответственно, $p < 0,05$) и витамина Е (на 26 % – 14-й день, на 29 % – 21-й день, $p < 0,05$). Увеличение длительности ежедневного шумового воздействия до 90 минут также способствует формированию окислительного стресса с достоверным накоплением продуктов липопероксидации и истощением мощности антиоксидантной системы к концу первой, второй и третьей недель эксперимента, однако отсутствие статистически значимых различий между второй и третьей опытными группами не позволяет установить преимущества в плане изменения концентрации прооксидантных и антиоксидантных маркеров окислительного стресса, что обосновывает возможность рекомендовать

ежедневную 60-минутную акустическую нагрузку для создания модели окислительного стресса in vivo.

Ключевые слова: экспериментальная модель, окислительный стресс, воздействие шума, продукты липопероксидации, антиоксидантная система, крысы.

Для цитирования: Лашин А. П., Симонова Н. В., Коненкова Н. В., Штарберг М. А. Выбор оптимальной длительности экспозиции шумового воздействия для моделирования окислительного стресса у лабораторных животных // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 76-83. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

DETERMINING THE OPTIMAL NOISE EXPOSURE DURATION TO INDUCE OXIDATIVE STRESS IN LABORATORY ANIMAL MODELS

Anton P. Lashin¹, Natalia V. Simonova², Nataliia V. Konenkova², Mikhail A. Shtarberg³

¹Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia, e-mail: dalgau@tsl.ru

²Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga, Russia,
e-mail: rectorat@tksu.ru

³Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russia,
e-mail: AmurSMA@AmurSMA.su

Abstract. In order to simulate oxidative stress in a warm-blooded organism, the prooxidant effects of noise were tested with daily exposure of 30, 60, and 90 minutes for 21 days. The study was conducted at the central research laboratory of the Amur Medical Academy (Blagoveshchensk) in 2023–2024. The experiment involved 120 albino male rats weighing 190 – 240g, divided into four groups. The control group of animals received no noise exposure, while the first, second, and third experimental groups were exposed to noise daily for three weeks for 30, 60, and 90 minutes, respectively. The results of the experiment revealed that modeling oxidative stress in laboratory animals through noise exposure reveals a tendency toward a prooxidant shift in equilibrium with daily noise exposure for 30 minutes over 21 days. With an increase in the duration of exposure to acoustic load to 60 minutes per day, a statistically significant accumulation was observed compared to the intact group of diene conjugates (by 31% on days 7 and 14 of the experiment, 48% on day 21, $p < 0,05$), lipid hydroperoxides (by 39% on days 7 and 14 of the experiment, 42% on day 21, $p < 0,05$), malondialdehyde (by 48% on day 7, 44% on day 14, 64% on day 21, $p < 0,05$). At the same time, the activity of ceruloplasmin (by 45%, 48% and 44%, respectively, $p < 0,05$) and vitamin E decreased (by 26% on day 14, 29% on day 21, $p < 0,05$). Increasing the duration of daily noise exposure to 90 minutes also contributes to the formation of oxidative stress with a reliable accumulation of lipid peroxidation products and depletion of the antioxidant system by the end of the first, second and third weeks of the experiment, however, the absence of statistically significant differences between the second and third experimental groups does not allow us to establish benefits in terms of changing the concentration of prooxidant and antioxidant markers of oxidative stress, which justifies the possibility of recommending a daily 60-minute acoustic load to create a model of oxidative stress in vivo.

Key words: experimental model, oxidative stress, noise exposure, lipid peroxidation products, antioxidant system, rats.

For citation: Lashin A.P., Simonova N.V., Konenkova N.V., Shtarberg M.A. Determining the optimal noise exposure duration to induce oxidative stress in laboratory animal models // Agricultural journal. 2026; 1 (19). P. 76-83.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.19.2026

Введение. Влияние неблагоприятных внешних воздействий на функциональный статус организма является предметом исследований ученых различных специальностей – патофизиологов, фармакологов и др., при этом на сегодняшний день актуальным является изучение воздействия шума на теплокровный организм ввиду возрастающего уровня акустической нагрузки в связи с ускоряющейся урбанизацией и другими причинами [1–4]. Моделирование акустической нагрузки в эксперименте требует подтверждения оптимальной дозо-временной экспозиции шумового фактора, при которой регистрируются стойкие статистически значимые изменения в организме при минимальной длительности воздействия с учетом фармакоэкономических составляющих в обеспечении и сопровождении эксперимента [5–7]. В связи с этим изучение влияния воздействия шума (ВШ) в различном временном диапазоне на интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в теплокровном организме с целью смещения равновесия в про/антиоксидантной системе в прооксидантную сторону является предпосылкой к рекомендации для моделирования оксидативного стресса *in vivo* акустической нагрузкой [8, 9]. При моделировании оксидативного стресса подобным образом открывается возможность поиска и апробации кандидатов для нивелирования последствий акустической нагрузки и/или их профилактики среди фармакологических агентов различных групп, что является одной из задач фундаментальной фармакологии [10, 11].

Цель исследований – проанализировать влияние шума различной длительности воздействия на уровень маркеров оксидативного стресса у лабораторных животных.

Материал и методы исследований. Эксперимент был проведён в строгом соответствии с правилами доклинических исследований согласно требованиям этического комитета (выписка из протокола № 1 от 01 декабря 2022 года). Исследование проводилось в ЦНИЛ АГМА (Благовещенск) в период с 2023 по 2024 год.

Для эксперимента использовалось 120 белых беспородных крыс-самцов массой 190–240 г, равномерно распределённых на четыре группы. В контрольной группе животных не применялось шумовое воздействие, тогда как в первой, второй и третьей экспериментальных группах их подвергали ежедневному шумовому воздействию уровня звукового давления 95–105 дБ в течение трёх недель. Длительность ежедневного воздействия варьировала по группам: 30 минут – первая опытная группа, 60 минут – вторая опытная группа и 90 минут – третья опытная группа.

Экспериментальные животные были забиты методом декапитации в конце каждой из трёх недель эксперимента (7, 14 и 21-й дни) по 10 крыс из каждой из групп. Кровь, стабилизированная гепарином, подверглась центрифугированию для получения сыворотки, в которой измерялись уровни диеновых конъюгатов и гидроперекисей липидов. Определение этих маркеров проводилось по общепринятым методикам: реакция малонового диальдегида с тиобарбитуровой кислотой, разработанная И. Д. Стальным, определение церулоплазмينا (В. Г. Колба) и измерение витамина Е, созданная Р. Ж. Кисилевичем. Эти методы признаны общепринятыми в исследовании окислительного стресса [12–14].

Для анализа данных использовались Microsoft Excel 2016 и Statistica v 10.0. Оценка статистической значимости различий проводилась при помощи параметриче-

ского теста Стьюдента, а различия считались статистически значимыми при значении $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты эксперимента (таблица 1) указывают на то, что ежедневное воздействие шума продолжительностью 30 минут приводит к тенденции накопления продуктов липопероксидации у лабораторных животных со статистически значимым различием с интактной группой лишь к 14-му дню по уровню малонового диальдегида (увеличился на 52,4 %, $p < 0,05$).

Таблица 1

Концентрация прооксидантных маркеров окислительного стресса в плазме крови интактных и подвергнутых воздействию шума крыс, нмоль/мл, $M \pm m$

Table 1

Concentration of prooxidant markers of oxidative stress in the blood plasma of intact rats and rats exposed to noise, nmol/ml, $M \pm m$

Показатели	Дни опыта	Группы животных			
		интактная, $n = 30$	опытная 1 (ВШ 30 мин/сут.), $n = 30$	опытная 2 (ВШ 60 мин/сут.), $n = 30$	опытная 3 (ВШ 90 мин/сут.), $n = 30$
Диеновые конъюгаты	7	38,4 $\pm$ 2,0	49,3 $\pm$ 3,5	50,4 $\pm$ 3,1*	52,9 $\pm$ 4,0*
	14	39,7 $\pm$ 2,8	47,8 $\pm$ 3,2	52,0 $\pm$ 3,2*	51,4 $\pm$ 4,1
	21	36,9 $\pm$ 2,5	46,5 $\pm$ 3,0	54,5 $\pm$ 3,3*	53,5 $\pm$ 3,5*
Гидроперекиси липидов	7	30,2 $\pm$ 2,2	33,4 $\pm$ 2,5	42,0 $\pm$ 2,8*	42,6 $\pm$ 2,9*
	14	29,8 $\pm$ 2,1	35,2 $\pm$ 2,4	41,5 $\pm$ 2,6*	42,0 $\pm$ 2,7*
	21	31,0 $\pm$ 2,0	36,8 $\pm$ 2,2	43,9 $\pm$ 3,0*	45,1 $\pm$ 2,7*
Малоновый диальдегид	7	4,0 $\pm$ 0,4	5,5 $\pm$ 0,5	5,9 $\pm$ 0,4*	6,0 $\pm$ 0,5*
	14	4,3 $\pm$ 0,4	6,0 $\pm$ 0,6	6,2 $\pm$ 0,5*	6,0 $\pm$ 0,6
	21	4,2 $\pm$ 0,3	6,4 $\pm$ 0,6*	6,9 $\pm$ 0,7*	6,8 $\pm$ 0,6*

Примечание – здесь и в таблице 2: * статистическая значимость различий между интактной и опытными группами ($p < 0,05$)

Вместе с тем ВШ ежедневно по 60 мин/сут. позволило зарегистрировать достоверный рост продуктов ПОЛ в плазме крови опытных крыс в сравнении с интактными животными: концентрация диеновых конъюгатов к концу первой недели опыта оказалась выше на 31,3 % ($p < 0,05$), второй – на 31,0 % ($p < 0,05$), третьей – на 47,7 % ($p < 0,05$); содержание гидроперекисей липидов – на 39,1, 39,3 и 41,6 % соответственно ($p < 0,05$); уровень малонового диальдегида – на 47,5, 44,2 и 64,3 % ($p < 0,05$).

Трёхнедельное ВШ на лабораторных животных с длительностью экспозиции 90 мин/сут. привело к статистически значимому увеличению концентрации прооксидантных маркеров во все контрольные временные точки, за исключением двухнедельного влияния (различия по диеновой конъюгации липидов и малоновому диальдегиду с интактной группой не достоверны). Так, уровень гидроперекисей липидов в опытной группе 3 выше на 41,1 % (7-й день, $p < 0,05$), 40,9 % (14-й день, $p < 0,05$), 45,5 % (21-й день, $p < 0,05$); содержание диеновых конъюгатов – на 37,8 и 45,0 % (7-й и 21-й дни соответственно, $p < 0,05$); малонового диальдегида – на 50,0 и 61,9 % (7-й и 21-й дни соответственно, $p < 0,05$). Учитывая цель проведения настоящего опыта, важно отметить, что межгрупповых статистически значимых различий показателей продуктов ПОЛ между опытными группами не зарегистрировано.

Анализ концентрации антиоксидантных маркеров окислительного стресса показал (таблица 2), что ежедневное получасовое ВШ приводит к статистически значимому снижению активности церулоплазмينا в плазме крови крыс, в сравнении с интактной группой, на 37,7 % ($p < 0,05$) лишь к концу третьей недели эксперимента. При этом в

группах опытная 2 (60 мин/сут.) и опытная 3 (90 мин/сут.) данный маркер отреагировал на ВШ статистически значимыми различиями с интактной группой во все контрольные точки: на 44,6 и 50,5 % соответственно – к концу первой недели опыта ($p < 0,05$), на 48,1 и 47,4 % соответственно – к концу второй ($p < 0,05$), на 44,4 и 43,2 % соответственно – к концу третьей недели ($p < 0,05$).

Таблица 2

Концентрация антиоксидантных маркеров окислительного стресса
в плазме крови интактных и подвергнутых воздействию шума крыс, мкг/мл, $M \pm m$

Table 2

Concentration of antioxidant markers of oxidative stress in the blood plasma of intact rats and rats exposed to noise, $\mu\text{g/ml}$, $M \pm m$

Показатели	Дни опыта	Группы животных			
		интактная, $n = 30$	опытная 1 (ВШ 30 мин/сут.), $n = 30$	опытная 2 (ВШ 60 мин/сут.), $n = 30$	опытная 3 (ВШ 90 мин/сут.), $n = 30$
Церулоплазмин	7	23,8 $\pm$ 1,9	20,2 $\pm$ 1,5	13,2 $\pm$ 1,1*	11,8 $\pm$ 1,0*
	14	26,0 $\pm$ 2,0	20,9 $\pm$ 1,3	13,5 $\pm$ 1,2*	13,7 $\pm$ 1,3*
	21	25,5 $\pm$ 1,8	15,9 $\pm$ 1,6*	14,2 $\pm$ 1,5*	14,5 $\pm$ 1,3*
Витамин Е	7	42,5 $\pm$ 2,8	41,6 $\pm$ 3,3	41,0 $\pm$ 3,2	40,2 $\pm$ 3,0
	14	44,0 $\pm$ 2,6	39,4 $\pm$ 2,5	32,5 $\pm$ 2,2*	35,3 $\pm$ 2,8
	21	42,8 $\pm$ 2,5	38,9 $\pm$ 2,6	30,5 $\pm$ 3,0*	30,6 $\pm$ 2,9*

Анализ концентрации витамина Е в плазме крови подвергнутых шумовому влиянию крыс показал отсутствие достоверных изменений параметра во всех опытных группах в сравнении с интактной к концу первой недели воздействия, что свидетельствует о более длительном поддержании стационарной активности эндогенного антиоксиданта при акустической нагрузке и более позднем истощении резервного пула токоферола в сравнении с церулоплазмином. Это позволяет дискутировать вопрос о предикторной роли снижения концентрации витамина Е в плане формирования окислительного стресса, индуцированного ВШ, предполагая при этом проведение дополнительных исследований. Ежедневное 60-минутное ВШ на крыс в течение 14 дней, в свою очередь, способствовало достоверному уменьшению концентрации витамина Е на 26,2 %, в сравнении с интактной группой ($p < 0,05$), в течение 21 дня – на 28,8 % ($p < 0,05$). Полуторачасовое ежедневное ВШ на крыс (опытная группа 3), в сравнении с часовым ВШ (опытная группа 2), не позволило зарегистрировать межгрупповой статистически значимой разницы в полученных результатах витамина Е, при этом в опытной группе 3 концентрация антиоксидантного маркера оказалась ниже на 28,6 % ($p < 0,05$), чем в интактной группе, лишь к концу опыта.

Таким образом, отсутствие статистически значимых различий при изучении ВШ 60 и 90 мин/сут. в течение трёх недель на концентрацию маркеров окислительного стресса в плазме крови крыс позволяют обозначить выбор оптимальной длительности экспозиции акустической нагрузки в пользу ежедневного часового воздействия с учётом экономических составляющих сопровождения эксперимента. Установление тенденции к сдвигу компонентов ПОЛ/АОС от референсного диапазона при ВШ 30 мин/сут. без регистрации статистически значимых отклонений свидетельствуют о недостаточной продолжительности ежедневного воздействия для формирования окислительного стресса, что исключает возможность применения данной модели в обозначенной экспозиции *in vivo* для проведения фармакологических исследований.

Заключение. Для облегчения задачи выбора оптимальной экспериментальной модели формирования окислительного стресса, встающей перед начинающими исследователями – патофизиологами, фармакологами и специалистами других профилей, на доклиническом этапе подтверждена возможность использования ВШ с длительностью экспозиции 60 минут ежедневно в течение 7, 14, 21 дня с целью формирования статистически значимых изменений в системе ПОЛ/АОС у лабораторных животных. По данным О. В. Торкуновой, П. Д. Шабанова (2014), акустическая нагрузка подвергает изменениям функциональную активность клеточных мембран, связанную с нарушением базовых свойств, прежде всего интегральных (канальных) белков, с формированием внутри/внеклеточного дисбаланса катионов и анионов на фоне патологически повышенной проницаемости для последних [15]. По-видимому, вследствие развития мембранной энзимопатии в условиях ВШ активируются процессы свободнорадикального окисления фосфолипидов, что приводит к напряжению эндогенную антиоксидантную систему с последующим истощением референсного диапазона компонентов-антиоксидантов, что было продемонстрировано результатами настоящего эксперимента.

Список источников

1. Radosz J. Effects of Tonal Noise on Workers' Annoyance and Performance // *Noise and Health*. 2021. Vol. 111, № 23. P. 117–127. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_28_20
2. Зайнуллина А. З., Нестерова О. В., Бирюкова Н. В. Факторы риска и профилактика шумового воздействия на организм человека // *Тенденции развития науки и образования*. 2021. № 74-1. С. 69–74. DOI: 10.18411/lj-06-2021-14
3. Штрыкова Е. В., Кузнецов А. Б., Смирнов А. Е. Акустический фактор (шум и вибрация). Влияние шума и вибрации на здоровье человека // *Безопасность и охрана труда*. 2016. № 3 (68). С. 74–80. EDN: WWTIAH
4. Огуй В. О. Акустический стресс: проблематика и возможности профилактики и коррективы средствами виброакустического массажа поющими чашами // *Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие» : Международные научные конференции, Санкт-Петербург, 26–31 августа 2021 года*. Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2021. С. 14–20. DOI 10.37539/AUG298.2021.57.52.004
5. Крийт В. Е., Сладкова Ю. Н., Рейнюк В. Л. Влияние сочетанного воздействия шума и вибрации на уровни гормонов стресса и поведенческие реакции животных // *Гигиена и санитария*. 2022. Т. 101, № 8. С. 904–909. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-904-909
6. Семченко В. В., Еренев С. И., Степанов С. С. Влияние интенсивного шума на судорожную готовность мозга белых крыс и их потомства в зависимости от пола, возраста, исходной чувствительности и реактивности, частоты шумовых раздражений // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2018. № 2 (30). С. 95–103. EDN: OWJBUE
7. Косолапов В. А., Трегубова И. А. Моделирование стресса в эксперименте // *Лекарственный вестник*. 2022. Т. 23, № 2. С. 17–19. EDN: KAMWSQ
8. Защитные эффекты реамберина при шумовом воздействии в эксперименте / В. А. Затворницкий, Н. В. Симонова, М. А. Штарберг [и др.] // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2024. Т. 87, № 1. С. 25–30. <https://doi.org/10.30906/0869-2092-2024-87-01-25-30>
9. Liguori I., Russo G., Curcio F. Oxidative stress, aging, and diseases // *Clin. Interv. Aging*. 2018. Vol. 13. P. 757–772
10. Pirotta E., Thomas L., Costa D. Understanding the combined effects of multiple stressors: A new perspective on a longstanding challenge // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 821. P. 153–322. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153322>
11. Гананольский В. П., Агафонов П. В., Матыцын В. О. Моделирование холодо-стрессовой дезадаптации у крыс с целью разработки методов ее фармакологической коррекции // *Российские биомедицинские исследования*. 2022. Т. 7, № 1. С. 3–15. <https://doi.org/10.56871/2489.2022.64.64.001>

12. Коррекция холодового воздействия с помощью препарата, содержащего янтарную кислоту / В. А. Доровских, Н. В. Симонова, В. Ю. Доровских [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2013. № 49. С. 82–86. EDN: RBQOKB
13. Сукцинатсодержащий препарат в коррекции процессов липопероксидации, индуцированных введением четыреххлористого углерода / В. А. Доровских, Н. В. Симонова, Д. И. Переверзев [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. № 63. С. 75–79. DOI: 10.12737/article_58e45635ed6673.27662564
14. Симонова Н. В. Настои лекарственных растений и окислительный стресс в условиях ультрафиолетового облучения // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2011. № 8. С. 23–26. EDN: NYJAXZ
15. Торкунова О. В., Шабанов П. Д. Фармакологическая коррекция неблагоприятного действия низкочастотных акустических колебаний // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2014. Т. 12, № 3. С. 20–25. EDN: TEONTZ

References

1. Radosz J. Effects of Tonal Noise on Workers' Annoyance and Performance // Noise and Health. 2021. Vol. 111, No. 23. P. 117–127. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_28_20
2. Zainullina A.Z., Nesterova O.V., Biriukova N.V. Risk factors and prevention of noise exposure on the human body // Trends in the Development of Science and Education. 2021. No. 74-1. P. 69 – 74. DOI: 10.18411/lj-06-2021-14
3. Shtrykova E.V., Kuznetsov A.B., Smirnov A.E. Acoustic factor (noise and vibration). The impact of noise and vibration on human health // Occupational Safety and Health. 2016. No. 3(68). P. 74 – 80. EDN: WWTIAX
4. Ogui V.O. Acoustic stress: problems and possibilities of prevention and correction by means of vibroacoustic massage with resonance bowls // Collection of selected articles based on the materials of scientific conferences of the State Research Institute "Natsrazvitie": International scientific conferences, St. Petersburg, August 26 – 31, 2021. St. Petersburg: State Research Institute "Natsrazvitie", 2021. P. 14–20. DOI 10.37539/AUG298.2021.57.52.004
5. Kriit V.E., Sladkova Yu.N., Reiniuk V.L. Influence of combined exposure to noise and vibration on the levels of stress hormones and behavioral responses of animals // Hygiene and Sanitation. 2022. Vol. 101, No. 8. P. 904 – 909. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-904-909
6. Semchenko V.V., Ereniev S.I., Stepanov S.S. Effect of intense noise on the seizure readiness of the brain of white rats and their offspring depending on gender, age, initial sensitivity and reactivity, and frequency of noise stimuli // Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2018. No. 2(30). P. 95 – 103. EDN: OW-JBYE
7. Kosolapov V.A., Tregubova I.A. Modeling stress in an experiment // Medicinal Herald. 2022. Vol. 23, No. 2. P. 17 – 19. EDN: KAMWSQ
8. Protective effects of reamberin during experimental noise exposure / V.A. Zatvornitskii, N.V. Simonova, M.A. Shtarberg [et al.] // Experimental and Clinical Pharmacology. 2024. Vol. 87, No. 1. P. 25–30. <https://doi.org/10.30906/0869-2092-2024-87-01-25-30>
9. Liguori I., Russo G., Curcio F. Oxidative stress, aging, and diseases // Clin. Interv. Aging. 2018. Vol. 13. P. 757–772
10. Pirotta E., Thomas L., Costa D. Understanding the combined effects of multiple stressors: A new perspective on a longstanding challenge // Science of The Total Environment. 2022. Vol. 821. P. 153 – 322. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153322>
11. Ganapolskii V.P., Agafonov P.V., Matytsyn V.O. Modeling of cold-stress maladaptation in rats with the aim of developing methods for its pharmacological correction // Russian Biomedical Research. 2022. Vol. 7, No. 1. P. 3–15. <https://doi.org/10.56871/2489.2022.64.64.001>
12. Correction of cold exposure using a preparation containing succinic acid / V.A. Dorovskikh, N.V. Simonova, V.Yu. Dorovskikh [et al.] // Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration. 2013. No. 49. P. 82 – 86. EDN: RBQOKB
13. Succinate-containing preparation in the correction of lipid peroxidation processes induced by the introduction of carbon tetrachloride / V.A. Dorovskikh, N.V. Simonova, D.I. Pereverzev [et al.] // Bulletin of

Physiology and Pathology of Respiration. 2017. No. 63. P. 75 – 79. DOI: 10.12737/article_58e45635ed6673.27662564

14. Simonova N.V. Infusions of medicinal plants and oxidative stress under conditions of ultraviolet irradiation // Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. 2011. No. 8. P. 23 – 26. EDN: NYJAXZ

15. Torkunova O.V., Shabanov P.D. Pharmacological correction of the adverse effects of low-frequency acoustic vibrations // Reviews of Clinical Pharmacology and Medicinal Therapy. 2014. Vol. 12, No. 3. P. 20 – 25. EDN: TEONTZ

Сведения об авторах

Лашин Антон Павлович, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры патологии, морфологии и физиологии. Тел.: +7 924 677-41-49, e-mail: ant.lashin@yandex.ru, ORCID-0000-0002-0385-7339

Симонова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин. Тел.: +7 924 684-66-86, e-mail: simonova.agma@yandex.ru, ORCID-0000-0001-6805-2577

Коненкова Наталия Викторовна, специалист управления науки и грантов. Тел.: +7 902 399-13-35, e-mail: konenkovanv@tksu.ru, ORCID-0000-0001-7450-7152

Штарберг Михаил Анатольевич, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центральной научно-исследовательской лаборатории. Тел.: +7 924 344-54-47, e-mail: shtarberg@mail.ru, ORCID-0000-0002-4656-638X

Information about the authors

A. P. Lashin, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology, tel.: +7 924 677-41-49, e-mail: ant.lashin@yandex.ru, ORCID-0000-0002-0385-7339

N. V. Simonova, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Medical and Biological Disciplines, tel.: +7 924 684-66-86, e-mail: simonova.agma@yandex.ru, ORCID-0000-0001-6805-2577

N. V. Konenkova, specialist of the Science and Grants Department, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, tel.: +7 902 399-13-35, e-mail: konenkovanv@tksu.ru, ORCID-0000-0001-7450-7152

M. A. Shtarberg, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at the Central Research Laboratory of the Amur State Medical Academy. Tel.: +7 924 344-54-47, e-mail: shtarberg@mail.ru, ORCID-0000-0002-4656-638X

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 03.02.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 03.02.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Лашин А. П., Симонова Н. В., Коненкова Н. В., Штарберг М. А.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 84-102
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 84-102

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.2.082/083

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.1.19.2026

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЖИВОТНОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ (ОБЗОР)

Егор Яковлевич Лебедько¹, Владимир Аникеевич Погодаев²

¹Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Россия, с. Кокино, Брянская область, e-mail: vasilev.1958@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49, e-mail: info@fnac.center

Аннотация. Республика Беларусь занимает в сегодняшних условиях в мире лидирующие позиции в инновационном эффективном развитии отрасли животноводства. Основной целью исследований явились комплексная информационно-аналитическая оценка состояния отрасли животноводства в Республике Беларусь в настоящее время и оптимистичный прогноз-план его развития на основе разработанных и утвержденных на государственном уровне нормативно-правовых документов страны (указов Президента, постановлений Правительства, решений Министерства сельского хозяйства и продовольствия, других госорганов, учреждений организаций). В статье представлены аналитические материалы, характеризующие современное состояние отрасли животноводства и контрольные показатели его развития в Республике Беларусь на следующую перспективную пятилетку, 2026–2030 годы. Государственная поддержка развития подпрограмм АПК составит за пять лет 119,039 млрд белорусских рублей (Br). Обращено внимание на развитие основных подотраслей животноводства: молочного и мясного скотоводства, свиноводства, яичного и мясного птицеводства, коневодства, овцеводства, козоводства, звероводства, пчеловодства, прудового рыбоводства. Основным фактором инновационного развития животноводства в стране является внедрение современных индустриальных технологий производства продукции на основе государственного регулирования и поддержки. В республике производится в расчете на одного жителя около 1 000 кг молока, 147 кг мяса разных видов (в убойной массе), 379 штук яиц, что свидетельствует о высокой экономико-технологической эффективности производства продукции животноводства. Самообеспеченность страны в производстве мяса составляет более 140 %, молока – 292 %. Около 30 % производимого молока потребляется на внутреннем рынке. На молочные и мясные продукты приходится 65,8 % от общего объема экспорта пищевых продуктов. В течение пяти лет производство молока в стране достигнет 10,5 млн тонн при среднем удое в расчете на одну корову 7 300 кг, мяса – более 2 млн тонн (в живой массе). К концу 2030 года экспорт продукции сельского хозяйства приблизится к 10–12 млрд долларов.

Ключевые слова: Республика Беларусь, животноводство, коровы, молоко, мясо, яйца, инновационные технологии, экспорт, автоматизация и цифровизация производства.

Для цитирования: Лебедько Е. Я., Погодаев В. А. Инновационное развитие животноводства в Республике Беларусь на основе государственного регулирования и поддержки (обзор) // Сельскохозяйственный журнал // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 84-102. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ANIMAL HUSBANDRY IN THE REPUBLIC OF BELARUS ON THE BASIS OF STATE REGULATION AND SUPPORT (OVERVIEW)

Egor Ya. Lebedko¹, Vladimir A. Pogodaev²

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bryansk State Agrarian University”, Russia, Kokino, Bryansk Region, e-mail: vasilev.1958@mail.ru

²Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, 356241, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Nikonov str., 49, e-mail: info@fnac.center

Abstract. In today's world, the Republic of Belarus occupies a leading position in the innovative and effective development of the livestock industry. The primary objective of this research was to provide a comprehensive information and analytical assessment of the current state of the livestock industry in the Republic of Belarus and an optimistic forecast and development plan based on the regulatory documents of the country, which were developed and approved at the state level (presidential decrees, government resolutions, decisions of the Ministry of Agriculture and Food, other government agencies, and institutions). This article presents analytical materials characterizing the current state of the livestock industry and benchmarks for its development in the Republic of Belarus over the next five-year period, 2026–2030. State support for the development of subprograms of the agro-industrial complex will amount to 119,039 billion Belarusian rubles (Br) over these five years. Attention is paid to the development of the main sub-sectors of animal husbandry: dairy and beef cattle farming, pig farming, egg and meat poultry farming, horse breeding, sheep and goat farming, fur farming, beekeeping, and pond fish farming. The main factor in the innovative development of animal husbandry in the country is the introduction of modern industrial production technologies based on state regulation and support. The republic produces approximately 1,000 kg of milk, 147 kg of various types of meat (in slaughter weight), and 379 eggs per capita, demonstrating the high economic and technological efficiency of livestock production. The self-sufficiency of the country in meat production is over 140 %, and in milk – 292 %. Approximately 30 % of produced milk is consumed domestically. Dairy and meat products account for 65,8 % of total food exports. Within five years, milk production in the country will reach 10,5 million tons, with an average milk yield per cow of 7,300 kg, and meat production will exceed 2 million tons (live weight). By the end of 2030, agricultural exports will approach \$10–12 billion.

Keywords: Republic of Belarus, animal husbandry, cows, milk, meat, eggs, innovative technologies, export, automation and digitalization of production.

For citation: Lebedko E. Ya., Pogodaev V.A. Innovative development of animal husbandry in the Republic of Belarus on the basis of state regulation and support (overview) // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 84-102. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.1.19.2026

Введение. Республика Беларусь расположена в центре Европы, на водоразделе Балтийского и Черного морей. Площадь территории составляет 209 тыс. квадратных км с населением 9,5 млн человек [4]. Ведущей отраслью народного хозяйства является агропромышленный комплекс (АПК). Удельный вес сельскохозяйственного производства во внутреннем валовом продукте (ВВП) в последние годы составляет 8-9 % [4, 10, 15].

Животноводство в республике выступает ведущим источником дохода для всего АПК страны. Производство и реализация продукции насчитывает 60 % выручки сельскохозяйственных организаций. Инновационное животноводство – эффективный драйвер белорусской экономики. Основные виды продукции животноводства производят хозяйства разных категорий:

- сельскохозяйственные организации;
- хозяйства поселений;
- крестьянские (фермерские) хозяйства.

В 2024 году в стране было произведено 1 826,5 тыс. тонн скота и птицы на убой (в живой массе) [12, 38]. В структуре производимого мяса на долю его отдельных видов приходится:

- птицы – 40,0 %;
- крупного рогатого скота – 34,4 %;
- свинины – 26,4 %.

Белорусская продукция животноводства по экспорту по всем товарным позициям поставляется в 113 стран мира, молоку и молочным продуктам – в 55 стран. Валютная выручка от поставки сельскохозяйственной продукции за рубеж в предыдущие годы составляла более 7,5 млрд долларов США [4, 17, 24]. Животноводство в стране – ключевая отрасль АПК, обеспечивающая продовольственную безопасность и вносящая значительный вклад в экономику страны [12, 27].

Совет Министров Республики Беларусь постановлением № 814 от 31 декабря 2025 года утвердил Государственную программу «АПК будущего» на 2026–2030 годы [2].

Премьер-министр Республики Беларусь Александр Турчинов 5 января 2026 года утвердил Государственную программу «АПК будущего» на 2026-2030 гг., направленную на создание высокопроизводительного АПК. Программа включает в себя три ключевых показателя перспективного развития АПК:

- индекс производства промышленной продукции (ИФО по системе Минсельхозпрода РБ) должен достичь к 2030 году 115 %;
- интегральный индекс продовольственной безопасности должен быть не менее 1 ежегодно;
- производительность труда в сельскохозяйственных организациях должна увеличиться на 130 % к 2030 году по отношению к 2025 году.

Программа включает в себя 10 подпрограмм:

- «Эффективное растениеводство»;
- «Интенсивное животноводство»;
- «Развитие аквакультуры и рыболовного хозяйства»;
- «Противопагодковая защита сельскохозяйственных земель»;
- «Мелиорация земель»;
- «Развитие перерабатывающей промышленности»;
- «Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в АПК»;
- «Малые формы хозяйствования»;
- «Цифровизация АПК, в том числе точное земледелие»;
- «Устойчивое развитие АПК».

Общий объем финансирования программы на пять лет составит 119,039 млрд белорусских рублей (Br) [2].

Пятилетний план развития АПК Республики Беларусь становится платформой, определяющей основные направления развития и совершенствования современного белорусского сельского хозяйства и направлен на высокую продуктивность, устойчивость и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Главная цель программы – высокопроизводительный агропромышленный комплекс Республики Беларусь. Заказчиком программы выступает Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, возглавляемое Горловым Юрием Николаевичем, выпускником Брянской государственной сельскохозяйственной академии 2000 года по специальности «зоотехния».

Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко 5 января 2026 года подписал Указ № 2 «О развитии мясной отрасли», предусматривающий строительство и реконструкцию в 2026–2030 годах специализированных комплексов по выращиванию и откорму бычков в сельскохозяйственных перерабатывающих организациях, осуществляющих производство сельскохозяйственной продукции.

Документ направлен на улучшение материально-технической базы мясной отрасли и повышение эффективности производства мяса говядины [1, 2]. Значительный резонанс в развитие животноводства страны внесет реализация основных положений Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы, утвержденной решением Всебелорусского народного собрания № 1 от 19 декабря 2025 года [3].

Основной целью исследований явились комплексная информационно-аналитическая оценка состояния отрасли животноводства в Республике Беларусь в настоящее время и оптимистичный прогноз-план его развития на основе разработанных и утвержденных на государственном уровне нормативно-правовых документов.

Материал и методы исследований. Материалом для подготовки статьи к печати послужили опубликованные в открытых источниках диссертации, монографии, рекомендации и практические руководства, научные статьи из профильной периодической научной печати по инновационному развитию отрасли животноводства в Республике Беларусь и показатели его перспективного развития на следующие пять лет, 2026–2030 годы. В процессе исследований были осуществлены сбор, анализ и обработка эмпирических, производственных и статистических материалов. Поиск литературных данных (источников) осуществлялся в базе eLIBRARY.RU, РИНЦ, SCOPUS, SCIENCE DIRECT и др., на сайтах специализированных профильных научных изданий. Для вы-

полнения работы использовались базы данных электронных библиотек: eLIBRARY (<https://elibrary.ru>), КИБЕР ЛЕНИНКА (<https://cyberleninka.ru>), RESEARCH-GATE (<https://researchgate.net>). Изучена информация из более чем 100 источников, из которых 46 представлены в списке источников в статье. При подготовке статьи к печати использовались общепринятые методы исследований, такие как индукция, дедукция, анализ, синтез, описание, сравнение, научное авторское наблюдение. Глубина научного поиска (обзора) составила более 20 лет, в том числе из общего количества представленных в списке источников – более 94 % – датируются 2000–2025 годами.

Результаты исследований и их обсуждение. Развитие животноводства в Республике Беларусь в современных условиях производства осуществляется на инновационной индустриальной основе. Научное обеспечение всего процесса осуществляют Республиканское унитарное предприятие научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (г. Жодино), ученые образовательных организаций высшего образования и других профильных организаций и учреждений [10, 24]. Министерство сельского хозяйства Республики Беларусь уделяет неустанный внимание подготовке и расстановке кадров с высшим и средним специальным образованием, периодической их переподготовке и повышению их квалификации.

Высшие учебные заведения республики – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Гродненский государственный аграрный университет, Белорусский государственный аграрно-технический университет и 33 профильных сельскохозяйственных вузов (техникумов) с большой ответственностью и честью готовят специалистов для отрасли животноводства.

Основная доля продукции животноводства в Республике Беларусь производится в сельскохозяйственных организациях (таблица 1).

Таблица 1

Доля поголовья сельскохозяйственных животных и птицы
и производства продукции животноводства в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь (данные за 2024 год), %

Table 1

Share of livestock and poultry and production of animal husbandry products in agricultural organizations of the Republic of Belarus (data for 2024), %

Поголовье скота и птицы	%	Производство продукции	%
Крупный рогатый скот	98,2	Мясо (в живой массе)	97,2
Сельскохозяйственная птица	92,6	Молоко	97,6
Свиньи	91,4	Яйца	86,8

При анализе общего поголовья сельскохозяйственных животных в хозяйствах страны разных категорий установлено, что в течение 2019–2024 годов наблюдается очевидное снижение их численности (таблица 2).

Таблица 2

Поголовье сельскохозяйственных животных в Республике Беларусь
в динамике 2020–2024 годов, тыс. голов

Table 2

Number of farm animals in the Republic of Belarus in 2020 – 2024, thousand heads

Виды сельскохозяйственных животных	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Крупный рогатый скот, всего, <i>в том числе:</i>	4 287,7	4 232,4	4 209,3	4 197,3	4 100,0
коровы	1 482,6	1 456,7	1 417,3	1 445,5	1 400,00
Свиньи	2 844,7	2 536,3	2 513,7	2 493,0	2 200,0
Овцы и козы	144,3	137,0	131,7	126,0	122,0
Лошади	29,1	25,6	22,7	20,2	18,1
Кролики	215,1	186,3	178,4	164,0	163,0
Пчелосемьи	160,3	156,2	154,2	153,7	150,6
Птица	4 7531,5	48 108,7	52 771,2	49 899,3	51 400,0

Вместе с тем по отдельным видам животных отмечается как рост продуктивности в расчете на одну голову животных, так и увеличение ее валового производства. Например, молока в 2025 году его произведено более 9 млн тонн, скота и птицы (в живой массе) – 1 774,6 млн тонн; яиц – 3 399,7 млн штук.

МОЛОЧНОЕ СКОТОВОДСТВО. В Республике Беларусь насчитывается 3 194 молочно-товарных ферм со средним удоем на одну корову 5 862 кг молока, в том числе [12, 24, 25, 29]:

- 1 619 молочно-товарных комплексов с доильными залами и роботами (50,69 % от общего числа МТФ со средним удоем в них 6 383 кг молока);
- 52 молочно-товарных комплекса с роботами (1,63 %) при среднем удое в расчете на одну корову 7 626 кг молока;
- молочно-товарные комплексы с доильной установкой «Карусель» – 29 единиц (0,91 % при средней продуктивности коров 8 303 кг молока);
- молочно-товарные комплексы с доильными установками «Елочка», «Параллель», «Тандем» – 1 538 единиц (48,15 % со средним удоем 6 297 кг молока).

В течение 2026–2030 годов в стране будет построено более 200 крупных молочно-товарных ферм и 5 крупнейших молочных комплексов [29, 36]. Технологическая цель повышения эффективности работы молочного скотоводства заключается в формуле «Один район – один проект». Всего районов в Беларуси насчитывается 118 единиц [3].

На современных молочно-товарных комплексах в стране содержится около 940 тыс. коров (68,2 %) [2, 14, 37].

Уровень самообеспеченности молоком в Беларуси составляет 292 %. В странах ЕС этот показатель составляет в среднем 117 %, в Греции – 52 %, Венгрии, Румынии, Словакии, Болгарии – 60–70 %, Испании, Италии – 70–80 % [12].

Две трети белорусского молока идет на экспорт в 55 стран мира, в том числе значительное количество в Россию [4, 23].

Беларусь занимает 2-е место в мире по потреблению сливочного масла (по 5 кг продукта на одного человека в год) [4].

В таблицах 3 и 4 представлена динамика производства молока и численности коров в стране и в областях в 2021–2024 гг. Лидирующими регионами стали Брестская, Минская и Гродненская области, в которых произведено 1 633,2–2 323,0 тыс. тонн молока. Эти же области отличились и максимальным количеством численности молочных коров – 226,7–332,4 тыс. голов.

Таблица 3

Производство молока в Беларуси и в отдельных областях, тыс. тонн

Table 3

Milk production in Belarus and in particular regions, thousand tons

Республика, области	2021 г.	2023 г.	2024 г.
Республика, всего	7 588,0	8 331,2	8 566,0
Брестская	1 900,0	2 202,3	2 323,0
Витебская	732,1	781,2	770,1
Гомельская	892,0	898,2	910,0
Гродненская	1 378,2	1 564,7	1 633,2
Минская	1 987,0	2 160,5	2 214,0
Могилевская	696,1	724,2	715,0

Таблица 4

Численность коров в хозяйствах всех категорий в Беларуси и областях, тыс. голов

Table 4

Number of cows in farms of all categories in Belarus and the regions,
thousands of heads

Республика, области	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Республика	1 482,6	1 456,7	1 417,3	1 445,5
Брестская	299,8	300,3	301,2	304,2
Витебская	201,7	202,3	199,6	191,3
Гомельская	234,4	233,2	219,4	216,5
Гродненская	231,7	231,0	226,8	226,7
Минская	344,6	336,1	332,4	332,4
Могилевская	180,1	179,7	177,3	176,2

За 25 лет развития производство молока в сельскохозяйственных организациях республики выросло почти в 3,5 раза (таблица 5).

Таблица 5

Производство молока
в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь, тыс. тонн

Table 5

Milk production in agricultural organizations of the Republic of Belarus, thousand tons

Годы	Валовое производство молока, тыс. тонн
2000	2 670
2005	4 155
2010	5 731
2015	6 638
2020	7 499
2025 (справочно)	9 100

Уровень молочной продуктивности коров в стране в сельскохозяйственных организациях достиг 6 500 кг, что выше показателя 2000 года в 3 раза (таблица 6).

Таблица 6

Средний удой в расчете на одну корову
в сельскохозяйственных организациях республики, кг

Table 6

Average milk yield per cow in agricultural organizations of the republic, kg

Годы	Средний удой в расчете на одну корову, кг
2000	2 154
2005	3 685
2010	4 638
2015	4 764
2020	5 310
2025 (справочно)	6 500

В 2025 году производство молока в Республике Беларусь составило более 9 млн тонн. В расчете на одного жителя произведено около 1 000 кг молока (в 2024 году – 958 кг) [3, 25]. В стране ставится задача, чтобы к 2030 году 100 % валового молока производилось только на молочно-товарных комплексах сельскохозяйственных организаций [2, 25, 38].

В 2025 году в республике произведено молока 98 % в сельскохозяйственных организациях (таблица 7).

Таблица 7

Доля производства молока в стране в хозяйствах разных категорий, %

Table 7

Share of milk production in the country in farms of different categories, %

Годы	Производство молока в с.-х организациях и К(Ф)Х, %	Производство молока в хозяйствах населения, %
2000	60,0	40,0
2005	74,0	26,0
2010	87,0	13,0
2015	94,0	6,0
2020	97,0	3,0
2025	98,0	2,0

Одним из наиболее эффективных районов в Республике Беларусь по производству молока считается Гродненский Гродненской области. Здесь в сельскохозяйственных организациях насчитывается более 81 тыс. голов крупного рогатого скота, что на 1,6 тыс. голов скота. Коров в районе насчитывается 24,5 тыс. голов (на 885 голов больше предыдущего года), из них 23,7 тыс. голов коров молочного направления продуктивности. Район производит в год около 300 тыс. тонн молока при средней продуктивности коров более 10 000 кг молока. За 2024 год средний удой коров в Гродненском районе составил 10 399 кг молока. В учхозе Белорусской ГСХА эффективно функционирует опытный роботизированный комплекс по производству молока, ставший в

настоящее время центром обучения специалистов новым инновационным технологиям производства молока [6, 24].

Ряд сельскохозяйственных организаций Беларуси достигает рекордных показателей удоев от коров в целом по хозяйству. В таблице 8 приведены ТОП-5 лучших хозяйств республики по данному показателю.

Таблица 8

ТОП-5 лучших хозяйств Республики Беларусь по среднему удою коров за год, кг

Table 8

Top 5 best farms in the Republic of Belarus by average annual milk yield per cow, kg

№ п/п	Название хозяйства, район	Средний удой в расчете на одну корову, кг
1.	СПК «Лариновка», Оршанский район	13 252
2.	СПК имени Деньщикова, Гродненский район	12 846
3.	СПК «Свислочь», Гродненский район	12 734
4.	СПК имени Сенько, Гродненский район	12 092
5.	УП «Молодово-Агро», Ивановский район	12 075

В Брестской области лидерами-рекордсменами по валовому производству молока являются: ОАО «Журавлиное», ОАО «Ружаны-Агро» Пружанского района и ОАО «Парохонское» Пинского района. В каждом из этих трех хозяйств получают за год свыше 50 тыс. тонн молока. В республике количество сельскохозяйственных организаций со средним удоем в расчете на одну корову 7 000 кг молока и выше составило 282 единицы; количество районов с такой же продуктивностью – 23.

Доильные роботы успешно функционируют на 52–57 молочно-товарных фермах (комплексах), где содержится в общей сложности 29,9 тыс. коров со средним удоем 7 525 кг молока. До 2030 года содержание всех без исключения молочных коров будет переведено на высокотехнологичные молочно-товарные комплексы. На молочно-товарных фермах и комплексах в основном применяется беспривязный способ содержания коров [8, 9].

Товарность молока в среднем по стране насчитывает более 92 %, по отдельным хозяйствам при внедрении инновационных технологий она доходит до 95–96 %. Молочный импорт, поступающий в 67 регионов России из Беларуси, составляет более 5,5 млн тонн молока, или 90 % [4, 25, 29].

ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА В МОЛОЧНОМ И МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ. Поголовье молочных коров в племенных хозяйствах республики составляет свыше 65 тыс. голов (6,0 %), в том числе коров с удоем за 305 дней лактации 9 000 кг молока и выше насчитывается 19 960 голов [16, 21, 30].

В стране разводится несколько пород скота молочного направления продуктивности:

- белорусская черно-пестрая;
- белорусская голштинская порода черно-пестрой масти, недавно выведенная;
- красная белорусская породная группа (планируется оформление как самостоятельной молочной породы скота к 2030 году) [38].

В Беларуси насчитывается 34 племенных хозяйства по разведению специализированных мясных пород скота, из них 6 селекционно-генетических центров. В структуре пород приходится на долю пород, %:

- абердин-ангусская – 34;

- герефордская – 43;
- лимузинская – 21;
- шароле – 2.

В системе скрещивания используется семя быков-производителей уникальной мясной бельгийской голубой породы (бланк-блю бленж). В стране насчитывается 1,5 млн голов мясного скота разных пород и имеется ряд сельскохозяйственных предприятий, где рентабельность производства премиальной «мраморной» говядины достигает 115 % [43, 46].

В республике функционирует 6 областных племпредприятий, на которых содержится более 1 тыс. быков-производителей высочайшего качества, включая 30 быков специализированных мясных пород. Средняя продуктивность матерей быков молочных пород составляет более 12 000 кг за лактацию жирностью 4,03 % и белковомолочностью 3,21 %. Запасы замороженной спермы оцененных по качеству потомства быков насчитывают более 13 млн доз, быков мясных пород – 1 млн доз.

Ежегодно предприятия республики реализуют в районы областей более 6 млн спермодоз быков-производителей, 800 тыс. доз спермы хряков-производителей разных пород.

Генетический потенциал молочного скота в племхозах находится на уровне 11 000 кг молока и более за лактацию. Расход кормов на производство 1 ц молока равен 1,07–1,27 ц. корм. ед. [30, 34].

В племенных хозяйствах умело и профессионально применяется раздой коров до рекордной молочной продуктивности. В таблице 9 представлен список ТОП-5 лучших коров республики по удою за год.

Таблица 9

Лучшие хозяйства Республики Беларусь по среднему удою от коровы за год

Table 9

The best farms in the Republic of Belarus by average annual milk yield per cow

№ п/п	Сельскохозяйственные предприятия	Год рождения коровы	Лактация по счету	Удой, кг	Жир, %	Белок, %
1.	МРУП АК «Ждановичи»	2013	3	17 649	3,65	3,38
2.	УП «Молодово-Агро»	2014	2	16 796	3,86	3,32
3.	СПК им. Деньщикова	2014	4	16 619	3,80	3,20
4.	МРУП АК «Ждановичи»	2014	3	16 608	3,76	3,45
5.	СПК «Свислочь»	2010	6	16 528	3,78	3,33

Ежегодно на племпредприятиях Белплемживобъединения получают более 100 телят-трансплантов. Методом трансплантации эмбрионов получены 7% быков-производителей, находящихся на республиканских элеверах. Приживляемость эмбрио-пересадок в республике находится на уровне 50 %. На племпредприятиях республики накоплено 3,6 млн доз семени, полученных от 87 быков-трансплантов.

В племенных хозяйствах республики эффективно внедряются методы геномной оценки [30, 36, 38].

ПЕРЕРАБОТКА МОЛОКА. Ранее в республике каждый район обладал своим молокоперерабатывающим заводом. В течение последних 25 лет в стране взят государственный курс на укрупнение молокоперерабатывающих предприятий. Так, например, в 2001–2005 годах в молочной отрасли страны функционировало 100-112 предприятий

по переработке молока, в 2010 году – 57, а сейчас эффективно работают 32 крупных молокоперерабатывающих холдинга. Принятие такого решения на государственном уровне позволило в максимальной степени повысить экономическую и технологическую результативность и эффективность переработки молока в масштабе всей страны. Ассортимент молокоперерабатывающих предприятий в настоящее время насчитывает более 1 900 наименований цельномолочной продукции, свыше 390 сыров, более 40 видов сливочного масла [12, 38, 40].

В отрасли в цельномолочную продукцию перерабатывается 27 % сырья; в сыры – 30 %; в масло – 33 %; в сухое цельное молоко и в сгущенные молочные продукты – 10 %. В 2023-2024 годах мощности заводов по производству цельномолочной продукции были загружены на 65 %; сгущенного молока и сливок – на 62 %; мясных консервов – на 50 % [5, 7, 19].

В структуре экспорта молока и молочных продуктов в Россию отмечается следующая дифференциация по ассортименту продукции:

- цельномолочная продукция – 51 %;
- кефир – 12 %;
- сыры – 9 %;
- масло – 9 %;
- сметана – 8 %;
- жирный творог – 5 %;
- сырки (различные) – 1 %.

В 2024 году в среднем по стране 72,4 % молока-сырья поступило на переработку сортом «экстра» [38].

СВИНОВОДСТВО. В республике насчитывается 118 комплексов по производству свинины [11, 22, 39, 41]. Они совершенствуются, реконструируются, строятся новые объекты. В рамках принятой Стратегии развития ультрасовременного свиноводства в Республике Беларусь на 2025-2034 годы ведутся строительство трех свиноводческих комплексов на 175 тыс. голов откормочного поголовья в Гомельской и Могилевской областях, подготовительные работы по строительству двух свиноводческих комплексов на 100 тыс. голов откорма в год в Брестской области и на 24 тыс. голов откорма в Минской области. К 2030 году производство свинины в сельскохозяйственных организациях (в убойной массе) составит 390 тыс. тонн, что полностью обеспечит потребности внутреннего рынка, включая мясопереработку, в отечественной свинине [44, 45].

Племенная база в отрасли свиноводства в стране представлена:

- четырьмя племенными заводами по разведению свиней пород йоркшир и ландрас;
- шестью племенными репродукторами по этим же породам;
- одним племярепродуктором по разведению породы дюрок.

В республике имеется 4 селекционных центра (станции по искусственному осеменению свиней), производственные мощности которых рассчитаны на содержание 192–240 хряков-производителей, обеспечивающих 60 % потребителей внутреннего рынка в спермопродукции хряков производителей разных пород (йоркшир, дюрок, ландрас) и селекций (датской, французской, норвежской, немецкой, голландской) с индексом племенной ценности 110 единиц [24, 42, 45].

В СГЦ «Заднепровский», ОАО «Оршанский КХП» Оршанского района Витебской области содержится 2 генофондные породы свиней – белорусская мясная и бело-

русская крупная белая. Численность чистопородных свиноматок селекционного стада в племенных хозяйствах республики составляет 8 тыс. голов [4, 34].

ОВЦЕВОДСТВО И КОЗОВОДСТВО. В стране насчитывается около 90 тыс. голов овец, в том числе: [26, 33].

- в общественном секторе – 13,5 тыс. голов;
- в К(Ф)Х – 16,1 тыс. голов;
- в частном секторе – 58,1 тыс. голов;

Разводятся животные следующих пород:

- прекос;
- текстель;
- романовская;
- суффолк;
- мерокотландшар;
- асканийская;
- иль-де-франс;
- лакауне.

Количество коз в республике составляет более 30 тыс. голов. Основное их поголовье сосредоточено в личных хозяйствах населения.

КОНЕВОДСТВО. В республике насчитывается около 20 тыс. голов лошадей, в том числе:

- в сельскохозяйственных организациях – 9,1 тыс. голов;
- в К(Ф)Х – 1,0 тыс. голов;
- в хозяйствах населения – 10,1 тыс. голов.

Около 9,0 % поголовья составляют племенные лошади. В госреестр субъектов племенного коневодства входит 17 сельскохозяйственных предприятий. В стране разводятся такие породы лошадей, как [20, 28]:

- белорусская упряжная;
- белорусский тип русской тяжеловозной породы;
- русская рысистая;
- шетлендские пони;
- полесская популяция лошадей;
- тракененская.

Беларусь поставляет ежегодно на экспорт до 5 тыс. голов лошадей мясных пород.

ПТИЦЕВОДСТВО. В 2024 году в Дзержинском районе запущен в эксплуатацию современный комплекс по производству мяса индейки, мощностью 6 тыс. тонн в год. За два года работы предприятия объемы производства выросли втрое. В Солигорском районе сдана в эксплуатацию крупнейшая перепелиная ферма с производством 175 млн яиц в год [31, 34].

ЗВЕРОВОДСТВО. Белорусское звероводство – это разведение плотоядных видов животных (енот, норка, лисица, песец, хорь-фредка) и растительных (шиншилла, нутрия, кролик) зверей. В республике функционируют 7 звероводческих хозяйств, входящих в Белкоопсоюз. Каждый год эти предприятия производят до 80 % общего объема клеточной пушнины. Также звероводством занимаются 33 звероводческие фермы прочих форм собственности. Всего объем белорусского производства пушнины – более 600 тыс. шкурок пушных зверей в год. Клеточное звероводство в стране является высокорентабельной подотраслью животноводства, доходящей до 50 % и выше [13, 18].

ПЧЕЛОВОДСТВО. Валовый объем производства меда в республике в год находится на уровне 1,5–2,0 тыс. тонн. В стране насчитывается около 0,5 млн пчелиных семей, из которых около 100 тыс. располагаются в общественном секторе. Продуктивность пчелиных семей республиканского сектора составляет от 3 до 6 кг товарного меда [35].

АКВАКУЛЬТУРА. Аквакультуре Республики Беларусь характерны четыре системы производства рыбы – прудовая, тепловодная, индустриальная (садковое выращивание рыб в нагретых водоемах электростанций с замкнутыми системами водоснабжения), а также пастбищное рыбоводство – разведение рыб в естественных и искусственных водоемах. В настоящее время в стране действует 22 прудовых рыбных хозяйства различных форм собственности: 3 рыбных хозяйства по добыче и переработке озерной и речной рыбы; 5 рыбопитомников, выращивающих мальков для зарыбления озер и водоемов; 2 тепловодные садковые системы, находящиеся в ведении рыбхозов; 1 холодноводное форелевое хозяйство.

Свыше 83 % производства рыбных ресурсов в стране приходится на 16 организаций, в которых трудится около 1 тыс. человек. Общая площадь прудового фонда для производства рыбы в стране составляет 31,2 тыс. га, из них 20,2 тыс. га приходится на 16 рыбхозов. В водоемах республики выловлено 16,6 тыс. тонн рыбы, из них на промысловый улов приходится 60,2 % (10,0 тыс. тонн) [32]. Почти 70,0 % улова рыбы в искусственных водоемах занимает карп – 6 573,9 тонн, 520 тонн произведено лососевых рыб, 296,1 тонны представляет белый амур. Осетровых произведено 39,2 тонны. Потребление рыбы в 2024 году в расчете на одного жителя составило 8,7 кг, при этом лишь 1,2 кг из данного количества приходилось на отечественную продукцию. Решением Правительства Республики Беларусь 8 рыбхозам в период 2025–2028 годы предоставляются государственные субсидии. К 2030 году в стране планируется произвести более 3 тыс. тонн товарной форели. Ежегодный импорт рыбы в страну, основным поставщиком которой является Россия, – 201,2 тыс. тонн.

ПРОИЗВОДСТВО УЛИТОК. В Республике Беларусь начинает развиваться новые технологии в улиточном бизнесе. Helix Aspersa Muller – первая в Беларуси улиточная ферма, внесенная в реестр предприятий Евразийского экономического союза, осуществляющая выращивание средиземноморских улиток. ЭкоФерма площадью 1 га называется Snails Del Garden, располагаясь на древней радивиловской земле в 3 км от Несвижского замка д. Славково, и производит 25 млн улиток, продав с момента ее образования более 75 тонн улиток. С участием этой фермы в Беларуси и России открыто более 100 специализированных улиточных ферм. В один сезон на этой ферме выращивается более 20 тонн улиток. Мясо средиземноморских улиток – уникальный продукт, обладающий непревзойденным вкусом, приятным ароматом, невероятно полезным для организма человека.

В мясе моллюсков содержится много биологически активных веществ – естественных природных антибиотиков, стойко противостоящих вирусам, бактериям. Кроме того, с древности мясо улиток известно как природный афродизиак, возвращающий сексуальное здоровье как мужчинам, так и женщинам.

Заключение. Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко и Правительство страны поставили четкие и предметные задачи перед государством на новую пятилетку своего развития, на 2026–2030 годы. К 2030 году в стране планируется произвести 10,5 млн тонн молока со средним удоем в расчете на одну корову 7 300 кг молока, более 2 млн тонн скота и птицы (в живой массе), более 3 тыс. тонн форели, что позволит фор-

мировать высокие стандарты качества как в Беларуси, так и далеко за ее пределами. Общая стоимость государственных инвестиций в перспективную программу развития АПК составит 119,039 млрд белорусских рублей (Br). Базовой основой интенсивного развития животноводства станет внедрение инновационных технологий во всех его подотраслях.

Список источников

1. Указ Президента Республики Беларусь «О развитии мясной отрасли» от 5 января 2026 года № 2. – Минск., 2026. – 7 с.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 814 от 31 декабря 2025 года об утверждении Государственной программы «АПК будущего» на 2026–2030 годы (вступило в силу с 1 января 2026 года).
3. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы (утверждена решением Всебелорусского народного собрания № 1 от 19 декабря 2025 года). – Минск, 2025. – 39 с.
4. Беларусь в цифрах, 2021: Статистический справочник / Е. И. Кухаревич. / Под ред. И. В. Медведевой. – Минск: ИВЦ НСК Республики Беларусь, 2022. – 69 с.
5. Бакач Н. Г., Башко Ю. А., Ступчик И. А. Техничко-технологические аспекты применения инновационных технологий на фермах и комплексах Республики Беларусь // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – № 4 (28). – С. 108–116.
6. Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения животноводческих объектов: РНТП-1-2004. – Минск, 2004. – 92 с. ISBN 978-985-689-524-4
7. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: Республиканский регламент / И. В. Брыло, А. Н. Коршун, Ю. А. Пивоварчик и др. – Минск, 2014. – 107 с. ISBN 978-985-689-513-8
8. Биоэнергетическая оценка производства молока на молочно-товарных фермах и комплексах различной мощности / А. А. Музыка, М. П. Пучка, Н. Н. Шматко, С. А. Кирикович, Л. Н. Шейграцова, М. В. Тимошенко, А. И. Конёк // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Том 57. – № 2. – С. 191–200. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-191-200
9. Кулагин С. А. Инновационное развитие молочной отрасли Республики Беларусь на основе государственно-частного партнерства // Известия вузов. Серия «Экономика, финансы, управление». – 2015. – № 2 (24). – С. 83–91.
10. Шейко И. П. Перспективы научной и инновационной деятельности в животноводстве Беларуси // Известия Национальной академии наук Беларуси: Серия аграрных наук. – 2018. – Том 56. – № 2. – С. 188–199. DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-2-188-199
11. Шейко И. П. Белорусское свиноводство должно базироваться на отечественном генофонде // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 6-7.
12. Разработка интегрального показателя оценки объемно-планировочных и технологических решений ферм и комплексов по производству молока / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, А. И. Портной и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2025. – Том 60. – № 2. – С. 180–190. DOI:10.47612/0134-9732-2025-60-2-180-190
13. Паркалов И. В. Основы технологии кормления и содержания норок в условиях Беларуси: Монография. – Минск, 2022. – 135 с. ISBN 978-985-689-530-5
14. Нормы кормления красного белорусского скота в периоды сухостоя и раздоя по макроэлементам / А. И. Саханчук, М. Г. Каллаур, Е. Г. Кот, А. А. Невар // Зоотехническая наука Беларуси. – 2025. – Том 60. – № 2. – С. 107–115. DOI:10.47612/0134-9732-2025-60-2-107-115
15. Внешняя торговля Республики Беларусь: Статистический буклет / Е. И. Кухаревич. Под ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2022. – 29 с.
16. Попков Н. А., Тимошенко В. Н., Музыка А. А. Промышленная технология производства молока: Монография. – Жодино: НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2018. – 229 с. ISBN 978-9-8568-9524-4

17. Лебедько Е. Я. Видовое и породное биоразнообразие крупного рогатого скота: Монография. – М.: Издательство «Русайнс», 2024. – 473 с. ISBN 978-5-1601-8238-4
18. Паркалов И. В., Герман Ю. И. Питание норок в естественной среде обитания и их адаптация в условиях клеточного разведения // Зоотехническая наука Беларуси. – 2024. – Том 59. – № 2. – С. 26–35. DOI:10.47612/0134-9732-59-2-26-32
19. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: Республиканский регламент / И. В. Брыло, А. Н. Коршун, Ю. А. Пивоварчик и др. – Минск: Белорусское сельское хозяйство, 2014. – 108 с. ISBN 978-985-689-513-8
20. Генетические ресурсы генофондных пород лошадей, разводимых в Беларуси / А. Н. Рыдак, Ю. И. Герман, А. И. Герман, Д. О. Кольмин // Зоотехническая наука Беларуси. – 2025. – Том 60. – № 1. – С. 69–79. DOI:10.47612/0134-9732-2025-60-1-69-79
21. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. Ф. Трофимов и др. – Жодино: НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2018. – 138 с. ISBN 978-9-8568-9523-7
22. Шейко И. П., Лобан Н. А. Ведущая порода свиней в Беларуси // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 3 (167). – С. 34–37.
23. Лебедько Е. Я. Инновационно-инвестиционное молочное и мясное скотоводство в современном глобальном мире: Монография. – М.: Издательство «Русайнс», 2024. – 484 с. ISBN 978-5-4365-7618-3
24. Минина Н. Н. Применение инноваций в животноводстве белорусскими аграрными организациями как направление повышения их устойчивости // Вестник Белорусской ГСХА. – 2022. – № 3. – С. 28–32.
25. Научное сопровождение животноводства / А. И. Портной, В. Н. Тимошенко, И. П. Шейко, А. А. Музыка // Наука и инновации. – 2025. – № 2 (264). – С. 72–73.
26. Научно-практические подходы совершенствования используемых технологий молочно-товарного производства / М. В. Базылев, В. Н. Минаков, Е. А. Линьков, М. А. Печенькова // Ученые записки Витебской ГАВМ. – 2021. – № 2. – С. 84–87. DOI: 10.52368/2078-0109-2021-56-2-84-87
27. Смирнова Ю. В. Тенденции формирования, функционирования и перспективы развития рынка молока Республики Беларусь с учетом инновационного аспекта // Проблемы экономики. – 2015. – № 2. – С. 46–49.
28. Герман Ю. И., Шейко И. П. Оценка племенной ценности лошадей ганноверской и тракененской пород // Доклады Национальной академии наук. – 2017. – Том 61. – № 2. – С. 105–113. DOI:10.29235/1561-8323-2017-61-2-105-113
29. Портной А. И., Михайловская М. С. Перспективы использования роботизированных систем доения коров в молочном скотоводстве Беларуси // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2023. – № 2. – С. 65–70.
30. Михалюк А. Н., Танана Л. А., Лебедько Е. Я. Молекулярно-генетические маркеры в совершенствовании хозяйственно-полезных признаков молочного крупного рогатого скота в Союзном государстве: Монография. – М.: Издательство «Русайнс», 2024. – 228 с. ISBN 978-5-4660-8441-2.
31. Шейко И. П., Шейко Р. И. Модели развития белорусского животноводства // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2018. – Том 62. – № 4. – С. 504–512. DOI:10.29235/1561-8323-62-4-504-512
32. Аснович М. А. Современное состояние и перспективные направления развития рыбоводства в Республике Беларусь // Агропанорама. – 2019. – № 3. – С. 42–45.
33. Сравнительный анализ молочной продуктивности коров-первотелок для создания высокопродуктивных стад / А. В. Коробко, С. П. Карпеня, О. А. Яцына, Е. Е. Соглаева, Е. В. Бордовский // Ученые записки Витебской ГАВМ. – 2021. – № 1. – С. 24–30. DOI: 10.52368/2078-0109-2021-56-1-24-30

34. Шейко И. В., Азаренко В. В. Перспективы научной и инновационной деятельности в животноводстве Беларуси // Сборник научных докладов 24-й Международного научно-практического форума «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии». – Якутск: Якутский НЦ Сиботделения РАН, 2022. – С. 211–218. DOI: 10.29235/1561-8323-2022-66-2-247-256
35. Саскевич В. В. О правовом регулировании пчеловодства в Беларуси // Журнал Белорусского ГУ: Право. – 2022. – № 1. – С. 70–73.
36. Казаровец Н. В., Шейко И. П., Павлова Т. В. Белорусская популяция черно-пестрого скота: история формирования, направления совершенствования: Монография. – Витебск: Витебская ГАВМ, 2023. – 207 с. ISBN 978-985-689-523-7
37. Микуленко В. Г., Зелькова Н. Н. Резервы молочного скотоводства // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2016. – № 1. – С. 38–42. EDN APCYKC
38. Концепция селекционно-племенной работы по созданию белорусской красной молочной породы скота / А. И. Портной, И. П. Шейко, В. Н. Тимошенко и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2025. – Том 60. – № 1. – С. 3–11. DOI: 10.47612/0134-9732-2025-60-1-3-11
39. Шейко И. П. Пути развития отечественного свиноводства // Наука и инновации. – 2023. – № 7 (245). – С. 54–60. EDN HRLCPY
40. Шляхтунов В. И. Получение и первичная обработка молока в условиях молочно-товарных ферм и комплексов: Монография. – Витебск: ВГАВМ., 2019. – 136 с. ISBN 978-985-591-076-4
41. Продуктивные качества свиней внутрипородного типа «Припятский» в породе ландрас / И. П. Шейко, Н. В. Приступа, Е. А. Янович и др. // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2024. – Том 68. – № 3. – С. 255–264. DOI: 10.29235/1561-8323-2024-68-3-255-264
42. Шейко И. П. Перспективы развития свиноводства в Республике Беларусь // Тезисы докладов круглого стола «Экономический потенциал эффективного и устойчивого животноводства Республики Беларусь». – Минск., 2024. – С. 50–51. DOI: 10.29235/1817-7204-2025-63-4-326-332
43. Конёк А. И., Шматко Н. Н., Шамонина А. И. Варианты организации работы комплексов по выращиванию и откорму скота на мясо в Беларуси // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Том 57. – № 2. – С. 129–139. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-129-139.
44. Гануш Г. И., Бурачевский А. А., Липницкая В. В. Совершенствование системы обеспечения крупнотоварных свиноводческих комплексов племенным молодняком на основе межхозяйственной кооперации // Агропанорама. – 2021. – № 3. – С. 44–47. EDN JBTRUJ
45. Шейко И. П., Шейко Р. И., Казаровец Н. В. Селекционно-генетические приемы и методы разведения свиней: Монография. – Минск: БГАТУ, 2024. – 226 с. ISBN 978-985-250-250-4
46. Отраслевой регламент по производству говядины / Кол. авторов. – Горки: Белорусская ГСХА, 2020. – 76 с.

References

1. Decree of the President of the Republic of Belarus “On the Development of the Meat Industry” dated January 5, 2026, No. 2. – Minsk, 2026. – 7 p.
2. Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus No. 814 dated December 31, 2025, on the approval of the State Program “AIC of the Future” for 2026 – 2030. (It came into force on January 1, 2026).
3. The Programme of Social and Economic Development of the Republic of Belarus for 2026 – 2030. (Approved by the decision of the All-Belarusian People's Assembly No. 1 dated December 19, 2025). – Minsk, 2025. – 39 p.
4. Belarus in Figures, 2021: Statistical Handbook / E.I. Kukharevich. / Edited by I.V. Medvedeva. – Minsk: Information and Computing Centre of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2022. – 69 p.
5. Bakach N.G., Bashko Yu.A., Stupchik I.A. Technical and technological aspects of the application of innovative technologies on farms and complexes of the Republic of Belarus// Bulletin of VNIIMZh. – 2017. – No. 4 (28). – P. 108 – 116.
6. Republican norms for technological design of new, reconstruction, and technical re-equipment of livestock facilities: BRN-1-2004. – Minsk., 2004. – 92 p. ISBN 978-985-689-524-4.

7. Organizational and technological requirements for milk production at industrial dairy complexes: Republican regulations / I.V. Brylo, A.N. Korshun, Yu.A. Pivovarchik et al. – Minsk, 2014. – 107 p. ISBN 978-985-689-513-8.
8. Bioenergetic assessment of milk production on dairy farms and complexes of various capacities / A.A. Music, M.P. Puchka, N.N. Shmatko, S.A. Kirikovich, L.N. Sheigratsova, M.V. Timoshenko, A.I. Konek // Zootechnical science of Belarus. – 2022. – Volume 57. – No. 2. – P. 191 – 200. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-191-200.
9. Kulagin S.A. Innovative development of the dairy industry of the Republic of Belarus on the basis of public-private partnership // *Izvestiya vuzov. Series "Economics, Finance, Management"*. – 2015. – No. 2 (24). – P. 83 – 91.
10. Sheiko I.P. Prospects of scientific and innovative activities in animal husbandry in Belarus // *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus: Series of Agrarian Sciences*. – 2018. – Vol. 56. – No. 2. – P. 188 – 199. DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-2-188-199.
11. Sheiko I.P. Belarusian pig farming should be based on the domestic gene pool // *Belarusian Agriculture*. – 2015. – No. 6. – P. 6 – 7.
12. Development of an integral indicator for assessing the spatial and technological solutions of farms and complexes of milk production / V.N. Timoshenko, A.A. Muzyka, A.I. Portnoi, et al. // *Zootechnical Science of Belarus*. – 2025. – Vol. 60. – No. 2. – P. 180 – 190. DOI:10.47612/0134-9732-2025-60-2-180-190.
13. Parkalov I.V. Fundamentals of feeding and keeping minks in Belarus: Monograph. – Minsk., 2022. – 135 p. ISBN 978-985-689-530-5.
14. Feeding standards for red Belarusian cattle during the dry and lactation periods by macronutrients/A.I. Sakhanchuk, M.G. Kallaur, E.G. Kot, A.A. Neval // *Zootechnical Science of Belarus*. – 2025. – Volume 60. – No. 2. – P. 107 – 115. DOI:10.47612/0134-9732-2025-60-2-107-115.
15. Foreign Trade of the Republic of Belarus: Statistical Booklet / E.I. Kukharevich. Ed. by I.V. Medvedeva. – Minsk., 2022. – 29 p.
16. Popkov N.A., Timoshenko V.N., Muzyka A.A. Industrial Technology of Milk Production: Monograph. – Zhodino: SPC of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry, 2018. – 229 p. ISBN 978-9-8568-9524-4.
17. Lebedko E.Ya. Species and breed biodiversity of cattle: Monograph. Moscow: Publishing House "Ruscience", 2024. – 473 p. ISBN 978-5-1601-8238-4
18. Parkalov I. V., German Yu. I. Nutrition of minks in their natural habitat and their adaptation in conditions of cage farming // *Zootechnical Science of Belarus*. – 2024. – Vol. 59. – No. 2. – P. 26 – 35. DOI:10.47612/0134-9732-59-2-26-32.
19. Organizational and technological requirements for milk production at industrial-type dairy complexes: Republican regulations / I.V. Brylo, A.N. Korshun, Yu.A. Pivovarchik, et al. – Minsk: Belarusian Agriculture, 2014. – 108 p. ISBN 978-985-689-513-8
20. Genetic resources of the gene pool breeds of horses bred in Belarus / A. N. Rydak, Yu. I. German, A. I. German, D. O. Kolmin // *Zootechnical science of Belarus*. – 2025. – Vol. 60. – No. 1. – P. 69 – 79. DOI:10.47612/0134-9732-2025-60-1-69-79
21. Technological recommendations for the organization of milk production on new and reconstructed dairy farms/N.A. Popkov, V.N. Timoshenko, A.F. Trofimov, et al. – Zhodino: SPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, 2018. – 138 p. ISBN 978-9-8568-9523-7
22. Sheiko I.P., Loban N.A. Leading Breed of Pigs in Belarus // *Belarusian agriculture*. – 2016. – No. 3 (167). – P. 34 – 37.
23. Lebedko E.Ya. Innovative and Investment Dairy and Beef Cattle Farming in the Modern Global World: Monograph. – M.: Publishing House "Ruscience", 2024. – 484 p. ISBN 978-5-4365-7618-3.
24. Minina N.N. Application of innovations in animal husbandry by Belarusian agrarian organizations as a direction of increasing their sustainability // *Bulletin of the Belarusian state agricultural academy*. – 2022. – No. 3. – P. 28 – 32.
25. Scientific support of animal husbandry / A.I. Portnoi, V.N. Timoshenko, I.P. Sheiko, A.A. Muzyka//*Science and Innovations*. – 2025. – No. 2 (264). – P. 72 – 73.

-
26. Scientific and practical approaches to improving the used technologies of dairy production / M.V. Bazylev, V.N. Minakov, E.A. Linkov, M.A. Pechenkova // Scientific Proceedings of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. – 2021. – No. 2. – P. 84 – 87. DOI: 10.52368/2078-0109-2021-56-2-84-87.
27. Smirnova Yu.V. Tendencies of formation, functioning and prospects of development of the milk market of the Republic of Belarus taking into account the innovative aspect // Problems of economy. – 2015. – No. 2. – P. 46 – 49.
28. German Yu.I., Sheiko I.P. Assessment of the breeding value of horses of the Hanover and Trakehner breeds // Reports of the National Academy of Sciences. – 2017. – Vol. 61. – No. 2. – P. 105 – 113. DOI:10.29235/1561-8323-2017-61-2-105-113.
29. Portnoi A.I., Mikhailovskaia M.S. Prospects of the use of robotic milking systems for cows in the dairy cattle breeding of Belarus // Actual problems of intensive development of animal husbandry. – 2023. – No. 2. – P. 65 – 70.
30. Mikhaluk A.N., Tanana L.A., Lebedko E.Ya. Molecular and genetic markers in the improvement of economically useful traits of dairy cattle in the Union State: Monograph. – M.: Publishing House “Ruscience”, 2024. – 228 p. ISBN 978-5-4660-8441-2.
31. Sheiko I.P., Sheiko R.I. Models of development of the Belarusian animal husbandry // Reports of the National Academy of Sciences of Belarus. – 2018. – Vol. 62. – No. 4. – P. 504 – 512. DOI:10.29235/1561-8323-62-4-504-512.
32. Asnovich M.A. Current state and perspective directions of development of fish farming in the Republic of Belarus // Agropanorama. – 2019. – No. 3. – P. 42 – 45.
33. Comparative analysis of the milk productivity of first-calf heifers for the creation of highly productive herds / A.V. Korobko, S.P. Karpenia, O.A. Yatsyna, E.E. Soglaeva, E.V. Bordovskii // Scientific Proceedings of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. – 2021. – No. 1. – P. 24 – 30. DOI: 10.52368/2078-0109-2021-56-1-24-30.
34. Sheiko I.V., Azarenko V.V. Prospects for scientific and innovative activities in animal husbandry in Belarus // Collection of scientific reports of the 24th International Scientific and Practical Forum “Agrarian Science for Agricultural Production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus, and Bulgaria”. – Yakutsk: Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2022. – P. 211 – 218. DOI: 10.29235/1561-8323-2022-66-2-247-256.
35. Saskevich V.V. On the legal regulation of beekeeping in Belarus // Journal of the Belarusian State University: Law. – 2022. – No. 1. – P. 70 – 73.
36. Kazarovets N.V., Sheiko I.P., Pavlova T.V. Belarusian Population of Black-and-White Cattle: History of formation, directions of improvement: Monograph. – Vitebsk: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 2023. – 207 p. ISBN 978-985-689-523-7.
37. Mikulenko V.G., Zelkova N.N. Dairy cattle breeding reserves // Veterinary Journal of Belarus. – 2016. – No. 1. – P. 38 – 42. EDN APCYKC.
38. Concept of selection and breeding work on the creation of the Belarusian Red dairy cattle breed / A.I. Portnoi, I.P. Sheiko, V.N. Timoshenko, et al. // Zootechnical Science of Belarus. – 2025. – Volume 60. – No. 1. – P. 3 – 11. DOI: 10.47612/0134-9732-2025-60-1-3-11.
39. Sheiko I.P. Ways of domestic pig farming development // Science and Innovations. – 2023. – No. 7 (245). – P. 54 – 60. EDN HRLCPY
40. Shliakhtunov V.I. Obtaining and primary processing of milk in dairy farms and complexes: Monograph. – Vitebsk: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 2019. – 136 p. ISBN 978-985-591-076-4.
41. Productive qualities of pigs of the intrabreed type “Pripiatsky” in the Landrace breed / I.P. Sheiko, N.V. Pristupa, E.A. Yanovich, et al. // Reports of the National Academy of Sciences of Belarus. – 2024. – Vol. 68. – No. 3. – P. 255 – 264. DOI: 10.29235/1561-8323-2024-68-3-255-264.
42. Sheiko I.P. Prospects for the development of pig farming in the Republic of Belarus // Abstracts of the Round Table “Economic Potential of Efficient and Sustainable Livestock Farming in the Republic of Belarus”. – Minsk, 2024. – P. 50 – 51. DOI: 10.29235/1817-7204-2025-63-4-326-332.

43. Konek A.I., Shmatko N.N., Shamonina A.I. Options for organizing the work of complexes for growing and fattening cattle for meat in Belarus // Zootechnical Science of Belarus. – 2022. – Volume 57. – No. 2. – P. 129 – 139. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-129-139. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-129-139.
44. Ganush G.I., Burachevskii A.A., Lipnitskaia V.V. Improvement of the system of providing large-scale pig farms with breeding young pigs on the basis of interfarm cooperation // Agropanorama. – 2021. – No. 3. – P. 44 – 47. EDN JBTRUJ.
45. Sheiko I.P., Sheiko R.I., Kazarovets N.V. Selection and genetic techniques and methods of breeding pigs: Monograph. – Minsk: Belarusian State Agrarian Technical University, 2024. – 226 p. ISBN 978-985-250-250-4.
46. Industry regulations for beef production / Col. of authors. – Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, 2020. – 76p.

Сведения об авторах

Лебедько Егор Яковлевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет».

Тел.: +7 915 534-19-63, e-mail: vasilev.1958@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5815-7532

Погодаев Владимир Аникеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49. Тел.:

+7 918 785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru,

ORCID 0000-0002-9165-1225

Information about the authors

E. Ya. Lebedko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Feeding, Small Animal Science and Processing of Animal Products, FSBEI HE “Bryansk State Agrarian University” Tel.: 8-915-534-19-63, e-mail: vasilev.1958@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5815-7532

V. A. Pogodaev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, 356241, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Nikonova str., 49, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, tel.: +7 918 785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, ORCID 0000-0002-9165-1225

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.02.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 02.02.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 17.03.2026.

Лебедько Е. Я., Погодаев В. А.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 103-114
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 103-114.

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.2.[084.41+085.15]:637.12.04/.07

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.1.19.2026

**КАЧЕСТВО МОЛОКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЕГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН КОРОВ
В ТРАНЗИТНЫЙ ПЕРИОД КОНЦЕНТРАТА
КОРМОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО «ЭНЕРГОПАК»**

Андрей Вацлавович Маркевич, Михаил Михайлович Карпеня

Учреждение образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь, г. Витебск, e-mail: kmmsl@rambler.ru

Аннотация. Правильное кормление коров является определяющим фактором их продуктивности и здоровья. В транзитный период одним из наиболее распространенных метаболических нарушений остается отрицательный энергетический баланс. Минимизировать его последствия можно посредством применения в кормлении специализированных комплексных энергетических добавок. Целью исследований стало изучение влияния скармливания в рационах коров транзитного периода концентрата кормового энергетического «Энергопак» на качество молока и экономическую эффективность его производства. Научная работа проводилась в производственных условиях СПУ «Протасовщина» УП «Гроднооблгаз» Щучинского района Гродненской области. Для проведения сформировали 4 группы коров транзитного периода (одна контрольная и три опытных) по 10 голов в каждой с учётом генотипа, живой массы и продуктивности. Химический состав молока подопытных животных определяли в молочной лаборатории РУСП «Гродненское племпредприятие». В ходе исследований установлено, что применение концентрата кормового энергетического «Энергопак» в рационах коров в транзитный период в количестве 300 г на голову в сутки способствовало повышению в молоке на 6-й день лактации массовой доли белка на 0,07 абс.%, массовой доли жира – на 0,12 абс.% ($P < 0,05$), СОМО – на 0,24 абс.%; на 20-й день лактации – на 0,08 абс.% ($P < 0,01$), 0,09 и 0,04 абс.% соответственно. Таким образом, применение изучаемой добавки в указанной дозировке в транзитный период является наиболее эффективным, что подтверждается улучшением качественных показателей молока и повышением прибыли от его реализации на 6,0 %.

Ключевые слова: концентрат, энергетический баланс, молочный жир, коровы, молоко, транзитный период, отёл, рубец.

Для цитирования: Маркевич А. В., Карпеня М. М. Качество молока и экономическая эффективность его производства при включении в рацион коров в транзитный период концентрата кормового энергетического «Энергопак» // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 103-114. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

MILK QUALITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF MILK PRODUCTION WHEN INCLUDING THE ENERGY FEED CONCENTRATE “ENERGOPAK” IN THE DIET OF COWS DURING THE TRANSIT PERIOD**Andrei V. Markevich, Mikhail M. Karpenia**Educational Institution “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”,
Republic of Belarus, Vitebsk, e-mail: kmmsl@rambler.ru

Abstract. Proper feeding of cows is a determining factor in their productivity and health. Negative energy balance remains one of the most common metabolic disorders during the transit period. Its consequences can be minimized by using special complex energy supplements in feeding. The aim of the research was to study the effect of feeding cows in the transit period with the energy feed concentrate “Energopak” on milk quality and its economic efficiency. The research was carried out under production conditions at the Agricultural Production Unit “Protasovshchina”, UE “Grodnooblgaz” in the Shchuchin District of the Grodno Region. Four groups (one control and three experimental) of transit period cows were formed, with 10 head in each group, taking into account genotype, live weight, and productivity. The chemical composition of the milk of the experimental animals was determined in the milk laboratory of the Republic Unitary Agricultural Enterprise “Grodno Breeding Enterprise”. The research showed that the use of the energy feed concentrate “Energopak” in the diets of cows during the transit period in the amount of 300 g per head per day contributed to an increase in the mass fraction of protein in milk on the 6th day of lactation by 0,07 percentage points, the mass fraction of fat – by 0,12 percentage points ($P < 0.05$), SNF – by 0.24 percentage points; on the 20th day of lactation – by 0.08 percentage points ($P < 0.01$), 0,09 and 0,04 percentage points, respectively. Thus, the use of the studied supplement in the specified dosage during the transit period is most effective, which is confirmed by the improvement in milk quality indicators and an increase in sales profit by 6,0 %.

Keywords: feed concentrate, energy balance, milk fat, cows, milk, transit period, calving, rumen.

For citation: Markevich A. V., Karpenia M. M. Milk quality and economic efficiency of milk production when including the energy feed concentrate “energopak” in the diet of cows during the transit period // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 103-114.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.1.19.2026

Введение. Правильное кормление коров – это главный фактор, влияющий на их продуктивность и здоровье. Одним из важнейших этапов является транзитный период – 21 день до и 21 день после отёла. От того, насколько успешно он будет проходить, во многом напрямую зависит продуктивность животного в последующей лактации [1, 2]. В этот период организм коровы переходит от одного физиологического и технологического состояния в другое, что приводит к сильному стрессу, обусловленному бурными гормональными изменениями. Это создаёт предпосылки для возникновения проблем со здоровьем. Несмотря на то, что в настоящее время в мире растёт интерес к разведению молочных коров с более высокой устойчивостью к болезням, восприимчивость к метаболическим нарушениям по-прежнему остаётся высокой. Поэтому крайне важно, как можно более глубоко понимать причины, обуславливающие высокую заболеваемость в период раздоя. К основным факторам профилактики относятся условия содержания и кормления, своевременный перевод животных в группы транзита, ветеринарные мероприятия [3, 4].

Одним из наиболее распространённых метаболических нарушений остаётся отрицательный энергетический баланс. В начале лактации потребление энергии с кормом не покрывает физиологические потребности организма на поддержания здоровья и производства молока [4, 5, 6]. Одна из причин развития отрицательного энергетического баланса – это снижение аппетита за несколько дней перед отёлом и первые недели после отёла. Вследствие этого у коровы начало лактации сопровождается выраженным дефицитом обменной энергии. Животные начинают активно использовать собственные запасы жира в виде неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) для поддержания жизни и производства молока. Эти кислоты могут использоваться напрямую, как основной источник энергии, различными видами клеток или непосредственно для синтеза молочного жира в вымени. Однако при сильном энергодефиците НЭЖК из жирового депо поступают в печень настолько интенсивно, что печень не может справиться с этим потоком. В результате они частично окисляются до кетоновых тел и повторно эстерифицируются до триглицеридов, накапливающихся в клетках печени, вызывая жировую дистрофию [5, 6].

Известно, что отрицательный энергетический баланс влияет на состав молока. Увеличение НЭЖК для синтеза молочного жира приводит к увеличению содержания жира в молоке, при этом содержание белка остаётся неизменным или происходит его снижение, тем самым нарушается соотношение «жир:белок» в молоке в период лактации. Более того, липомобилизация приводит к изменениям в составе жирных кислот молока. Используя данный показатель ежедневно, можно на ранней стадии выявить развитие кетоза – одного из наиболее распространённого метаболического заболевания. В итоге в условиях серьёзного дефицита энергии количество и качество молока заметно снижается, животные сильно теряют массу тела, также увеличивается риск послеродовых заболеваний [7].

В транзитный период основная задача – минимизировать последствия негативного энергетического баланса, в частности предотвратить возникновение синдрома жирной печени. Для этого необходимо снизить скорость мобилизации жира и повысить уровень высвобождения его из печени. Поскольку корова не может покрыть потребность в обменной энергии за счёт энергии, поступающей с кормом, в том числе в условиях низкого потребления корма, для баланса рациона в настоящее время часто применяются комплексные энергетические кормовые концентраты и добавки. Как правило, в их состав включены такие глюкопластические вещества, как пропиленгликоль (синонимы: монопропиленгликоль, пропиленгликоль, пропандиол (пищевая добавка E1520), пропионат, глицерин и другие [6, 8].

Использование в рационах коров транзитного периода пропиленгликоля глицерина даёт положительный результат. При поступлении в рубец животных пропиленгликоль практически полностью всасывается без изменений, с частичным преобразованием в пропионат. Основная часть абсорбированного пропиленгликоля метаболизируется через молочную кислоту и входит в нормальный углеводный обмен. Глицерин, попадая в рубец, частично подвергается сбраживанию с образованием пропионовой кислоты, используемой микроорганизмами рубца, а оставшаяся часть всасывается из кишечника в организм, где участвует в синтезе глюкозы [9, 10]. Применение таких препаратов, как ниацин, L-карнитин и таурин, в смеси с пропиленгликолем и глицерином улучшает перевариваемость сухого и органического вещества, увеличивает надой молока [9, 11].

Биологическое значение ниацина для молочных коров заключается в снижении липолиза, кетогенеза, накоплении липидов в печени и снижении резистентности к ин-

сулину и в результате поддержания стабильной гликемии [11, 12]. L-карнитин играет важную роль в транспорте жирных кислот и дальнейшем их использовании в качестве источника энергии [13]. Достаточное количество L-карнитина особенно важно в ранний период после отёла для компенсации потери его с молоком и облегчения восстановления в первые недели лактации [14, 15].

Таурин участвует в конъюгации желчных кислот и регуляции артериального давления, а также обладает антиоксидантными, противовоспалительными свойствами. Как регулятор обмена веществ он эффективно помогает при метаболических заболеваниях. Метаболическую модуляцию с использованием таурина можно использовать в качестве профилактики заболеваний маститом, что в свою очередь увеличит количество и качество молока [16]. Применение в кормлении коров транзитного периода комплексных энергетических концентратов позволяет довольно успешно решать задачи по профилактике отрицательного энергетического баланса, сопутствующих метаболических заболеваний, улучшению аппетита новотельных животных и, как следствие, увеличению молочной продуктивности, качества производимого молока и снижения его стоимости. Отрицательный энергетический баланс в начале лактации и влияние таких препаратов, как ниацин, L-карнитин и таурин, на показатели рубцового пищеварения коров и качество молока изучены недостаточно [13, 14, 15, 16].

Цель научной работы заключалась в изучении влияния скармливания в рационах коров транзитного периода концентрата кормового энергетического «Энергопак» на качество молока и экономическую эффективность его производства.

Материал и методы исследований. Исследования выполнялись в 2024 году в производственных условиях СПУ «Протасовщина» УП «Гроднооблгаз» Щучинского района Гродненской области (Республика Беларусь) на коровах голштинской породы молочного скота белорусской селекции. Были сформированы 4 группы коров транзитного периода (20 дней до и 20 дней после отёла): одна контрольная и три опытных по 10 голов в каждой с учётом генотипа, живой массы и продуктивности (таблица 1). Подготовительный период перед учётным длился 15 дней.

Таблица 1

Схема опыта

Table 1

Experimental design

Группа	Количество животных в группе (n)	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
1-я контрольная	10	40	Основной рацион (ОР): сенаж злаковый, силос кукурузный, солома, плющенная кукуруза, комбикорм КК-61С
2-я опытная	10		ОР + 150 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» на голову в сутки
3-я опытная	10		ОР + 225 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» на голову в сутки
4-я опытная	10		ОР + 300 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» на голову в сутки

Физико-химический состав концентрата кормового энергетического «Энергопак» приведён в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химический состав концентрата кормового энергетического «Энергопак»

Table 2

Physicochemical composition of the energy feed concentrate “Energopak”

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	
	предельно допустимая концентрация	фактическое содержание
Внешний вид, консистенция	Однородная жидкость, допускается незначительный осадок	
Цвет	Различные оттенки коричневого цвета	
Запах	Без затхлого, плесневелого, гнилостного и других посторонних запахов	
Содержание глицерина, мг/кг	522 000–784 000	652 000
Содержание пропиленгликоля, мг/кг	96 000–144 000	120 000
Содержание витамина В ₃ (никотинамида), мг/кг	2 080–3 860	2 970
Содержание таурина, мг/кг	63–117	94
Содержание L-карнитина, мг/кг	630–1 170	965
Содержание растворимых углеводов, %	1,6–5,8	3,7

Концентрат кормовой энергетический «Энергопак» разработан в ЧПУП «СВС Компани» совместно со специалистами ЧНИУП «Алникор» (г. Гродно) и производится в соответствии с техническими условиями ТУ ВУ 59151140.010-2023 и представляет собой однородную жидкость.

При проведении опыта изучали питательность и химический составы кормов в лаборатории холдинговой компании «Алникор» по общепринятым методикам: влажность – высушиванием навески в электросушильном шкафу (ГОСТ 27548-97); общий азот – по Кьельдалю (ГОСТ 1346.4-93); сырой протеин – расчётным методом; сырой жир – по Сокслету (ГОСТ 13496.15-85); сырую клетчатку – по Геннебергу и Штоману (ГОСТ 13496.2-94); сырую золу – сжиганием навески в муфельной печи (ГОСТ 26226-95); органическое вещество – расчётным путём; остальные показатели питательности и химического состава – на ИК-анализаторе Spektra Star SR-XTR.

Химический состав молока подопытных коров определяли в молочной лаборатории РУСП «Гродненское племпредприятие» согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. Современное кормление коров предусматривает нормирование их потребностей по большому количеству показателей. В настоящее время наиболее широко применяется принцип нормирования элементов питания по концентрации в сухом веществе рациона, дающий более качественную характеристику кормов и рациона в целом. Полноценность кормления животных определяется сбалансированностью рациона в соответствии с их потребностями в обменной энергии и сухом веществе, протеине, углеводах, жирах, минеральных элементах, вита-

минах и других биологически активных веществах.

Среднесуточное потребление кормов подопытными коровами в транзитном периоде составлено по фактически съеденным кормам в среднем за период опыта. Кормление коров проводилось по рационам с включением в них сенажа из многолетних злаковых трав, кукурузного силоса, соломы озимой пшеницы, концентратов согласно нормам, рекомендованным РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [17]. Рационы по питательности были одинаковыми для всех групп подопытных коров, с той лишь разницей, что животные 2, 3 и 4-й опытных групп дополнительно к основному рациону получали 150, 225 и 300 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» соответственно (таблица 3).

Таблица 3

Среднесуточное потребление кормов подопытными коровами (транзит)

Table 3

Average daily feed consumption of experimental cows (transit period)

Показатели	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Силос кукурузный, кг	16	16	16	16
Сенаж злаковый, кг	10	10	10	10
Комбикорм, кг	6	6	6	6
Солома, кг	1	1	1	1
«Энергопак», г	–	150	225	300
В рационе содержится:				
ЭКЕ	17,98	18,21	18,32	18,42
обменной энергии, МДж	179,8	182,1	183,2	184,2
сухого вещества, кг	17 841	17 853	17 859	17 865
сырого протеина, г	2 726,0	2 726,0	2 726,0	2 726,0
чистая энергия лактации, МДж	113,2	114,6	115,3	116,0
сырой клетчатки, г	3 428	3 428	3 428	3 428
крахмала, г	3 695,6	3 695,6	3 695,6	3 695,6
сахара, г	638,5	638,5	638,5	638,5
сырого жира, г	667,8	667,8	667,8	667,8
кальция, г	138,6	138,6	138,6	138,6
фосфора, г	73	73	73	73
магния, г	57,2	57,2	57,2	57,2
калия, г	171,7	171,7	171,7	171,7
натрий, г	60,6	60,6	60,6	60,6
железа, мг	720	720	720	720
меди, мг	693,6	693,6	693,6	693,6
цинка, мг	3 674,1	3 674,1	3 674,1	3 674,1
марганца, мг	1 986,8	1 986,8	1 986,8	1 986,8
кобальта, мг	39,4	39,4	39,4	39,4
йода, мг	62	62	62	62
селен, мг	18,6	18,6	18,6	18,6
витамин А, тыс. МЕ	520,1	520,1	520,1	520,1
витамина D, тыс. МЕ	121,1	121,1	121,1	121,1
витамина Е, мг	4 800	4 800	4 800	4 800

Установлено, что по среднесуточному потреблению их и структуре рационов между животными контрольной и опытных групп значительных различий не выявлено. Следует отметить, что рацион у животных 4-й опытной группы по обменной энергии оказался выше на 2,4 %, по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы, у животных 3-й опытной группы – на 1,9 %, 2-й опытной группы – на 1,3 % соответственно. Сухое вещество рационов и остальные показатели питательности, биологически активные вещества рационов кормления оставались неизменными.

Также нами изучены показатели качества молока. Так, на 6-й день лактации массовая доля жира в молоке повысилась на 0,12 абс.% ($P < 0,05$) у коров 4-й опытной группы, у животных 3-й опытной группы – на 0,09 абс.% и у сверстниц 2-й опытной группы – на 0,06 абс.% по отношению к аналогам 1-й контрольной группы (таблица 4).

Таблица 4

Показатели качества молока коров (n = 10)

Table 4

Cow milk quality parameters of (n=10)

Группа	Показатели качества молока								
	массовая доля жира, %	массовая доля белка, %	СОМО, %	плотность, кг/м ³	лактоза, %	титруемая кислотность, Т	степень чистоты, группа	количество соматических клеток, тыс./см ³	бактериальная обсемененность, тыс. КОЕ/см ³
На 6-й день лактации									
1-я контрольная	3,62±0,03	3,14±0,09	8,35±0,24	1028±0,63	4,26±0,03	17,2±0,20	1	272±21,83	73±3,74
2-я опытная	3,68±0,09	3,17±0,05	8,54±0,08**	1028±0,55	4,34±0,03*	17,4±0,24	1	254±6,89	72±4,06
3-я опытная	3,71±0,04	3,20±0,05	8,59±0,03	1029±0,55	4,36±0,02*	17,6±0,24	1	252±16,55	66±2,91
4-я опытная	3,74±0,05*	3,21±0,03	8,47±0,08	1028±0,24	4,46±0,03***	17,4±0,25	1	247±16,63	60±2,74
На 20-й день лактации									
1-я контрольная	3,67±0,04	3,16±0,02	8,57±0,04	1028±0,55	4,19±0,03	17,0±0,55	1	250±13,5	71±3,67
2-я опытная	3,74±0,04	3,20±0,03	8,58±0,04	1028±0,37	4,33±0,06*	17,4±0,24	1	239±9,00	66±5,10
3-я опытная	3,75±0,07	3,23±0,01***	8,59±0,06	1028±0,37	4,36±0,04***	17,2±0,58	1	225±12,25	61±6,00
4-я опытная	3,76±0,08	3,24±0,02**	8,61±0,04	1028±0,55	4,38±0,04***	17,0±0,45	1	231±33,14	62±3,74
Примечание – *($P < 0,05$); **($P < 0,01$); ***($P < 0,001$).									

Массовая доля белка в молоке наибольшей оказалась у животных 4-й опытной группы. Коровы этой группы превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 0,07 абс.%, животные 3-й опытной группы – на 0,06 абс.% и коровы 2-й опытной группы – на 0,03 абс.%. Содержание СОМО в исследуемом молоке было больше на 0,24 абс.% у коров 3-й опытной группы, у сверстниц 2-й опытной группы – на 0,19 абс.% и у животных 4-й опытной группы – на 0,12 абс.%, по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы. По плотности молока животные 3-й опытной группы опережали аналогов других подопытных групп на 1,0 кг/м³. У животных 4-й опытной группы массовая доля лактозы в молоке оказалась больше на 0,20 абс.% ($P < 0,001$), у коров 3-й опытной группы – на 0,10 абс.% ($P < 0,01$) и у аналогов 2-й опытной группы – на 0,08 абс.%, по сравнению со сверстницами 1-й контрольной группы.

Следует отметить, что у животных 3-й опытной группы была самая высокая титруемая кислотность молока – на 1,1–2,3 % больше, чем в других подопытных группах. По степени чистоты все подопытные группы были одинаковыми, по количеству соматических клеток и бактериальной обсеменённости молока существенных различий между подопытными группами не выявлено, молоко соответствовало классу «Экстра».

На 20-й день лактации прослеживалась такая же закономерность. Так, животные 4-й опытной группы по массовой доле жира превосходили сверстниц других подопытных групп на 0,07–0,09 абс.%. У коров 4-й опытной группы массовая доля белка превышала на 0,08 абс.% ($P < 0,01$), у животных 3-й опытной группы – на 0,07 абс.% ($P < 0,01$) и у сверстниц 2-й опытной группы – на 0,04 абс.%, по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы. Содержание СОМО в молоке наибольшим оказалось у коров 4-й опытной группы.

Животные этой группы превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 0,04 абс.%, коровы 3-й опытной группы – на 0,02 абс.% и животные 2-й опытной группы – на 0,01 абс.% соответственно. Плотность молока у всех подопытных групп была одинакова. По массовой доле лактозы коровы 4-й опытной группы превосходили на 0,19 абс.% ($P < 0,001$), сверстницы 3-й опытной группы – на 0,17 абс.% ($P < 0,01$) и аналоги 2-й опытной группы – на 0,14 абс.% ($P < 0,05$) животных 1-й контрольной группы. Наибольшая титруемая кислотность молока была у животных 2-й и 3-й опытных групп. Так, этот показатель у коров 2-й опытной группы был выше, по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы, на 2,4 %, у коров 3-й опытной группы – на 1,2 %.

По степени чистоты все подопытные группы были одинаковыми, также по количеству соматических клеток и бактериальной обсеменённости молока существенных различий между подопытными группами не выявлено, молоко соответствовало классу «Экстра».

По результатам научно-хозяйственного опыта рассчитана экономическая эффективность использования концентрата кормового энергетического «Энергопак» в кормлении коров в транзитный период с учётом стоимости и себестоимости 1 ц молока (соответственно 129,20 и 75,45 руб.) и стоимости 1 кг концентрата кормового энергетического «Энергопак» (соответственно 1,62 руб.).

Расчёт экономической эффективности проводили в средних ценах 2024 года по стоимости валового надоя молока в зачётной массе за период опыта (таблица 5).

Таблица 5

Экономическая эффективность применения
концентрата кормового энергетического «Энергопак» в кормлении коров
в транзитный период

Table 5

Economic efficiency of using the energy feed concentrate “Energopak” in feeding cows during the transit period

Показатели	Группы			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Количество коров, голов	10	10	10	10
Учетный период продуктивности коров, дней	20			
Валовой надой по группе в зачетной массе за период опыта, ц	53,29	55,32	56,36	58,29
Стоимость 1 ц молока, руб.	129,20			
Стоимость валового надоя молока, руб.	6 885,07	7 147,34	7 281,71	7 531,07
Себестоимость валового надоя молока, руб.	4 020,73	4 173,89	4 252,36	4 397,98
Израсходовано концентрата кормового энергетического «Энергопак» за период опыта, кг	–	30,0	45,0	60,0
Стоимость 1 кг концентрата кормового энергетического, руб.	1,62			
Стоимость концентрата кормового энергетического, израсходованного за 20 дней опыта, руб.	–	48,60	72,90	97,20
Прибыль от реализации полученного молока, руб.	2 864,34	2 924,85	2 956,45	3 035,89
В % к контрольной группе	100	102,1	103,2	106,0
Дополнительная прибыль от реализации молока, руб.	–	60,51	92,11	171,55

Валовой надой по группе в зачётной массе за период опыта оказался выше в 4-й опытной группе на 9,4 %, в 3-й опытной группе – на 5,7 % и во 2-й опытной группе – на 2,3 %, по сравнению 1-й контрольной группой.

Следует отметить, что себестоимость валового надоя молока была также больше в 4-й опытной группе, чем в 1-й контрольной группе, на 9,4 %, в 3-й опытной группе – на 5,8 % и во 2-й опытной группе – на 3,8 % соответственно. С учётом этих показателей прибыль от реализации полученного молока в 4-й опытной группе была на 6,0 %, в 3-й опытной группе – на 3,2 % и во 2-й опытной группе – на 2,1 % выше, в сравнении с 1-й контрольной группой. Наиболее высокий экономический эффект получен в 4-й опытной группе. Так, дополнительная прибыль от реализации молока в этой группе составила 171,55 руб.

Закключение. Установлено, что применение концентрата кормового энергетического «Энергопак» в рационах коров в транзитный период в количестве 300 г на голову в сутки способствовало повышению в молоке на 6-й день лактации массовой доли белка на 0,07 абс.%, массовой доли жира – на 0,12 п.п. ($P < 0,05$), СОМО – на 0,24 абс.%;

на 20-й день лактации – на 0,08 абс.% ($P < 0,01$), 0,09 и 0,04 абс.% соответственно.

Экономическая оценка показала, что применение в кормлении коров транзитного периода концентрата кормового энергетического «Энергопак» в количестве 300 г/гол. в сутки способствует повышению прибыли от реализации молока на 6,0 %.

Список литературы

1. Карпеня М. М., Гуйван В. В. Молочная продуктивность коров при использовании в сухостойный период кормовых добавок «МЕГАШАНС-І» и «МЕГАШАНС-ІІ» // Зоотехническая наука Беларуси. Жодино, 2023. Т. 58 (1). С. 212–219. EDN SLBPCD
2. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров: монография / Н. И. Гавриченко, В. С. Прудников, Р. Г. Кузьмич и др. Витебск. 2020. 332 с. ISBN 978-985-591-106-8
3. Получение высококачественной продукции в молочном скотоводстве: монография / Н. И. Гавриченко, Н. С. Мотузко, Н. П. Разумовский и др. Витебск. 2022. 347 с. ISBN 978-985-591-160-0
4. Invited Review: β -hydroxybutyrate Concentration in Blood and Milk and its Associations with Cow Performance / A. Benedit, C.L. Manuelian, A. Zidi et al. // Animal. 2019. Vol. 13. P. 1676–1689. DOI: 10.1017/S175173111900034X
5. Relationships Between Milk and Blood Biochemical Parameters and Metabolic Status in Dairy Cows during Lactation. Advances in Metabolic Challenges and Nutrition Research in Dairy Cows / B. Andjelić, R. Djoković, M. Cincović et al. // Metabolites. 2022. Vol. 12 (8). Art. 733. DOI: 10.3390/metabo12080733
6. Подрез В. Н., Карпеня М. М., Карпеня А. М. Молочная продуктивность и гематологические показатели коров в период раздоя при использовании в рационе энергетического корма на основе сухого защищенного жира // Зоотехническая наука Беларуси. Жодино. 2022. Т. 57 (2). С. 3–11. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-3-11
7. Соболев Д. Т., Разумовский Н. П., Соболева В. Ф. Показатели белкового и углеводного обменов в сыворотке крови коров при использовании в их рационах премикса, обогащенного ниацином, биотином и цианкобаламином // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». 2018. Т. 54. Вып. 3. С. 47–50. EDN YLIGQP
8. Наконечный А.А., Дыдыкина А.Л., Вязьминов А.О. Влияние уровня углеводов в рационах высокопродуктивных коров на молочную продуктивность // Молочная промышленность. 2023. № 5. С. 120-123. DOI: 10.21603/1019-8946-2023-5-13.
9. Соболев Д. Т., Яромчик Я. П. Влияние уровня энергии в рационе у коров на показатели белкового обмена и формирование специфических противовирусных антител на фоне циркуляции возбудителей пневмоэнтеритов // Ветеринарный журнал Беларуси. 2023. № 1 (18). С. 55–56. EDN: ARXESO
10. Оптимизация энергетического питания у высокопродуктивных коров в транзитный период / Л. А. Морозова, И. Н. Миколайчик, В. А. Морозов, Е. Н. Булыгина // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 4 (32). С. 30–34. EDN: VBHJBE
11. Body and Milk Traits as Indicators of Dairy Cow Energy Status in Early Lactation / P. Mäntysaari, E. A. Mäntysaari, T. Kokkonen et al. // J. Dairy Sci. 2019. Vol. 102. P. 7904–7916. DOI: 10.3168/jds.2018-15792
12. Niacin Status Indicators and Their Relationship with Metabolic Parameters in Dairy Cows during Early Lactation / K. Petrović, R. Djoković, M. Cincović et al. // Animals (Basel). 2022. No 12 (12). Art. 1524. DOI: 10.3390/ani12121524
13. L-карнитин: применение в животноводстве (обзор литературы) / Л. И. Сабирзянова, А. М.

Лунегов, Г. В. Коновалова, В. В. Токарь // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2023. № 1 (57). С. 25–31. DOI: 10.24412/2074-5036-2023-1-25-31

14. Ruminal Degradation of Taurine and Its Effects on Rumen Fermentation In Vitro / S. Zhang, Q. Liang, M. Li, G. Zhao // Fermentation. 2023. Vol. 9 (1). Art. 43. DOI: 10.3390/fermentation9010043

15. Effects of a Dietary L-Carnitine Supplementation on Performance, Energy Metabolism and Recovery from Calving in Dairy Cows / M. Jennifer, S. U. Daniels, S. Grindler et al. // Animals (Basel). 2020. Vol. 10. Art. 342. DOI: 10.3390/ani10020342

16. Taurine Reprograms Mammary-Gland Metabolism and Alleviates Inflammation Induced by *Streptococcus uberis* in Mice / R. Lan, Zh. Wan, Yu. Xu [et al.] // Front. Immunol. Sec. Nutritional Immunology. 2021. Vol. 12. Art. 696101. DOI: 10.3389/fimmu.2021.696101

17. Нормы кормления крупного рогатого скота / Н. А. Попков, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук и др. Жодино, 2011. 260 с. ISBN 978-985-6895-10-7

References

1. Karpenia M.M., Guivan V.V. Milk productivity of cows when using “MEGACHANCE-I” and “MEGACHANCE-II” feed additives in the dry period // Zootechnical Science of Belarus: collection of research papers. Zhodino, 2023. Vol. 58(1). P. 212 – 219. EDN SLBPCD.
2. Veterinary and technological aspects of increasing the productivity and safety of cows: monograph / N.I. Gavrichenko, V.S. Prudnikov, R.G. Kuzmich et al. Vitebsk, 2020. 332 p. ISBN 978-985-591-106-8
3. Obtaining high-quality products in dairy farming: monograph / N.I. Gavrichenko, N.S. Motuzko, N.P. Razumovskii et al. Vitebsk, 2022. 347 p. ISBN 978-985-591-160-0
4. Invited Review: β -hydroxybutyrate Concentration in Blood and Milk and its Associations with Cow Performance / A. Benedit, C.L. Manuelian, A. Zidi et al. // Animal. 2019. Vol. 13. P. 1676-1689. DOI: 10.1017/S175173111900034X
5. Relationships Between Milk and Blood Biochemical Parameters and Metabolic Status in Dairy Cows during Lactation. Advances in Metabolic Challenges and Nutrition Research in Dairy Cows / B. Andjelić, R. Djoković, M. Cincović et al. // Metabolites. 2022. Vol. 12(8). Art. 733. DOI: 10.3390/metabo12080733
6. Podrez V.N., Karpenia M.M., Karpenia A.M. Milk productivity and hematological parameters of cows during the period of increasing the milk yield with the use of energy feed based on dry protected fat in the diet // Zootechnical Science of Belarus : collection of research papers. Zhodino, 2022. Vol. 57(2). P. 3 – 11. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-3-11
7. Sobolev D.T., Razumovskii N.P., Soboleva V.F. Parameters of protein and carbohydrate metabolism in blood serum of cows with the use in their premix diets, fortified with niacin, biotin and cyanocobalamin // Scientific Notes of the Educational Establishment “Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine”. 2018. Vol. 54, issue 3. P. 47 – 50. EDN YLIGQP
8. Nakonechnyi A.A., Dydykina A.L., Viazminov A.O. Effect of carbohydrate levels in the diets of highly productive cows on dairy productivity // Dairy Industry. 2023. No. 5. P. 120-123. DOI: 10.21603/1019-8946-2023-5-13.
9. Sobolev D.T., Yarovchik Ya.P. Influence of the level energy in the diet of cows on the characteristics of protein metabolism and the formation of specific anti-viral antibodies on the background of the circulation of pathogens causing pneumoenteritis // Veterinary Journal of Belarus. 2023. No. 1(18). P. 55 – 56. EDN: ARXESO
10. Energy nutrition optimization in high-productive cows in transit period / L.A. Morozova I.N. Miko-laichik, V.A. Morozov, E.N. Bulygina // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2019. No. 4. P. 30 – 34. EDN: VBHJBE
11. Body and Milk Traits as Indicators of Dairy Cow Energy Status in Early Lactation / P. Mäntysaari, E.A. Mäntysaari, T. Kokkonen et al. // J. Dairy Sci. 2019. Vol. 102. P. 7904 – 7916. DOI: 10.3168/jds.2018-15792.

12. Niacin Status Indicators and Their Relationship with Metabolic Parameters in Dairy Cows during Early Lactation / K. Petrović, R. Djoković, M. Cincović et al. // *Animals (Basel)*. 2022. No 12 (12). Art. 1524. DOI: 10.3390/ani12121524
13. L-carnitine: Application in Animal Husbandry (Literature Review) / L.I. Sabirzianova A.M. Lunegov, G.V. Konovalova, V.V. Tokar // *Actual questions of veterinary biology*. 2023. No. 1(57). P. 25 – 31. DOI: 10.24412/2074-5036-2023-1-25-31
14. Ruminal Degradation of Taurine and Its Effects on Rumen Fermentation In Vitro / S. Zhang, Q. Liang, M. Li, G. Zhao // *Fermentation*. 2023. Vol. 9(1). Art. 43. DOI: 10.3390/fermentation9010043
15. Effects of a Dietary L-Carnitine Supplementation on Performance, Energy Metabolism and Recovery from Calving in Dairy Cows / M. Jennifer, S. U. Daniels, S. Grindler et al. // *Animals (Basel)*. 2020. Vol. 10. Art. 342. DOI: 10.3390/ani10020342
16. Taurine Reprograms Mammary-Gland Metabolism and Alleviates Inflammation Induced by *Streptococcus uberis* in Mice / R. Lan, Zh. Wan, Yu. Xu [et al.] // *Front. Immunol. Sec. Nutritional Immunology*. 2021. Vol. 12. Art. 696101. DOI: 10.3389/fimmu.2021.696101
17. Feeding standards for cattle / N.A. Popkov, V.F. Radchikov, A.I. Sakhanchuk et al. Zhodino, 2011. 260 p. ISBN 978-985-6895-10-7

Информация об авторах

Маркевич Андрей Вацлавович, аспирант учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь, г. Витебск, e-mail: kmmsl@rambler.ru

Карпеня Михаил Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены животных учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь, г. Витебск, e-mail: e-mail: kmmsl@rambler.ru, ORCID 0000-0002-4762-676X

Information about the authors

A. V. Markevich, Postgraduate Student, Educational Institution “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, the Republic of Belarus, Vitebsk, e-mail: kmmsl@rambler.ru

M. M. Karpenia, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Hygiene, Educational Institution “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, the Republic of Belarus, Vitebsk, e-mail: kmmsl@rambler.ru, ORCID 0000-0002-4762-676X

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.02.2026; одобрена после рецензирования 16.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 10.02.2026; approved after reviewing 16.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Маркевич А. В., Карпеня М. М.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 115-127
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 115-127

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК 639.3:636.087.7
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.1.19.2026

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КАРПА И ФОРЕЛИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БЕЛКОВ КРОВИ

**Светлана Васильевна Полоз¹, Светлана Михайловна Дегтярик¹,
Инна Константиновна Голушкова¹, Ирина Ивановна Стрельченя²**

¹Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: belniirh@mail.ru;

²Республиканское научно-исследовательское дочернее унитарное предприятие «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского», г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: bievvm@bievvm.by

Аннотация. В условиях интенсификации аквакультуры одной из актуальных задач является повышение устойчивости организма рыб к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, возникающим при интенсивном выращивании. Снижение резистентности приводит к росту заболеваемости, гибели рыбы и существенным экономическим потерям, что обуславливает необходимость поиска безопасных и эффективных средств иммунокоррекции. Целью настоящего исследования явилось изучение влияния плазмы говяжьей высушенной «Actipro 75» BPS и гемоглобина говяжьего сушёного «Actipro 95» BHS на показатели резистентности карпа обыкновенного и форели радужной различных возрастных групп. Исследования проводили в течение 2025 года в условиях аквариальной РУП «Институт рыбного хозяйства» в Республике Беларусь (Минская область). Объектами исследования стали молодь и двухгодовики карпа обыкновенного и форели радужной. Белковые субстанции вводили перорально индивидуально в течение 5 дней в различных дозах. Оценку резистентности осуществляли по гематологическим и иммунобиохимическим показателям крови и сыворотки крови, включая количество эритроцитов, уровень гемоглобина, содержание общего белка, фагоцитарную активность лейкоцитов, активность β -лизинов, лизоцимную и бактерицидную активность сыворотки крови. Установлено, что исследуемые белковые субстанции не обладают токсичностью для рыб и являются безопасными в изучаемых дозах. Применение плазмы говяжьей высушенной «Actipro 75» BPS и гемоглобина говяжьего сушёного «Actipro 95» BHS способствовало достоверному повышению показателей резистентности, особенно фагоцитарной активности и активности β -лизинов, при этом наиболее выраженный эффект отмечен при применении плазмы. Определены эффективные дозы и кратность применения данных субстанций для молоди и двухгодовиков карпа обыкновенного и форели радужной, что позволяет рекомендовать их использование в аквакультуре с целью повышения устойчивости организма рыб.

Ключевые слова: аквакультура, карп обыкновенный, форель радужная, рези-

стенность, плазма крови, гемоглобин, иммунитет рыб, фагоцитарная активность, β -лизины.

Для цитирования: Полоз С.В., Дегтярик С.М., Голушкова И.К., Стрельченя И.И. Повышение резистентности карпа и форели при применении белков крови // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 115-127. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

ENHANCEMENT OF CARP AND TROUT RESISTANCE THROUGH THE USE OF BLOOD PROTEINS

Svetlana V. Poloz¹, Svetlana M. Degtiarik¹, Inna K. Golushkova¹, Irina I. Strelchenia²

¹ Republican Unitary Enterprise “Fish Industry Institute” of Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding”, Minsk, the Republic of Belarus, e-mail: belniirh@mail.ru;

²Republican Research Subsidiary Unitary Enterprise “Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vysheslesky”, Minsk, the Republic of Belarus, e-mail: bievm@bievm.by

Abstract. In the context of intensified aquaculture, one of the pressing challenges is increasing fish resistance to adverse abiotic and biotic factors arising during intensive farming. Decreased resistance leads to increased disease incidence, fish mortality, and significant economic losses, necessitating the search for safe and effective immunomodulatory agents. The aim of this research was to study the effects of “Actipro 75” BPS dried beef plasma and “Actipro 95” BHS dried beef hemoglobin on resistance parameters in common carp and rainbow trout of various age groups. The research was conducted during 2025 in the Aquarium Research and Production Unitary Enterprise of the “Fish Industry Institute”, in the Republic of Belarus (Minsk Region). Juvenile and two-year-old common carp and rainbow trout were the subjects of the study. Protein substances were administered orally to individuals for 5 days at various doses. Resistance was assessed using hematological and immunobiochemical parameters of blood and serum, including red blood cell count, hemoglobin level, total protein content, leukocyte phagocytic activity, β -lysine activity, lysozymic and serum bactericidal activity. The studied protein substances were found to be non-toxic to fish and safe at the studied doses. The use of dried beef plasma “Actipro 75” BPS and dried beef hemoglobin “Actipro 95” BHS contributed to a significant increase in resistance parameters, especially phagocytic activity and β -lysine activity, with the most pronounced effect observed with plasma. Effective doses and frequency of application of these substances for juvenile and two-year-old common carp and rainbow trout were determined, which allowed us to recommend their use in aquaculture to improve fish resistance.

Key words: aquaculture; common carp; rainbow trout; resistance; blood plasma; hemoglobin; fish immunity; phagocytic activity; β -lysins

For citation: Poloz S.V., Degtiarik S.M., Golushkova I.K., Strelchenia I.I. Enhancement of carp and trout resistance through the use of blood proteins // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 115-127. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.1.19.2026

Введение. Одной из государственных задач является наращивание производственных мощностей и увеличение объёмов получения товарной рыбы. За последние 5 лет было произведено на предприятиях рыбоводной отрасли Республики Беларусь около 12,5 тысяч тонн рыбы [1], и рост мощностей по выращиванию рыбы в стране продолжается. Это касается и традиционно выращиваемых видов карповых рыб и более дорогих видов – лососевых и осетровых. Реализация данной задачи возможна при интенсификации процессов рыбоводства с повышением эффективности имеющихся площадей. Важнейшей фундаментальной научной проблемой стало изучение процессов и механизмов формирования резистентности организма объектов аквакультуры – рыб. Регулярные обловы при весенней и осенней пересадках, искусственное кормление, удобрение прудов, изменение температурного режима могут приводить к нарушению физиологического статуса рыб. В последние годы научная база рыбоводства существенно расширилась, однако до сих пор заболевания рыб и способы их лечения изучены недостаточно [2, 3]. Рыбные хозяйства несут большие экономические потери, обусловленные гибелью рыб, снижением их плодовитости и племенной ценности, ухудшением качества рыбы и рыбной продукции. К факторам, снижающим резистентность можно отнести как абиотические (негативные факторы среды), так и биотические (возбудители инфекционных и инвазионных заболеваний) [4, 5]. Гибель пораженной рыбы может составлять 70–90 % и даже 100 % [6]. Данная проблема существует не только в Российской Федерации и Республике Беларусь, но и в других странах, занимающихся аквакультурой [7, 8]. Современное производство животноводческой продукции основано на аксиоме, что достичь максимальной продуктивности, идеальной сохранности поголовья при минимальных затратах кормов можно только при условии обеспечения оптимального кормления молоди и полноценного обеспечения питательными веществами маточного поголовья [9]. Белки крови применяются к животным с разными целями: для устранения белкового дефицита, для нормализации физиологических процессов при патологических состояниях, сопровождающихся нарушением белкового обмена (инфекционные заболевания, отравление, стресс и др.) [10]. Возможность регуляции резистентности организма рыб при введении белков крови крупного рогатого скота представляется достаточно важной, а изучение этой возможности – актуальной задачей ихтиопатологической науки.

Цель исследований – изучение возможности применения плазмы говяжьей высушенной Actipro 75 BPS и гемоглобина говяжьего сушёного Actipro 95 BHS в качестве средств, повышающих резистентность организма рыб, на примере карпа и форели радужной.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в течение 2025 года на базе аквариальной РУП «Институт рыбного хозяйства» в 28 аквариумах объёмом (V) по 67 л, в 28 группах с аэрацией и содержанием кислорода (O₂) 5 мг/л, по следующей схеме:

Плазма говяжья высушенная Actipro 75 BPS

Молодь карпа обыкновенного

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода – 3,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода – 6,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода – 12,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 0,5 см³ перорально.

Молодь форели радужной

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода – 1,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода – 2,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода – 4,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 0,5 см³ перорально.

Карп обыкновенный, двухгодовик

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода – 3,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода – 6,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода – 12,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 2,5 см³ перорально.

Форель радужная, двухгодовик

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода – 1,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода – 2,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода – 4,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ый р-р NaCl в объеме 2,5 см³ перорально.

Гемоглобин говяжий сушеный Actipro 95 BHS

Молодь карпа обыкновенного

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода – 3,2 г на 1 кг массы тела (м.т.) перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза карпу – 6,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода – 12,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 0,5 см³ перорально.

Молодь форели радужной

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода – 1,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода – 2,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода 4,8 г на – 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 0,5 см³ перорально.

Карп обыкновенный, двухгодовик

Группа № 1 (n = 1). Доза ввода – 3,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода – 6,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода – 12,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа №4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 2,5 см³ перорально.

Форель радужная двухгодовик

Группа № 1 (n = 10). Доза ввода 1,2 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 2 (n = 10). Доза ввода 2,4 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 3 (n = 10). Доза ввода 4,8 г на 1 кг м.т. перорально индивидуально.
Группа № 4 (n = 10) – контрольная. Ввод 0,9%-ный р-р NaCl в объеме 2,5 см³ перорально.

Гемоглобин говяжий сушёный Actipro 95 и плазма говяжья сушёная Actipro 75
предоставлен компанией ООО «Ветэко» (Республика Беларусь).

Сухой гемоглобин представляет собой красно-коричневый мелкодисперсный, легкосыпучий порошок, получаемый путём специальной аэрозольной сушки красных клеток крови крупного рогатого скота (рисунок 1).



Рисунок 1. Гемоглобин говяжий сушёный Actipro 95 BHS

Figure 1. Dried beef hemoglobin Actipro 95 BHS

Гемоглобин говяжий сушёный Actipro 95 BHS, в отличие от цельной сухой крови, хорошо растворим в воде и обладает характерным для крови вкусом и нейтральным запахом. Водный раствор сухого гемоглобина (10 %) имеет щелочную реакцию среды ($\text{pH} = 8,5$), а плотность сухого порошка составляет $0,6 \text{ кг/м}^3$ [11].

Технологический процесс производства сухого гемоглобина начинается с его концентрирования методом выпаривания в специальной вакуумной среде. Далее распылительная сушка осуществляется при контролируемых параметрах (180°C входная $^\circ\text{t}$ - 80°C выходная $^\circ\text{t}$), что обеспечивает уничтожение (полную деактивацию) вирусов или бактерий на 100 % и гарантированное полное отсутствие патогенных микроорганизмов.

Плазма говяжья высушенная Actipro 75 BPS (рисунок 2). Аэрозольная сушка плазмы крови после её сепарирования, как правило, осуществляется в щадящих режимах при минимальной концентрации углеводов и липидов в своём составе. Это практически полностью исключает разрушение белков и участие их в реакциях мелаидинообразования, формирующих нерастворимые, плохопереваримые белковые комплексы. Она содержит α -, β - и γ -глобулины, церулоплазмин, фибриноген, фибрин, гаптоглобулины, комплемент, цитокины, ростовые факторы. Такая разнообразная направленность функциональных свойств белков плазмы и сочетание её с высоким уровнем максимально переваримого протеина (более 70 %) превращает её в мощный регулятор иммунных процессов на уровне желудочно-кишечного тракта [9, 12]. Плазму получают путём центрифугирования, концентрации, НАТ-пастеризации (пастеризации на протяжении 10 минут при температуре 48°C в высоко щелочной среде $\text{pH} = 10,2$) и специальной щадящей аэрозольной сушке [13, 14]. Готовый продукт соответствует требованиям по показателям безопасности. Срок хранения 12 месяцев.



Рисунок 2. Плазма говяжья высушенная Actipro 75 BPS

Figure 2. Dried beef plasma Actipro 75 BPS

Для исследований две белковые субстанции, полученные из крови КРС, в форме порошка перед применением развели дистиллированной водой из расчёта 1,0–3,0 см³ на одну дозу.

Проведение отбора крови осуществляли через 5 дней.

В крови определяли эритроциты, гемоглобин, фагоцитарную активность лейкоцитов, в сыворотке крови – общий белок, лизоцимную и бактерицидную активность, β -лизины [19, 20, 21].

В период проведения эксперимента рыбу не кормили.

Вес молоди карпа составлял 56 $\pm$ 4 г, молоди форели – 43 $\pm$ 2,5 г, вес двухгодовика карпа – 430 $\pm$ 48 г, двухгодовика форели – 270 $\pm$ 24 г.

Результаты исследований и их обсуждение. Токсикологические исследования плазмы и гемоглобина для рыб показали, что они не классифицируются как опасные вещества, являются практически не токсичными и безвредными [15, 16, 17, 18].

Далее представлены результаты изучения влияния плазмы говяжьей высушенной Actipro 75 BPS и гемоглобина говяжьего сушёного Actipro 95 BHS на показатели резистентности молоди и двухгодовика карпа обыкновенного и форели радужной.

Плазма говяжья высушенная «Actipro 75» BPS

Молодь карпа и форели радужной

Исследования показали, что у молоди карпа на фоне применения плазмы курсом 5 дней перорально индивидуально в дозах 3,2; 6,4 и 12,8 г на 1 кг массы тела рыбы происходит достоверное увеличение количества эритроцитов на 17,6 %, уровня гемоглобина – на 20,4 %, общего белка – на 32,6 %, фагоцитарной активности – на 46,3 %, активности бета-лизинов – на 38,8 % при применении дозы 6,4 г на 1 кг м.т. Ещё большее увеличение фагоцитарной активности (на 52 %) и активности бета-лизинов (на 54,1 %) происходит у молоди карпа при применении дозы 12,8 г на 1 кг м.т.

У молоди форели радужной применение плазмы в дозе 1,2 г на кг м.т. приводит к достоверному увеличению активности бета-лизинов на 57,9 %, в дозе 2,4 г на кг м.т. – к достоверному увеличению уровня гемоглобина на 12,5 %, фагоцитарной активности – на 39,7 %, активности бета-лизинов – на 61,1 %, в дозе 4,8 г на кг м.т. – на 14,4; 43,8 и 62,8 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1

Показатели резистентности молоди карпа и форели
на фоне применения плазмы курсом 5 дней перорально индивидуально

Table 1

Resistance parameters of juvenile carp and trout treated with plasma orally for 5 days, individually

Группа	Молодь карпа обыкновенного				
	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	ФА, %	β -лизины, %
1	1,4 $\pm$ 0,18	56,3 $\pm$ 4,33	11,53 $\pm$ 2,45	37,3 $\pm$ 5,41	18,9 $\pm$ 1,5
2	1,7 $\pm$ 0,06*	64,2 $\pm$ 4,97*	15,43 $\pm$ 0,95*	51,2 $\pm$ 3,02*	27,6 $\pm$ 2,93*
3	1,4 $\pm$ 0,16	56,8 $\pm$ 5,27	12,0 $\pm$ 1,04	57,3 $\pm$ 4,1*	36,83 $\pm$ 5,16*
4	1,1 $\pm$ 0,09	51,1 $\pm$ 3,01	10,4 $\pm$ 1,93	27,5 $\pm$ 1,93	16,9 $\pm$ 1,61

Молодь форели радужной					
1	1,5±0,09	127,3±5,65	16,0±1,96	41,7±5,22	29,0±2,71*
2	1,4±0,14	138,0±2,48*	17,8±1,09	48,8±5,04*	31,4±3,02*
3	1,6±0,19	141,0±1,98*	18,7±0,93	52,3±5,36*	32,8±4,19*
4	1,3±0,11	120,7±6,59	15,5±4,98	29,4±5,35	12,2±0,8
Примечание – группа № 1 – доза ввода карпу 3,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода карпу 6,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода карпу 12,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 1,5 см ³ перорально; группа № 1 – доза ввода форели 1,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода форели 2,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода форели 4,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 1,5 см ³ перорально; * p < 0,05					

Двухгодовик карпа и форели радужной

Изучение показателей крови и сыворотки крови двухгодовиков карпа на фоне применения сухой плазмы курсом 5 дней перорально индивидуально в дозах 3,2; 6,4 и 12,8 г на 1 кг массы тела показали, что у карпа достоверное увеличение фагоцитарной активности на 42,2 % происходит при применении плазмы в дозе 3,2 г на 1 кг м.т. Увеличение на 34,7 % уровня гемоглобина, а на 50,3 % фагоцитарной активности происходит при применении дозы 6,4 г на 1 кг м.т. Применение плазмы в дозе 12,8 г на 1 кг м.т. приводит к росту фагоцитарной активности лейкоцитов крови карпа на 52,8 %.

Аналогичные показатели резистентности отмечали у форели радужной. Так, применение плазмы в дозе 1,2 г на кг м.т. приводит к достоверному увеличению количества эритроцитов на 27,8 %, уровня гемоглобина – на 10,2 %, фагоцитарной активности – на 52,6 %, применение плазмы в дозе 2,4 г на кг м.т. – на 35; 14,9 и 59 % соответственно. Применение плазмы в дозе 4,8 г на кг м.т. приводит к достоверному увеличению большего числа показателей устойчивости организма форели радужной. При этом отмечали достоверный рост количества эритроцитов на 35 %, уровня гемоглобина – на 16,9 %, фагоцитарной активности – на 62,6 % и активности бета-лизинов – на 51 % (таблица 2).

Таблица 2

Показатели резистентности двухгодовика карпа и форели
на фоне применения плазмы курсом 5 дней перорально индивидуально

Table 2

Resistance parameters of two-year-old carp and trout treated
with plasma orally for 5 days, individually

Группа	Карп обыкновенный					
	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	ФА, %	β-лизины, %	ЛАСК
1	1,3±0,22	104,9±5,1	8,7±0,59	28,7±3,04*	10,5±0,54	14,7±0,66
2	1,6±0,21	134,4±6,6*	9,5±1,99	33,4±5,1*	15,6±3,37	16,9±0,53
3	1,4±0,31	98,6±10,52	8,6±0,98	35,2±6,58*	17,1±1,63	17,5±1,61
4	1,1±0,06	87,7±7,71	8,4±1,5	16,6±3,66	9,4±0,62	14,4±2,74
Форель радужная						
1	1,8±0,13*	119,1±3,5*	12,6±0,92	46,8±6,33*	26,1±3,34	28,3±3,32
2	2,0±0,76*	125,5±2,69*	13,1±0,76	54,2±5,24*	30,0±3,04	32,1±3,74
3	2,0±0,17*	128,5±2,95*	13,9±1,43	59,3±3,27*	38,4±4,66*	55,0±3,36
4	1,3±0,14	106,8±2,14	10,1±0,55	22,2±2,4	18,8±1,69	17,8±1,16
Примечание – группа № 1 – доза ввода карпу 3,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода карпу 6,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода карпу 12,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 2,5 см ³ перорально; группа № 1 – доза ввода форели 1,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода форели 2,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода форели 4,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 2,5 см ³ перорально; * p < 0,05						

Гемоглобин говяжий сушеный Actipro 95 BHS

Молодь карпа и форели радужной

Результаты исследований показателей резистентности молоди карпа обыкновенного на фоне применения гемоглобина курсом 5 дней перорально индивидуально в дозах 3,2; 6,4 г и 12,8 г на 1 кг массы тела рыбы показали, что достоверное увеличение уровня фагоцитарной активности на 27,7 % и активности бета-лизинов на 37,2 % происходит у молоди карпа при применении дозы 6,4 г на 1 кг м.т. У молоди форели радужной наблюдали тенденцию к увеличению показателей резистентности при применении дозы 12,8 г на 1 кг м.т. (таблица 3).

Таблица 3

Показатели резистентности молоди карпа и форели
на фоне применения гемоглобина курсом 5 дней перорально индивидуально

Table 3

Resistance parameters of juvenile carp and trout after a 5-day course of oral hemoglobin administration, individually

Группа	Молодь карпа обыкновенного				
	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	ФА, %	β-лизины, %
1	1,1±0,13	59,0±5,76	10,73±2,27	28,5±4,38	18,9±0,87
2	1,2±0,24	60,0±3,79	11,73±1,42	31,0±4,46	19,1±1,03
3	1,3±0,29	59,6±5,14	11,7±1,76	37,5±4,04*	26,9±2,16*
4	1,1±0,09	51,1±3,01	10,4±1,93	27,1±1,93	16,9±1,61
Молодь форели радужной					
1	1,3±0,09	127,3±3,53	15,7±0,51	33,7±3,11	14,8±1,1
2	1,4±0,12	129,7±3,4	16,5±0,99	34,8±2,89	18,8±3,41
3	1,4±0,14	132,0±3,61	18,2±1,02	38,0±3,2	17,0±1,58
4	1,3±0,11	120,67±6,59	15,5±4,98	29,4±5,35	12,2±0,8

Примечание – группа № 1 – доза ввода карпу 3,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода карпу 6,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода карпу 12,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 1,5 см³ перорально; группа № 1 – доза ввода форели 1,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода форели 2,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода форели 4,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 1,5 см³ перорально; * p < 0,05

Двухгодовик карпа и форели радужной

Изучение показателей крови и сыворотки крови двухгодовиков карпа и форели на фоне применения гемоглобина курсом 5 дней перорально индивидуально в дозах 3,2; 6,4 г и 12,8 г на 1 кг массы тела карпа и в дозах 1,2; 2,4 и 4,8 г на 1 кг м.т. форели показали, что у карпа достоверное увеличение уровня эритроцитов на 36,4 % происходит при применении дозы 6,4 г на 1 кг м.т., увеличение фагоцитарной активности на 37,2 % – при применении дозы 12,8 г на 1 кг м.т.; у форели достоверное увеличение фагоцитарной активности на 36,5 % наблюдалось при применении дозы 4,8 г на 1 кг м.т. (таблица 4).

Таблица 4

Показатели резистентности двухгодовика карпа и форели
на фоне применения гемоглобина курсом 5 дней перорально индивидуально

Table 4

Resistance parameters of two-year-old carp and trout after a 5-day course of oral hemoglobin administration, individually

Группа	Карп обыкновенный					
	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	ФА, %	β-лизины, %	ЛАСК, %
1	1,2±0,11	109,4±3,1	9,4±1,78	19,5±2,55	9,6±1,49	15,0±2,38
2	1,5±0,11*	120,0±23,4	9,5±1,0	25,2±1,7	9,7±1,47	15,5±1,68
3	1,6±0,22	116,0±23,86	10,8±2,06	26,3±4,15*	10,2±0,53	17,2±1,9
4	1,1±0,06	87,7±7,71	8,4±1,5	16,6±3,66	9,4±0,62	14,4±2,74
Форель радужная						
1	1,4±0,23	110,8±2,42	9,5±0,35	24,7±2,58	22,7±1,83	19,8±1,56
2	1,4±0,17	118,3±3,71	10,9±0,5	28,7±3,5	23,9±2,8	24,7±1,82
3	1,5±0,14	123,8±4,45	11,1±0,51	30,3±2,7*	26,2±1,4	27,8±3,33
4	1,3±0,14	106,8±2,14	10,1±0,55	22,2±2,4	18,8±1,69	17,8±1,16

Примечание – группа № 1 – доза ввода карпу 3,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода карпу 6,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода карпу 12,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 2,5 см³ перорально; группа № 1 – доза ввода форели 1,2 г на 1 кг м.т.; группа № 2 – доза ввода форели 2,4 г на 1 кг м.т.; группа № 3 – доза ввода форели 4,8 г на 1 кг м.т.; группа № 4 – 0,9 % NaCl 2,5 см³ перорально; * p < 0,05

Закключение. Результаты исследований показали, что плазма говяжья высушенная Actipro 75 BPS и гемоглобин говяжий сушёный Actipro 95 BHS могут быть использованы для повышения устойчивости организма рыб. Установлено, что исследованные плазма говяжья высушенная Actipro 75 и гемоглобин говяжий сушёный Actipro 95 не классифицируются как опасные вещества и по показателю острой токсичности для рыб являются практически не токсичными. Выяснено, что плазма и гемоглобин безвредны в изучаемых дозах, то есть риск причинения вреда здоровью рыб в результате их применения отсутствует.

На основании результатов выполненных исследований подобраны эффективные дозы и определена кратность применения плазмы говяжьей высушенной Actipro 75 и гемоглобина говяжьего сушёного Actipro 95 для молоди и двухгодовиков карпа обыкновенного и форели радужной с целью повышения их устойчивости (таблица 5).

Данные белки – плазма говяжья высушенная Actipro 75 и гемоглобин говяжий сушёный Actipro 95 – можно вводить в любой период для повышения резистентности рыб (при необходимости снизить влияние негативных факторов среды, стресса, например, при выходе из зимовки или антигенном прессе паразитов и патогенов в комплексе лечебно-профилактических мероприятий).

Следует отметить, что вопрос продолжительности пролонгированного действия применяемых кормовых добавок требует дополнительного изучения. Установление временных параметров их эффективности представляет практический интерес для оптимизации технологических схем выращивания рыб и планирования повторного применения препаратов, что может стать предметом дальнейших исследований.

Таблица 5

Результаты изучения возможности применения плазмы и гемоглобина для повышения устойчивости карпа обыкновенного и форели радужной (показаны наиболее эффективные дозы и кратность)

Table 5

Results of a study on the potential use of plasma and hemoglobin to increase the resistance of a common carp and a rainbow trout (the most effective doses and administration frequency are shown)

Вид и возрастная группа рыб	Доза	Курс применения	Способ введения
Гемоглобин говяжий сушеный «Actipro 95» BPS			
Карп обыкновенный, молодь	12,8 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально
Карп обыкновенный, двухгодовик	12,8 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально
Форель радужная, двухгодовик	4,8 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально
Плазма говяжья высушенная «Actipro 75» BHS			
Карп обыкновенный, молодь	6,4–12,8 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально
Карп обыкновенный, двухгодовик	6,4 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально
Форель радужная, молодь	2,4 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально
Форель радужная, двухгодовик	1,2–4,8 г на 1 кг м.т.	1 раз в день 5 дней	Перорально

Список источников

1. Агеец В. Ю., Костоусов В. Г., Марцупь О. Н. О результатах рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь за 2021 год // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Минск, 2022. Вып. 38. С. 7–20. DOI: 10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-7-20
2. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 / FAO. Rome: FAO, 2024. 264 p. ISBN 978-92-5-138763-4
3. Wang Y., Li J., Li X. Dietary protein level affects immune response and disease resistance in Nile tilapia // Aquaculture Research. 2020. Vol. 51, № 7. P. 2669–2678. DOI: 10.1111/are.14573
4. Oliveira R. F., Teles M. Immunity in fish: mechanisms, regulation and practical implications // Annual Review of Animal Biosciences. 2019. Vol. 7. P. 447–469. DOI: 10.1146/annurev-animal-020518-115316
5. Innovative feeds and feeding strategies for sustainable aquaculture / J. Pérez-Sánchez et al. // Reviews in Aquaculture. 2021. Vol. 13, № 2. P. 286–316. DOI: 10.1111/raq.12415
6. Агеец В. Ю., Дегтярик С. М. Ихтиопатология сегодня и завтра // Вопросы рыбного хозяйства. Минск, 2014. Вып. 30. С. 75–87. EDN: VDHNND
7. Гаркави Л. Х., Квакина Е. Б., Уколова М. А. Адаптационные реакции и резистентность организма : монография. Ростов-на-Дону, 1977. 120 с.
8. Magnadóttir B. Immunological control and the benefits of immunostimulation in fish // Fish & Shellfish Immunology. 2018. Vol. 87. P. 176–192. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.08.009

9. Dawood M. A. O., Koshio S. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review // *Fish Physiology and Biochemistry*. 2019. Vol. 45, № 1. P. 13–50. DOI: 10.1007/s10695-018-0599-5
10. Hoseinifar S. H., Sun Y.-Z., Wang A., Zhou Z. Probiotics as means of disease control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives // *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. Art. 2429. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02429
11. Кошак Ж., Гадлевская Н., Кошак А. Сухой гемоглобин в комбикормах для радужной форели // *Комбикорма*. 2017. № 7-8. С. 55–57. EDN: ZBEUNB
12. Terova G., Rimoldi S. Feed additives and innate immune responses in fish // *Reviews in Aquaculture*. 2021. Vol. 13, № 4. P. 275–301. DOI: 10.1111/raq.12466
13. Петрушенко Ю., Гусейнов С. Плазма крови вместо рыбной муки // *Животноводство России*. 2010. № 3. С. 35-36. EDN: RIYHUD
14. The impact of porcine spray-dried plasma protein and dried egg protein harvested from hyper-immunized hens, provided in the presence or absence of subtherapeutic levels of antibiotics in the feed, on growth and indicators of intestinal function and physiology of nursery pigs / L.A. Ruckman, A.L. Petry, S.A. Gould, J.F. Patience // *Transl. Anim. Sci.* 2020. Vol. 4. P. 1–16. DOI: 10.1093/tas/txaa095
15. Оценка устойчивости рыб к заражению паразитами при стрессовом воздействии и определение показателей резистентности (экспериментальное исследование) / С. В. Полоз, С. М. Дегтярик, Г. В. Слободническая, И. И. Стрельчяня // *Экология и животный мир*. 2024. № 1. С. 28–33. EDN: QTDTPS
16. Hoseinifar S. H., Sun Y.-Z., Wang A. Functional feed additives and fish immunity: a review // *Reviews in Aquaculture*. 2018. Vol. 10, № 3. P. 774–789. DOI: 10.1111/raq.12193
17. Austin B., Austin D. A. *Bacterial Fish Pathogens : Disease of Farmed and Wild Fish*. Cham : Springer, 2016. 602 p. ISBN978-3-319-32674-0
18. Decamp O., Sunyer J. O. Mechanisms of fish innate immunity and immunomodulation by immunostimulants // *Fish & Shellfish Immunology*. 2019. Vol. 87. P. 737–747. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.12.021
19. Resistant capabilities of the Sterlet (5. *Acipenser Ruthenus*) in modeling the impact of stress factors in the form of increasing the temperature of the aquatic environment, decreasing oxygen in the aquatic environment and crowding / A. Kurbanov, J. Nomonov, N. Titova [et al.] // *Naturalista Comapano*. 2024. Vol. 28, № 1. P. 1066–1076. ISSN: 1827-7160
20. Мартемьянов В. И. Закономерности изменения уровня натрия в плазме и эритроцитах пресноводных рыб при стрессе // *Вопросы ихтиологии*. 2013. Т. 53, № 2. С. 222. DOI 10.7868/S0042875213020094
21. Копоть О. В., Свиридова А. П., Поплавская С. Л. Использование комплекса биологически активных веществ как фактор повышения естественной резистентности организма животных // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. Гродно*, 2005. Т. 42. С. 144–147. EDN YSWIZV

References

1. Ageets V. Yu., Kostousov V. G., Martsul O. N. On the results of fisheries activities in the Republic of Belarus for 2021 // *Issues of Fisheries in Belarus*. Minsk, 2022. Issue 38. P. 7–20. DOI: 10.47612/978-985-880-000000-0-2022-38-7-20
2. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024* / FAO. Rome: FAO, 2024. 264 p. ISBN 978-92-5-138763-4
3. Wang Y., Li J., Li X. Dietary protein level affects immune response and disease resistance in Nile tilapia // *Aquaculture Research*. 2020. Vol. 51, No. 7, P. 2669–2678. DOI: 10.1111/are.14573
4. Oliveira R. F., Teles M. Immunity in fish: mechanisms, regulation and practical implications // *Annual Review of Animal Biosciences*. 2019. Vol. 7. P. 447–469. DOI: 10.1146/annurev-animal-020518-115316
5. Innovative feeds and feeding strategies for sustainable aquaculture / J. Pérez-Sánchez et al. // *Reviews in Aquaculture*. 2021. Vol. 13, No. 2. P. 286–316. DOI: 10.1111/raq.12415

6. Ageets V. Yu., Degtiarik S. M. Ichthyopathology Today and Tomorrow // Issues in Fisheries. Minsk, 2014. Vol. 30. P. 75–87. EDN: VDHND
7. Garkavi L. Kh., Kvakina E. B., Ukolova M. A. Adaptation reactions and resistance of the organism: monograph. Rostov-on-Don, 1977. 120 p.
8. Magnadóttir B. Immunological control and the benefits of immunostimulation in fish // Fish & Shellfish Immunology. 2018. Vol. 87. P. 176–192. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.08.009
9. Dawood M. A. O., Koshio S. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review // Fish Physiology and Biochemistry. 2019. Vol. 45, No. 1. P. 13–50. DOI: 10.1007/s10695-018-0599-5
10. Hoseinifar S. H., Sun Y.-Z., Wang A., Zhou Z. Probiotics as means of disease control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives // Frontiers in Microbiology. 2018. Vol. 9. Art. 2429. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02429
11. Koshak Zh., Gadlevskaia N., Koshak A. Dry hemoglobin in compound feed for rainbow trout // Kombikorma. 2017. No. 7-8. P. 55–57. EDN: ZBEUNB
12. Terova G., Rimoldi S. Feed additives and innate immune responses in fish // Reviews in Aquaculture. 2021. Vol. 13, No. 4. P. 275–301. DOI: 10.1111/raq.12466
13. Petrushenko Yu., Guseinov S. Blood plasma instead of fish meal // Animal Husbandry of Russia. 2010. No. 3. P. 35–36. EDN: RIYHUD
14. The impact of porcine spray-dried plasma protein and dried egg protein harvested from hyper-immunized hens, provided in the presence or absence of subtherapeutic levels of antibiotics in the feed, on growth and indicators of intestinal function and physiology of nursery pigs / L.A. Ruckman, A.L. Petry, S.A. Gould, J.F. Patience // Transl. Anim. Sci. 2020. Vol. 4. P. 1–16. DOI: 10.1093/tas/txaa095
15. Evaluation of fish resistance to parasite infestation under stress and determination of resistance indicators (experimental study) / S. V. Poloz, S. M. Degtiarik, G. V. Slobodnitskaia, I. I. Strelchenia // Ecology and Animal World. 2024. No. 1. P. 28–33. EDN: QTDTPS
16. Hoseinifar S. H., Sun Y.-Z., Wang A. Functional feed additives and fish immunity: a review // Reviews in Aquaculture. 2018. Vol. 10, No. 3. P. 774–789. DOI: 10.1111/raq.12193
17. Austin B., Austin D. A. Bacterial Fish Pathogens: Disease of Farmed and Wild Fish. Cham: Springer, 2016. 602 p. ISBN978-3-319-32674-0
18. Decamp O., Sunyer J. O. Mechanisms of fish innate immunity and immunomodulation by immunostimulants // Fish & Shellfish Immunology. 2019. Vol. 87. P. 737–747. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.12.021
19. Resistant capabilities of the Sterlet (5. Acipenser Ruthenus) in modeling the impact of stress factors in the form of increasing the temperature of the aquatic environment, decreasing oxygen in the aquatic environment, and crowding / A. Kurbanov, J. Nomonov, N. Titova [et al.] // Naturalista Comapano. 2024. Vol. 28, No. 1. P. 1066–1076. ISSN: 1827-7160
20. Martemianov V. I. Patterns of changes in sodium levels in plasma and erythrocytes of freshwater fish under stress // Journal of Ichthyology. 2013. Vol. 53, No. 2. P. 222. DOI 10.7868/S0042875213020094
21. Kopot O. V., Sviridova A. P., Poplavskaia S. L. Use of a complex of biologically active substances as a factor in increasing the natural resistance of animals // Agriculture – Problems and Prospects: Collection of scientific papers. Grodno, 2005. Vol. 42. P. 144–147. EDN YSWIZV

Информация об авторах

Полоз Светлана Васильевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, ведущий научный сотрудник РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Республика Беларусь. E-mail: lana.poloz@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6722-3573

Дегтярик Светлана Михайловна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-

практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Республика Беларусь. E-mail: lavrushnek@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6722-3573
Голушкова Инна Константиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела маркетинга и НТИ РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Республика Беларусь. E-mail: domryb2026@mail.ru, ORCID: 0009-0004-6475-1388

Стрельченя Ирина Ивановна, кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующая отделом клеточных биотехнологий РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского», Минск, Беларусь. E-mail: irinastrelchenya@bk.ru, ORCID: 0009-0008-4441-253X

Information about the authors

S. V. Poloz, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Republican Unitary Enterprise “Fish Industry Institute” of Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding”, Minsk, the Republic of Belarus. E-mail: lana.poloz@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6722-3573

S. M. Degtiarik, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Fish Diseases, Republican Unitary Enterprise “Fish Industry Institute” of Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding”, Minsk, the Republic of Belarus. E-mail: lavrushnek@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6722-3573

I. K. Golushkova, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Marketing and STI Department, Republican Unitary Enterprise “Fish Industry Institute” of Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding”, Minsk, the Republic of Belarus. E-mail: domryb2026@mail.ru, ORCID: 0009-0004-6475-1388

I. I. Strelchenia, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Cellular Biotechnologies, Republican Unitary Enterprise “Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vyshellessky”, Minsk, the Republic of Belarus. E-mail: irinastrelchenya@bk.ru, ORCID: 0009-0008-4441-253X

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.02.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 16.02.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 128-135
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 128-135

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.4.087.7:636.4.064.6

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.1.19.2026

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «СВИТФИТ»

Елена Александровна Пшеничная, Алексей Анатольевич Белооков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Троицк, e-mail: tvi_@mail.ru

Аннотация. В настоящее время к комбикормовой промышленности предъявляются значительные требования по производству высококачественных комбикормов для поросят-отъемышей, которые должны быть сбалансированы по питательности, протеину, углеводам, а также минеральным веществам и витаминам. Поросята-отъемыши – это молодняк, отнятый от свиноматки в определенном возрасте. В нашем производственном опыте это 21-дневные поросята, считающиеся отъемышами до 4-месячного возраста. Собственно, это время является переходным периодом, оказывающим влияние на формирование и дальнейшее развитие поросят. Именно в это время у поросенка еще до конца не сформировалась пищеварительная система. Исходя, из вышеизложенного, целью было изучить продуктивность поросят-отъемышей при применении в комбикорме кормовой добавки «СвитФит». Исследования проведены в 2024 году на базе ООО Агрофирма «Ариант» п. Красногорский Еманжелинского района Челябинской области. В статье представлены результаты исследований по апробации новой кормовой добавки «СвитФит» в кормлении поросят-отъемышей и влияние ее на прирост живой массы. В ходе научно-хозяйственного опыта установлено, что поедаемость животными комбикорма с включением в его состав кормовой добавки «СвитФит» оказалась выше на 9,0–13,0 % в зависимости от возраста молодняка, в сравнении с аналогами контрольной группы. Живая масса молодняка при снятии с эксперимента в опытной группе на 9,9 % превышала контроль. Абсолютный прирост живой массы в опытной группе составил 37,82 кг, а в контрольной – 33,4 кг. Разница насчитывала 4,42 кг, или 13,2 %. Таким образом, применение кормовой добавки «СвитФит» в кормлении молодняка свиней является дополнительным резервом увеличения мясной продуктивности животных.

Ключевые слова: комбикорм, стевиозид, поросята-отъемыши, кормовая добавка, абсолютный прирост, среднесуточный прирост.

Для цитирования: Пшеничная Е. А., Белооков А. А. Продуктивность поросят-отъемышей при использовании в рационе кормовой добавки «СвитФит» // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 128-135.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.1.19.2026

PRODUCTIVITY OF WEANED PIGLETS WHEN USING “SWEETFIT” FEED ADDITIVE IN THEIR DIET

Elena A. Pshenichnaia, Aleksei A. Belookov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Agrarian University”, Russia, Troitsk, e-mail: tvi_@mail.ru

Abstract. Currently, the compound feed industry faces significant requirements for the production of high-quality compound feeds for weaned piglets, which must be balanced in terms of nutrition, protein, carbohydrates, as well as minerals and vitamins. Weaned piglets are young animals weaned from a sow at a certain age. In our production experiment, these are 21-day-old piglets that are considered as weaned until the age of four months. Actually, this time is a transitional period that affects the formation and further development of piglets, and it is at this time that the piglet has not yet fully developed its digestive system. Based on the above, the goal was to study the productivity of weaned piglets when using “SweetFit” feed additive in compound feed. The study was conducted in 2024 at “Ariant” Agricultural Firm LLC in Krasnogorsky, Yemanzhelinsky District, Chelyabinsk Region. This article presents the results of testing the new feed additive “SweetFit” in weaned piglets and its effect on live weight gain. During the scientific and production experiment, it was found that the animal consumption of compound feed with “SweetFit” feed additive was higher – by 9,0-13,0 %, depending on the age of the young animals, compared to similar feed in the control group. The live weight of young animals at withdrawal from the experiment was 9,9% higher in the experimental group than in the control group. The absolute live weight gain in the experimental group was 37,82 kg, while in the control group it was 33,4 kg; the difference was 4,42 kg or 13,2%. Thus, the use of the feed additive “SweetFit” in feeding young pigs is an additional reserve for increasing the meat productivity of animals.

Keywords: compound feed, stevioside, weaned piglets, feed additive, absolute gain, average daily gain.

For citation: Pshenichnaia E.A., Belookov A.A. Productivity of weaned piglets when using “SweetFit” feed additive in their diet // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 128-135. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.1.19.2026

Введение. Основное значение в кормлении растущих поросят имеют оптимальный уровень кормления и сочетание компонентов в составе комбикорма, не только обеспечивающих рост животных, но и улучшающих качество мяса и жировой ткани [1–3].

В настоящее время большинство хозяйств нашей страны, а также за рубежом успешно проводят отъём поросят в 26, 21, 18 и даже 10 дней, что позволяет получить за один год два и даже в некоторых случаях три опороса на одну свиноматку [2–6].

Для выращивания поросят-отъемышей необходимо позаботиться о наличии полноценных комбикормов [11–15], которые должны включать в себя муку животного происхождения (обезжиренную рыбную и мясную), высокоэнергетические корма (овёс без пленок, пшеницу, кукурузу), шроты (соевый, подсолнечный) и молочные продукты (сухие, обезжиренные молоко и сыворотку). Легкоусвояемые углеводы (сахар) и стабилизированные животные жиры служат дополнительным источником энергии, а кормовые добавки оказывают положительное влияние на рост и развитие поросят [5–10].

Цель исследований – оценить качество комбикорма для поросят-отъемышей с влечением в его состав вкусовой кормовой добавки «СвитФит», изучить влияние кормовой добавки на поедаемость комбикорма и продуктивность молодняка.

Материал и методы исследований. Кормовая добавка «СвитФит» является натуральным подсластителем российского производства, придающим готовому комбикорму притягательный вкус и аромат. В состав кормовой добавки (в 100 г) входят в качестве действующих веществ: натрия сахарин – 50 %, ванилин – 3 %, декстроза – 47 %.

Исследования проведены в 2024 году на базе ООО Агрофирма «Ариант» п. Красногорский Еманжелинского района Челябинской области.

Для проведения научно-хозяйственного опыта сформировали 2 группы поросят-отъемышей промышленного стада в возрасте 21 сутки по 20 голов в каждой. Первая группа – контрольная – получала основной рацион (комбикорм), принятый в хозяйстве в зависимости от возраста поросят (СК-3, СК-4, СК-6). Вторая группа – опытная – получала комбикорм (СК-3, СК-4, СК-6), в состав которого дополнительно включили подсластитель «СвитФит» 0,6 кг/т корма. Все поросята находились в одинаковых условиях содержания и обслуживались одним персоналом.

Научно-хозяйственный опыт проводили до достижения поросятами 4-месячного возраста. В ходе наших исследований осуществлялась оценка качества комбикорма на соответствие требованиям ГОСТ Р 51899-2002, крошимость гранул комбикорма – по ГОСТ 28497-2014, содержание влаги – по ГОСТ Р 57059-2016, рост и развитие поросят-отъемышей – по общепринятым методикам. Путем индивидуального взвешивания, по результатам которого вычисляли живую массу, рассчитывали абсолютный и среднесуточный приросты живой массы [13].

Статистическую обработку полученных результатов проводили общепринятым методом вариационной статистики с использованием разработанной программной таблицы в среде Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Компания ООО Агрофирма «Ариант» – это крупнейший агропромышленный холдинг в Уральском федеральном округе, являющийся лидером по производству мясной продукции. В основу деятельности компании положен принцип замкнутого производственного цикла, включающего собственные сегменты на всех этапах – от кормов для животных и сырьевой базы до переработки сельскохозяйственной продукции и собственной сети фирменных магазинов.

В таблице 1 представлен примерный состав комбикорма для поросят-отъемышей, производимый на ООО Агрофирма «Ариант» с применением кормовой добавки «СвитФит».

Таблица 1

Состав комбикорма для поросят-отъемышей

Table 1

Composition of compound feed for weaned piglets

Ингредиент	Количество, кг
Пшеница	450,0
Ячмень	250,0
Шрот соевый	200,0
Мука рыбная	30,0
Спектолак экстра	19,4
Масло подсолнечное	23,0
Лизин-метионин-треонин-триптофан-валин	10,0
Соль экстра	4,0
Монокальций фосфат	13,0
«СвитФид»	0,6
Итого:	1 000

Основу комбикорма составляли злаки пшеница и ячмень. В состав также входили шрот, рыбная мука, микроэлементы, аминокислоты, спектолак экстра и предложенный нами усилитель вкуса «СвитФит» в дозе 0,6 кг/т корма.

Оценка качества гранулированного комбикорма с кормовой добавкой «СвитФит», производимого ООО Агрофирма «Ариант», предназначенного для поросят-отъемышей, представлена в таблице 2.

Таблица 2

Оценка качества гранулированного комбикорма с вкусовой кормовой добавкой «СвитФит»

Table 2

Evaluation of the quality of granular compound feed with “SweetFit” flavor feed additive

Показатель	ГОСТ Р 51899-2002. Комбикорма гранулированные. Общие ТУ	Комбикорм с вкусовой кормовой добавкой «СвитФит»
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы с глянцевой или матовой поверхностью, без трещин	Гранулы цилиндрической формы с матовой поверхностью, без трещин
Цвет	Соответствующий цвету рассыпного комбикорма, из которого готовят гранулы, или темнее. При вводе в комбикорм мелассы цвет гранул – от светло-коричневого до темно-коричневого, при вводе красителей – цвет соответствующего красителя	Светло-коричневого цвета, соответствующий цвету рассыпного комбикорма, из которого готовят гранулы
Запах	Соответствующий набору доброкачественных компонентов исходного комбикорма без затхлого, плесневелого и других посторонних запахов	Соответствующий набору компонентов исходного комбикорма без затхлого, плесневелого и других посторонних запахов
Массовая доля влаги, %, не более	14,5	13,5±0,05
Диаметр гранул, мм	2,5–7,7	5,0±0,2
Длина гранул, мм, не более	Два диаметра	11,0±0,3
Крошимость гранул, %, не более	22,0	16,0±0,2
Проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более	10,0	5,0±0,5

Из данных таблицы видно, что гранулированный комбикорм соответствовал требованиям ГОСТ Р 51899-2002, а это значит, что гранулы имели цилиндрическую форму матовую поверхность, светло-коричневый цвет, без затхлого, плесневелого и других посторонних запахов. Массовая доля влаги составила 13,5 %. Диаметр гранул в

среднем насчитывал 5 мм, а длина – 11 мм. Крошимость гранул находилась в пределах нормы и составила 16,0 %. Проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм составил 5,0 %, что также соответствует требованиям ГОСТа.

Таким образом, технология производства комбикорма на ООО «Агрофирма Ариант» позволяет получить продукцию достойного качества, соответствующую требованиям ГОСТа.

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта нами был установлен уровень потребления комбикорма поросятами опытной и контрольной групп, что представлено в таблице 3.

Таблица 3

Среднесуточное потребление комбикорма
подопытными поросятами-отъемышами, кг/голову

Table 3

Average daily intake of compound feed by experimental weaned piglets, kg/head

Показатель	Группы		В % к контролю
	I – контрольная	II – опытная	
СК-3 (с 21-го по 42-й день)	0,750±0,021	0,823±0,020*	109,0
СК-4 (с 43-го по 100-й день)	1,560±0,101	1,745±0,111**	111,0
СК-6 (со 101-го по 120-й день)	1,820±0,123	2,060±0,136**	113,0
Примечание – * значение достоверности при $*P \leq 0,05$; $**P \leq 0,01$			

Из таблицы 3 видно, что среднесуточное потребление комбикорма подопытными поросятами-отъемышами с 21-го по 42-й день в опытной группе было на 9 % выше, чем в контроле, с 43-го по 100-й день – на 11 %, а со 101-го по 120-й день – на 13 % соответственно. Таким образом, поедаемость корма поросятами-отъемышами оказалась выше в опытной группе. Это свидетельствует о повышении привлекательности комбикорма для поросят за счет использования вкусовой кормовой добавки «СвитФит».

В таблице 4 представлены данные о продуктивности подопытного молодняка.

Таблица 4

Прирост живой массы поросят-отъемышей (n = 20)

Table 4

Live weight gain of weaned piglets (n=20)

Показатель	Группа		В % к контролю
	I – контрольная	II – опытная	
Живая масса, кг: при постановке на опыт	8,90±0,39	8,70±0,44	100,0%
при снятии с опыта	42,30±1,20	46,52±1,12	109,9%
Возраст, дней: при постановке	21	21	х
в конце опыта	120	120	х
Абсолютный прирост, кг	33,40±1,02	37,82±0,91	113,2%
Среднесуточный прирост, г	337,0±8,23	382,0±7,52	113,3%

Из таблицы 4 видно, что в опытной группе, где задавали подсластитель, все показатели были выше по сравнению с контрольной группой, которой задавали основной рацион.

Так, живая масса молодняка при снятии с опыта в опытной группе составила 46,52 кг, превышая результат аналогов из контрольной группы на 9,9 %. Абсолютный прирост живой массы в опытной группе составил 37,82 кг, а в контрольной – 33,4 кг. Разница насчитывала 4,42 кг, или 13,2 %. Среднесуточный прирост живой массы в опытной группе равнялся 382,0 г, что на 45,0 г больше, чем в контрольной (337,0 г).

Следовательно, внесение в рацион вкусовой добавки «СвитФит» в опытной группе оказало положительное влияние на продуктивность. Животные данной группы демонстрировали более высокую скорость роста и, как следствие, достигли большей живой массы к концу научно-хозяйственного опыта при одинаковых начальных условиях и продолжительности периода выращивания.

Закключение. Использование кормовой добавки «СвитФит» в рационе молодняка свиней оказало положительное влияние на поедаемость комбикорма и, как следствие, на мясную продуктивность животных.

На основании проведенных исследований предприятиям, занимающимся производством свинины, рекомендуем вносить в комбикорм поросётам-отъёмышам кормовую добавку «СвитФит» в дозе 0,6 кг на 1 000 кг комбикорма.

Список источников

1. Белооков А. А., Ребезов М. Б., Стволов С. С. Мясные качества помесного молодняка свиней // Аграрная наука. – 2024. – № 2. – С. 71–75. – DOI 10.32634/0869-8155-2024-379-2-71-75. – EDN RAOFFI
2. Белооков А. А., Чухутин Е. В. Использование биологически активных добавок в кормлении свиней // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2023. – № 9 (218). – С. 26–38. – DOI 10.33920/sel-05-2309-03. – EDN UHKILQ
3. Погодаев А. В., Погодаев В. А., Пешков А. Д. Качество мышечной и жировой ткани подсвинков при использовании биогенных стимуляторов СТ и СИТР // Свиноводство. 2010. № 4. С. 38–42. EDN: OXPHNN
4. Погодаев В., Кондратов Р. Откормочная, мясная продуктивность и качество мяса свиней в зависимости от технологии откорма // Свиноводство. 2009. № 2. С. 8–11. EDN: KZHZFR
5. Погодаев В., Харченко Р., Клименко Р. Влияние комплексного иммунного модулятора (КИМ) на рост и интерьерные показатели поросят-отъёмышей // Свиноводство. 2006. – № 4. С. 18–20.
6. Погодаев В. А., Пономарев О. В. Влияние новых тканевых стимуляторов на поросят // Зоотехния. 2003. № 2. С. 17–18. EDN: HRRTTP
7. Погодаев В. А., Панасенко В. М. Биологические особенности свиней степного типа СМ-1 // Зоотехния. 2000. № 2. С. 13–14. EDN: YLFGHB
8. Погодаев В. А., Пешков А. Д., Шнахов А. М. Мясная продуктивность помесных свиней, полученных на основе скрещивания пород СМ-1 и ландрас // Свиноводство. 2010. № 8. С. 26–29. EDN: NCUQOJ.
9. Погодаев В. А., Кондратов Р. С. Убойные и мясные качества свиней различных генотипов в зависимости от предубойной массы // Зоотехния. 2008. № 12. С. 23–25. EDN: JWONCT
10. Применение фитобиотиков в свиноводстве / А. А. Белооков, О. В. Белоокова, Е. В. Чухутин, О. В. Горелик // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 11 (196). – С. 50–56. – DOI 10.33920/sel-05-2111-06. – EDN WMUWWS
11. Пузевич, Е. Производство комбикорма в контексте современного оборудования и технологий // Эффективное животноводство. 2021. № 3 (169). С. 64–69. EDN PZDMDS

12. Технологии и технические средства производства комбикормов и БМВД для сельскохозяйственных животных / А. В. Фоминых, И. Н. Миколайчик, Ю. И. Овчинникова, Д. Н. Овчинников // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2021. № 7. С. 31–36. EDN VUMBXH
13. ГОСТ Р 51899-2002. Комбикорма гранулированные. Общие технические условия. национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2003-06-01 / ФГУП «Стандартинформ». – Изд. официальное. – Москва: Госстандарт России, 2020. – 8 с.
14. Effects of early weaning of piglets at 10 days of age on productive performance. Research, Society and Development, [S. l.], v. 13, n. 8, p. e11113846607, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i8.46607
15. Weary, D.M., Appleby, M.C., & Fraser, D. (1999). Responses of piglets to early separation from the sow. Applied Animal Behaviour Science 63, 289–300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00021-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00021-0)

References

1. Belookov A.A., Rebezov M.B., Stvolov S.S. Meat qualities of mixed young pigs // Agrarian science. – 2024. – No. 2. – P. 71-75. – DOI 10.32634/0869-8155-2024-379-2-71-75. – EDN RAOFFI.
2. Belookov A.A., Chukhutin E.V. Use of biologically active additives in pig feeding // Feeding of farm animals and feed production. – 2023. – No. 9(218). – P. 26-38. – DOI 10.33920/sel-05-2309-03. – EDN UHKILQ.
3. Pogodaev A.V., Pogodaev V.A., Peshkov A.D. Quality of the muscle and adipose tissue of piglets when using biogenic stimulants ST and SITR // Pig breeding. 2010. No. 4. P. 38-42. EDN: OXPHHN
4. Pogodaev V., Kondratov R. Fattening, meat productivity and quality of pig meat depending on the technology of fattening // Pig breeding. 2009. No. 2. P. 8-11. EDN: KZHZFR.
5. Pogodaev V., Kharchenko R., Klimenko R. Effect of a complex immune modulator (CMM) on the growth and interior parameters of weaned piglets // Pig breeding. 2006. – No. 4. P. 18-20.
6. Pogodaev V.A., Ponomarev O.V. Effect of new tissue stimulators on piglets // Zootechniya. 2003. No. 2. P. 17-18. EDN: HRRTTP
7. Pogodaev V.A., Panasenko V.M. Biological characteristics of steppe type pigs SM-1 // Zootechniya. 2000. No. 2. P. 13-14. EDN: YLFGHB.
8. Pogodaev V.A., Peshkov A.D., Shnakhov A.M. Meat productivity of crossbred pigs obtained by crossing SM-1 and Landrace breeds // Pig breeding. 2010. No. 8. P. 26-29. EDN: NCUQOJ.
9. Pogodaev V.A., R.S. Kondratov Slaughter and meat qualities of pigs of various genotypes depending on the pre-slaughter weight. 2008. No. 12. P. 23-25. EDN: JWONCT.
10. Use of phytobiotics in pig breeding / A.A. Belookov, O. V. Belookova, E.V. Chukhutin, O.V. Gorelik // Feeding of farm animals and feed production. – 2021. – No. 11(196). – P. 50-56. – DOI 10.33920/sel-05-2111-06. – EDN WMUWWS.
11. Puzevich, E. Production of compound feed in the context of modern equipment and technologies // Efficient animal husbandry. 2021. No. 3(169). P. 64-69. EDN PZDMDS.
12. Technologies and technical means of production of compound feeds and protein, vitamin and mineral supplements for farm animals / A.V. Fominykh, I.N. Mikolaichik, Yu.I. Ovchinnikova, D. N. Ovchinnikov // Agricultural machinery: service and repair. 2021. No. 7. P. 31-36. EDN VUMBXH.

13. GOST R 51899-2002 Granular mixed feed, General technical conditions. National standard of the Russian Federation: date of introduction 2003-06-01 / FSUE "Standartinform". – Official edition. – Moscow: Gosstandart of Russia, 2020. – 8 p.
14. Effects of early weaning of piglets at 10 days of age on productive performance. Research, Society and Development, [S. l.], v. 13, n. 8, p. e11113846607, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i8.46607.
15. Weary, D.M., Appleby, M.C., & Fraser, D. (1999). Responses of piglets to early separation from the sow. Applied Animal Behaviour Science 63, 289–300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00021-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00021-0).

Сведения об авторах

Елена Александровна Пшеничная, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Тел.: +7 951 484-26-10, e-mail: milenium7474@mail.ru, ORCID 0009-0004-0460-6189

Алексей Анатольевич Белооков, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Тел.: +7 900 083-53-02, e-mail: belookov@yandex.ru, ORCID 0000-0002-1083-5832

Information about the authors

E. A. Pshenichnaia, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Agrarian University", tel.: +79514842610, e-mail: milenium7474@mail.ru, ORCID 0009-0004-0460-6189

A. A. Belookov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Agrarian University", tel.: +79000835302, e-mail: belookov@yandex.ru, ORCID 0000-0002-1083-5832

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.01.2026; одобрена после рецензирования 30.01.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 24.01.2026; approved after reviewing 30.01.2026; accepted for publication 17.03.2026

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 136-143
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 136-143

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 638.14.063

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.19.2026

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫВОДА ПЧЕЛИНЫХ МАТОК *APIS MELLIFERA CAUCASICA* В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Сергей Владимирович Свистунов^{1,2}, Нина Николаевна Бондаренко²,
Олег Викторович Свитенко², Александр Геннадьевич Дикарев²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Россия, Краснодар, e-mail: svistunov@list.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, Краснодар, e-mail: svistunov.s@edu.kubsau.ru

Аннотация. Эффективность пчеловодства в значительной степени определяется качеством используемых пчелиных маток. В этой связи актуальной задачей отрасли является максимальная реализация генетического потенциала пчелиных семей для рационального использования кормовой базы региона. Настоящее исследование проведено на пасеке в Апшеронском районе Краснодарского края на семьях пчёл серой горной кавказской породы (внутрипородный тип «Краснополянский»). В мае 2025 года были сформированы три опытные группы. В основу деления лёг размер сотовой рамки в нуклеусе, где в 2024 году были выведены матки: контрольная группа – рамка 135 × 140 мм; опытная группа 1 – рамка 205 × 140 мм; опытная группа 2 – рамка уменьшенного формата 205 × 105 мм. В период проведения эксперимента семьи пчёл содержались в идентичных условиях. В процессе проведения исследования осуществляли учёт количества печатного расплода с периодичностью 12 дней для определения яйценоскости пчелиных маток и количества пчёл, выращенных к началу основного медосбора. В результате проведённых исследований получены данные, что в опытной группе 2 достоверное превышение продуктивности маток над группами контроль и опытной группой 1 отмечено во второй–четвёртый учёты ($td = 2,27-4,23$). Достоверные различия по продуктивности маток в опытных группах 2 и 1 прослеживались в пятый учёт ($td = 2,99$). Наибольшая средняя яйценоскость маток в летний период выявлена в опытной группе 2 в шестой учёт – $1\ 659,0 \pm 20,09$. Продуктивность пчелиных маток в опытной группе 2 позволила нарастить к главному медосбору большее количество пчёл. Этот показатель достоверно больше на 3,90 % ($td = 2,87$), в сравнении с контрольной группой, и на 4,27 % ($td = 2,34$) – в сравнении с опытной группой 1.

Ключевые слова: пчеловодство, продуктивность, пчелиная матка, *Apis mellifera caucasica*.

Для цитирования: Свистунов С. В., Бондаренко Н. Н., Свитенко О. В., Дикарев А. Г. Оптимизация технологии вывода пчелиных маток *Apis mellifera caucasica* в условиях Краснодарского края // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 136-143. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

OPTIMIZATION OF QUEEN REARING TECHNOLOGY FOR *APIS MELLIFERA CAUCASICA* IN THE KRASNODAR TERRITORY

Sergei V. Svistunov^{1,2}, Nina N. Bondarenko², Oleg V. Svitenko², Aleksandr G. Dikarev²

¹ FSBSI “Krasnodar Research Centre of Animal Husbandry and Veterinary Medicine”, Krasnodar, Russia; e-mail: svistunov@list.ru

² FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, Krasnodar, Russia, e-mail: svistunov.s@edu.kubsau.ru

Abstract. Beekeeping efficiency is largely determined by the quality of the queen bees. Therefore, a crucial task for the industry is maximizing the genetic potential of bee colonies to ensure efficient use of the regional food supply. This study was conducted at an apiary in the Apsheronsky District of the Krasnodar Territory using colonies of the *Apis mellifera caucasica* bee breed (Krasnopolyansky intrabreed type). Three experimental groups were formed in May 2025. The groups were divided based on the comb frame size in the queen cell where the queens were hatched in 2024: control group – 135×140 mm frame; experimental group 1 – 205×140 mm frame; experimental group 2 – 205×105 mm reduced-format frame. The colonies were maintained under identical conditions throughout the experiment. Sealed brood assessments were performed every 12 days to determine the egg production of the queen bees and the number of bees raised by the start of the main honey flow. As a result of the conducted research, the data were obtained that in the experimental group 2, a reliable increase of queen productivity over the control and experimental group 1 was noted in the second – fourth assessments ($td = 2,27 - 4,23$). Reliable differences in queen productivity between experimental groups 2 and 1 were observed during the fifth assessment ($td = 2,99$). The highest average egg production of queens in the summer period was found in the experimental group 2 in the sixth assessment – $1659,0 \pm 20,09$. The productivity of queen bees in the experimental group 2 allowed increasing the number of bees by the main honey flow. This parameter was 3,90% significantly higher ($td = 2,87$) in comparison to the control group and 4,27% significantly higher ($td = 2,34$) in comparison to the experimental group 1.

Keywords: beekeeping, productivity, queen bee, *Apis mellifera caucasica*.

For citation: Svistunov S.V., Bondarenko N.N., Svitenko O.V., Dikarev A.G. Optimization of queen rearing technology for *Apis Mellifera Caucasica* in the Krasnodar Territory // Agricultural journal. 2026; 1 (19).P. 136-143. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.19.2026

Введение. Внутри вида *A. mellifera* выделяют около 30 различных подвигов. На территории Российской Федерации разводится пять пород пчёл. Сохранение генетических ресурсов медоносных пчёл отечественных пород, их селекционное улучшение и рациональное использование позволят повысить производство мёда не менее чем на 20

% [1, 2]. Продуктивность пчелиной семьи напрямую зависит от качества её матки. Ключевым фактором, определяющим пожизненную плодовитость и продуктивность матки, являются условия её выведения [3]. Несмотря на рекомендации использовать маток в течение двух лет, на практике их часто ежегодно заменяют из-за значительного снижения продуктивности на второй год жизни. Это может быть следствием нарушений в технологии вывода, неблагоприятной эпизоотической обстановки и ряда других причин [4, 5].

В настоящее время для вывода маток применяют различные типы нуклеусов, однако в течение последних десятилетий на территории Краснодарского края практически не проводились исследования влияния конструкции нуклеусов на качество получаемых маток. Сложившаяся ситуация ограничивает реализацию генетического потенциала пчелиных семей и эффективное использование региональных ресурсов.

Современное пчеловодство представляет собой динамично развивающуюся отрасль с высоким производственным потенциалом. Прогресс отрасли обеспечивается в первую очередь достижениями в области селекционно-племенной работы, позволившими создать высокопродуктивные породные группы пчёл. Внедрение современных технологий содержания и управления пчелиными семьями даёт возможность существенно повысить их продуктивность и экономическую эффективность отрасли [6, 7].

Природно-климатические условия Краснодарского края – мягкий климат, ранняя весна и продолжительный безморозный период (180–210 дней) – делают регион исключительно благоприятным для размещения пасек, обеспечивают один из самых длительных периодов медосбора в России. Производство маток на юге России обусловлено природными преимуществами региона, но на данном этапе развития столкнулось с серьёзными вызовами глобализации и интенсификации. Основной вектор современных исследований – сохранение уникального генофонда кавказских пчел, внедрение биотехнологий (ИО, криоконсервация) и создание цивилизованного рынка племенного материала с гарантированными качествами. Юг России сохраняет статус главной «кузницы маток» страны, но его будущее зависит от перехода от кустарного промысла к научно обоснованному племенному делу [8, 9].

Рентабельность пчеловодства достигается только при использовании пород, адаптированных к местным условиям, и оптимальных технологических решений [10, 11]. Эффективность отрасли возможна при условии работы с чистопородными семьями, соответствующими конкретной зоне их использования [12, 13].

В апреле 2024 года были сформированы три опытные группы по 24 нуклеуса в каждой, различавшиеся размером сотовой рамки: контрольная группа (рамка 135 × 140 мм); опытная группа 1 (рамка 205 × 140 мм); опытная группа 2 (рамка уменьшенного формата 205 × 105 мм). Результаты: сохранность нуклеусов была наивысшей в опытной группе 2, составив 70,8 %, в контрольной группе и опытной группе 1 данный показатель оказался достоверно ниже – 62,5 и 58,3 % соответственно. Выход плодных маток на один нуклеус также был максимальным в опытной группе 2. В среднем от каждого нуклеуса этой группы получили на 0,2 и 0,3 плодной матки больше, чем в группах контроль и опытная 1 ($t_d = 0,38$ – $1,14$). Эффективность вывода (выход плодных маток от одной подсаженной неплодной матки) в опытной группе 2 превысила показатели групп контроль и опытная 1 на 0,22 % ($t_d = 0,06$) и 5,93 % ($t_d = 2,14$) соответственно. [14]. Полученные при проведении эксперимента плодные пчелиные матки посадили в 2024 году во вновь сформированные семьи пчёл.

В 2025 году провели исследование продуктивности плодных пчелиных маток серой горной кавказской породы, выведенных в 2024 году в различных нуклеусах в условиях Краснодарского края.

Материал и методы исследований. Исследования выполнены на пасеке в Апшеронском районе Краснодарского края на *Apis mellifera caucasica*. В соответствии с методикой НИИ пчеловодства [15] в мае 2025 года сформировали три группы ($n = 10$) с матками 2024 года. Маток выращивали в нуклеусах, укомплектованных рамками различных размеров:

- контрольная группа: рамка 135×140 мм;
- опытная группа 1: рамка 205×140 мм;
- опытная группа 2: рамка 205×105 мм.

На протяжении всего для всех групп эксперимента создали идентичные условия содержания.

В процессе проведения опыта для определения яйценоскости маток и численности пчел, выращенных к началу главного медосбора, проводили учёт печатного расплода с интервалом 12 суток. Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. В период исследования было проведено шесть учётов количества печатного расплода. Результаты учёта печатного расплода приведены на рисунке 1.

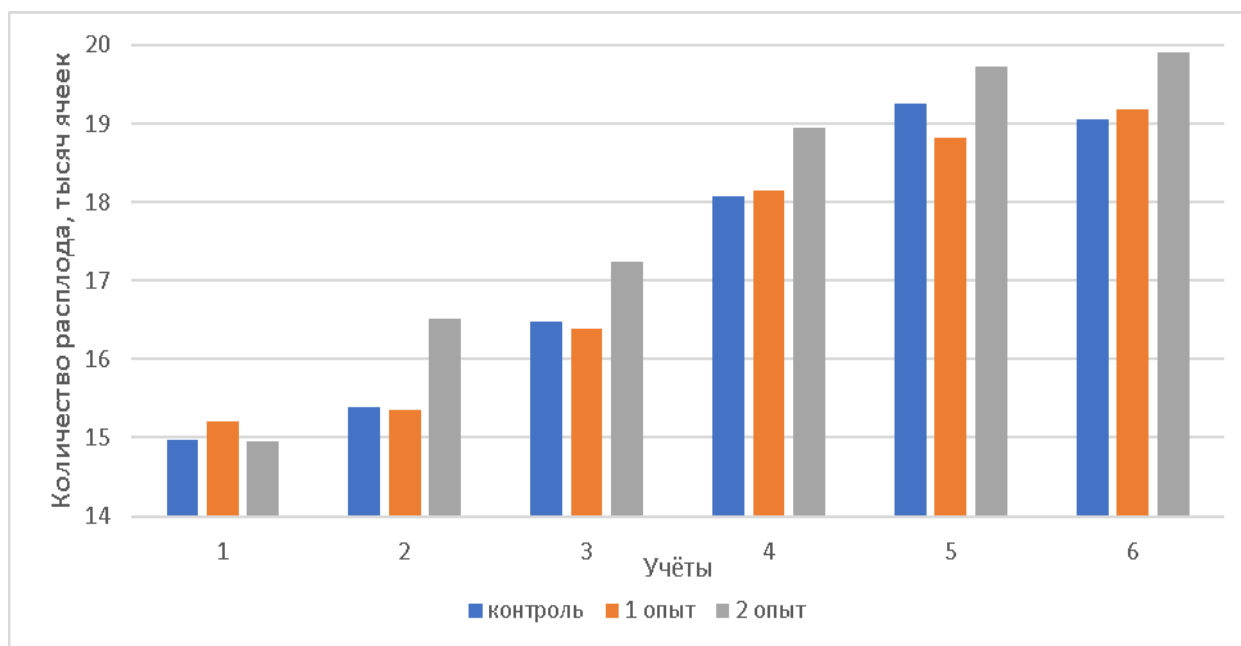


Рисунок 1. Динамика количества печатного расплода, тыс. ячеек

Figure 1. Dynamics of sealed brood quantity, thousands of cells

Статистический анализ показал, что во все сроки наблюдений данный показатель в **опытной** группе 2 значительно превышал значения, зарегистрированные в группах **опытная 1** и **контроль**, за исключением пятого учёта.

Данные динамики яйценоскости пчелиных маток, представленные в таблице 1, демонстрируют, что в **опытной** группе 2 достоверное превышение продуктивности маток над группами контроль и опытная 1 отмечено во второй ($td = 4,10-4,23$), третий ($td = 2,27-2,43$) и четвёртый ($td = 2,4-2,53$) учёты. Достоверные различия по продуктивности маток в опытных группах 2 и 1 прослеживались в пятый учёт ($td = 2,99$). Наибольшая средняя яйценоскость маток в весенний период выявлена в третий учёт в опытной группе 2 – $1\,437,0 \pm 25,22$, что на 4,66 и 5,27 % достоверно превышает данный показатель в группах контроль и опытная 1. В летний период наибольшая средняя яйценоскость маток выявлена в контрольной группе в пятый учёт – $1\,604,0 \pm 18,81$, а в опытных группах 1 и 2 – в шестой учёт – $1\,599,0 \pm 24,64$ и $1\,659,0 \pm 20,09$.

Таблица 1

Динамика яйценоскости маток, яиц/сут.

Table 1

Dynamics of egg production of queens, eggs/day

Показатели		Группы		
		контроль	опытная 1	опытная 2
1-й учёт	lim	1 158–1 375	1 158–1 408	1 100–1 358
	$M \pm m$	$1\,248,0 \pm 21,70$	$1\,268,0 \pm 23,94$	$1\,246,0 \pm 27,39$
	Cv, %	5,50	5,97	6,95
2-й учёт	lim	1 225–1 383	1 200–1 350	1 256–1 425
	$M \pm m$	$1\,283,0 \pm 15,83$	$1\,279,0 \pm 15,97$	$1\,376,0 \pm 16,39^{*+}$
	Cv, %	3,90	3,95	3,77
3-й учёт	lim	1 317–1 433	1 292–1 450	1 333–1 567
	$M \pm m$	$1\,373,0 \pm 11,97$	$1\,365,0 \pm 15,20$	$1\,437,0 \pm 25,22^{*+}$
	Cv, %	2,76	3,52	5,55
4-й учёт	lim	1 375–1 650	1 425–1 567	1 508–1 692
	$M \pm m$	$1\,506,0 \pm 22,77$	$1\,513,0 \pm 17,18$	$1\,579,0 \pm 19,96^{*+}$
	Cv, %	4,78	3,59	400
5-й учёт	lim	1 433–1 683	1 508–1 683	1 575–1 717
	$M \pm m$	$1\,604,0 \pm 18,81$	$1\,568,0 \pm 21,03$	$1\,644,0 \pm 14,70^{+}$
	Cv, %	5,20	4,24	2,83
6-й учёт	lim	1 492–1 667	1 500–1 767	1 558–1 767*
	$M \pm m$	$1\,588,0 \pm 18,81$	$1\,599,0 \pm 24,64$	$1\,659,0 \pm 20,09$
	Cv, %	3,75	4,87	3,83
Примечание – разница достоверна при: * – $P \geq 0,9$ – к контролю; + – $P \geq 0,9$ – к опытной				

Данные, представленные в таблице 2, характеризуют способность семей пчёл к выращиванию расплода и наращиванию силы к главному медосбору.

Таблица 2

Выращено пчёл к главному медосбору, кг.

Table 2

Bees were raised for the main honey flow, kg.

Показатели	Группы		
	контроль	опытная 1	опытная 2
lim	5,18–5,86	5,41–5,92	5,50–6,03
M±m	5,64±0,07	5,62±0,05	5,86±0,06* ⁺
Cv, %	4,18	2,79	3,12

В контрольной группе пчёл выращено в среднем 5,18 кг, в опытной группе 1 – на 0,35 % больше (td = 0,15). В опытной группе 2 этот показатель достоверно больше на 3,90 % (td = 2,87), в сравнении с контрольной группой, и на 4,27 % (td = 2,34) – в сравнении с опытной группой 1.

Заключение. Пчелиные матки, выведенные в 2024 году в нуклеусах с рамками размером 205 × 105 мм, демонстрировали в период эксперимента наивысшую продуктивность, что позволило семьям пчёл в опытной группе 2 нарастить достоверно большее количество пчёл к главному медосбору.

Полученные данные позволяют сделать вывод о целесообразности использования для выведения маток серой горной кавказской породы пчёл в нуклеусах с рамкой размером 205 × 105 мм.

Список источников

1. Бородачев А. В., Савушкина Л. Н. Современные требования к качеству разведенческой продукции пчеловодства // Пчеловодство. 2022. № 5. С. 8–12. EDN GQRPVV
2. Особенности зимнего содержания пчел *Apis mellifera caucasica* в условиях Краснодарского края / С. В. Свистунов, А. Г. Кошаев, И. А. Романенко, В. А. Лещенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 109. С. 236–240. DOI 10.21515/1999-1703-109-236-240. EDN MCTHRF
3. Брандорф А. З., Ивойлова М. М., Жильцова С. Г. Сохранение и улучшение биологических признаков пчел породного типа «Краснополянский» серой горной кавказской породы // Пчеловодство. 2020. № 10. С. 12–14. EDN SPANBO
4. Кривцов Н. И., Лебедев В. И., Сокольский С. С. Вывод маток и размножение пчелиных семей: научное издание. Сочи: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2011. 272 с. EDN WOBVZL
5. Шестакова А. И., Савушкина Л. Н. Развитие племенного дела в пчеловодстве // Пчеловодство. 2025. № 3. С. 10–13. EDN OGENFA
6. Гулов А. Н., Сайфутдинова З. Н., Брандорф А. З. Биоразнообразие медоносной пчелы *Apis mellifera* L. на территории России и пути его сохранения // Генетика и разведение животных. 2022. № 4. С. 114–123. DOI 10.31043/2410-2733-2022-4-114-123. EDN URXCQX
7. Бородачев А. В., Савушкина Л. Н. Изучение и сохранение биоразнообразия медоносных пчел в России // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2023. Т. 61, № 4. С. 291–304. DOI 10.29235/1817-7204-2023-61-4-291-304. EDN EZLMXM
8. Продуктивность пчел карпатской и серой горной кавказской пород в Республике Адыгея / С. В. Свистунов, С. А. Плотников, О. В. Свитенко, Я. Б. Битар // Пчеловодство. 2025. № 2. С. 14–16. EDN ILKSAF
9. Бондаренко Н. Н. Необходимость интенсификации пчеловодства Краснодарского края // Пчеловодство. 2019. № 5. С. 8-9. EDN OFXZLK

10. Малькова С. А., Василенко Н. П. Майкопский тип карпатской породы // Пчеловодство. – 2008. – № 3. – С. 8–10. – EDN ILILKV
11. Шестакова А. И., Савушкина Л. Н. Развитие племенного дела в пчеловодстве // Пчеловодство. 2025. № 3. С. 10–13. EDN OGEHFA
12. Свистунов С. В., Плотников С. А. Пчеловодство в Краснодарском крае // Пчеловодство. 2020. № 10. С. 4-5. EDN BMOMSU
13. Kulakov V. N., Brandorf A. Z. Biological Resources of Entomophilous Plants and Melliferous Bees in Russia // Systematic Reviews in Pharmacy. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 539-544. DOI 10.31838/srp.2021.1.77. EDN DQGGWJ
14. Эффективность вывода пчелиных маток *APIS MELLIFERA CAUCASICA* в условиях Краснодарского края / С. В. Свистунов, А. Г. Дикарев, А. А. Белый, Я. Б. Битар // Сельскохозяйственный журнал. 2025. № 1 (18). С. 137–144. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.18.2025. EDN ADRTU
15. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве / А. В. Бородачев [и др.] // Рыбное: НИИП. 2002. 156 с. ISBN: 5-900205-35-5

References

1. Borodachev A.V., Savushkina L.N. Modern requirements for the quality of breeding beekeeping products // Beekeeping. 2022. No. 5. P. 8–12. EDN GQRPVV.
2. Peculiarities of winter keeping of *Apis mellifera caucasica* in the conditions of the Krasnodar Territory / S.V. Svistunov, A.G. Koshchaev, I.A. Romanenko, V.A. Leshchenko // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2023. No. 109. P. 236 – 240. DOI 10.21515/1999-1703-109-236-240. EDN MCTHRF.
3. Brandorf A.Z., Ivoilova M.M., Zhiltsova S.G. Preservation and improvement of biological traits of bees of the Krasnopolyansky breed type of the *Apis Mellifera Caucasica* breed // Beekeeping. 2020. No. 10. P. 12–14. EDN SPAHBO.
4. Krivtsov N.I., Lebedev V.I., Sokolskii S.S. Reproduction of Queen Bees and Reproduction of Bee Colonies: Scientific Publication. Sochi: OJSC “Poligraf-YUG”, 2011. 272 p. EDN WOBVZL.
5. Shestakova A.I., Savushkina L.N. Development of breeding in beekeeping // Beekeeping. 2025. No. 3. P. 10 – 13. EDN OGEHFA.
6. Gulov A.N., Saifutdinova Z.N., Brandorf A.Z. Biodiversity of the honeybee *Apis mellifera L.* in Russia and ways of its conservation // Genetics and animal breeding. 2022. No. 4. P. 114–123. DOI 10.31043/2410-2733-2022-4-114-123. EDN URXCQX.
7. Borodachev A.V., Savushkina L.N. Study and conservation of honeybee biodiversity in Russia // News of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of agricultural sciences. 2023. Vol. 61, No. 4. P. 291–304. DOI 10.29235/1817-7204-2023-61-4-291-304. EDN EZLMXM.
8. Productivity of *Apis Mellifera Carpatica* and *Apis Mellifera Caucasica* in the Republic of Adygea. / S.V. Svistunov, S.A. Plotnikov, O.V. Svitenko, Ya.B. Bitar // Beekeeping. 2025. No. 2. P. 14–16. EDN ILKSAF.
9. Bondarenko, N. N. Need to intensify beekeeping in the Krasnodar Territory // Beekeeping. 2019. No. 5. P. 8-9. EDN OFXZLK
10. Malkova S.A., Vasilenko N.P. Maykop type of the *Apis Mellifera Carpatica* // Beekeeping. 2008. No. 3. P. 8-10. EDN ILILKV.
11. Shestakova A.I., Savushkina L.N. Development of breeding in beekeeping // Beekeeping. 2025. No. 3. P. 10–13. EDN OGEHFA
12. Svistunov S.V., Plotnikov S.A. Beekeeping in the Krasnodar Territory // Beekeeping. 2020. No. 10. P. 4-5. EDN BMOMSU
13. Kulakov V. N., Brandorf A. Z. Biological Resources of Entomophilous Plants and Melliferous Bees in Russia // Systematic Reviews in Pharmacy. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 539-544. DOI 10.31838/srp.2021.1.77. EDN DQGGWJ
14. Efficiency of breeding *APIS MELLIFERA CAUCASICA* queen bees in the conditions of the Krasnodar Territory / S.V. Svistunov, A.G. Dikarev, A.A. Belyi, Ya.B. Bitar // Agricultural journal. 2025. No. 1 (18). P. 137–144. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.18.2025. EDN ADRTU

15. Methods of conducting scientific research in beekeeping / A.V. Borodachev [et al.] // Rybnoe: Research Institute of Beekeeping. 2002. 156 p. ISBN: 5-900205-35-5

Сведения об авторах

Сергей Владимирович Свистунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: +7 918 420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru, ORCID 0000-0002-9098-9953

Нина Николаевна Бондаренко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: +7 918 448-04-23, e-mail: bondarienko.49@mail.ru, ORCID 0000-0003-0232-4861

Олег Викторович Свитенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: +7 918 620-89-26, e-mail: o.svitenko@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3437-6316

Александр Геннадьевич Дикарев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: +7 961 529-31-55, e-mail: zoo-teh@yandex.ru, ORCID 0009-0008-4301-7124

Information about the authors

S.V. Svistunov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the FSBSI "Krasnodar Research Centre of Animal Husbandry and Veterinary Medicine"; Associate Professor, Department of Animal Breeding and Zootechnics, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", tel. 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru, ORCID 0000-0002-9098-9953

N.N. Bondarenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", tel.: 8-918-448-04-23, e-mail: bondarienko.49@mail.ru, ORCID 0000-0003-0232-4861

O.V. Svitenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Animal Breeding and Zootechnics, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", tel. 8-918-620-89-26, e-mail: o.svitenko@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3437-6316

A.G. Dikarev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Animal Breeding and Zootechnics, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", tel. 8-961-529-31-55, e-mail: zoo-teh@yandex.ru, ORCID 0009-0008-4301-7124

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.02.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 16.02.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Свистунов С. В., Бондаренко Н. Н., Свитенко О. В., Дикарев А. Г.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 144-152
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 144-152

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.32/.38:575.113

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.1.19.2026

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ *PRL*, *β-LG* И *LEP* У ОВЕЦ ДАГЕСТАНСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ИХ ПОМЕСЕЙ

Валерия Александровна Степаненко^{1,2}, Екатерина Дмитриевна Карпова^{1,2},
Александр Иванович Суров^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: info.vniiook@mail.ru

²Общество с ограниченной ответственностью «ОВИСМИЛК», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, e-mail: stepanenko-lera@mail.ru

Аннотация. Определение частоты встречаемости аллелей и генотипов генов, влияющих на лактационную активность и состав молока, позволяет выявить информативные маркеры для селекционной работы. Цель исследований заключалась в изучении полиморфизма генов *PRL* (пролактин), *β-LG* (β-лактоглобулин) и *LEP* (лептин) у овец дагестанской горной породы и их помесей с породой лакон. Работа выполнена в 2025 году на базе лаборатории перспективных молочных ресурсов и отдела генетики и биотехнологии ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (Ставропольский край). В исследование включено 100 животных, из которых 40 относились к дагестанской горной породе и 60 – к помесям. Генотипирование проводили методом ПЦР-ПДРФ с использованием специфических праймеров и эндонуклеаз рестрикции. Установлено, что у чистопородных животных преобладали аллели В по гену *PRL* (91,3 %) и G – по *LEP* (96,3 %), что указывает на низкий уровень полиморфизма. По гену *β-LG* выявлены более равномерное распределение аллелей (А – 36,3 %, В – 63,8 %) и высокий уровень ожидаемой гетерозиготности ($H_e = 46,2\%$). У помесных животных отмечено увеличение частоты аллеля Т по *LEP* (15,0 % против 3,8 % у чистопородных), сопровождавшееся ростом числа эффективных аллелей ($A_e = 1,30$) и ожидаемой гетерозиготности ($H_e = 26,0\%$). Полученные данные отражают особенности генетической структуры чистопородных и помесных животных. Дальнейшие исследования целесообразно направить на подтверждение ассоциаций выявленных генотипов с продуктивными признаками и оценку их влияния на качественный состав молока.

Ключевые слова: полиморфизм, *PRL*, *β-LG*, *LEP*, молочная продуктивность, овцы, дагестанская горная порода, лакон.

Для цитирования: Степаненко В. А., Карпова Е. Д., Суров А. И. Полиморфизм генов *PRL*, *β-LG* и *LEP* у овец дагестанской горной породы и их помесей // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 144-152. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

POLYMORPHISM OF *PRL*, β -*LG* AND *LEP* GENES IN DAGESTAN MOUNTAIN SHEEP AND THEIR CROSSBREEDS

Valeriia A. Stepanenko^{1,2}, Ekaterina D. Karpova^{1,2}, Aleksandr I. Surov^{1,2}

¹Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: info.vniiook@mail.ru

²Limited Liability Company “OVISMILK”, Russia, Stavropol Territory, Stavropol, e-mail: stepanenko-lera@mail.ru

Abstract. Determining the frequency of alleles and genotypes of genes affecting lactation activity and milk composition makes it possible to identify informative markers for breeding programs. The aim of the research was to study the polymorphism of the *PRL* (prolactin), β -*LG* (β -lactoglobulin), and *LEP* (leptin) genes in Dagestan Mountain sheep and their crossbreeds with the Lacaune breed. The research was carried out in 2025 at the Laboratory of Advanced Dairy Resources and the Department of Genetics and Biotechnology of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol Territory). The study included 100 animals, 40 of which belonged to the Dagestan Mountain breed and 60 were crossbreeds. Genotyping was performed using the PCR-RFLP method with specific primers and restriction endonucleases. It was found that in purebred animals, allele B of the *PRL* gene (91.3%) and allele G of the *LEP* gene (96.3%) predominated, indicating a low level of polymorphism. The β -*LG* gene showed a more balanced allele distribution (A – 36,3%, B – 63,8%) and a high level of expected heterozygosity ($H_e = 46.2\%$). In crossbred animals, the frequency of the T allele of the *LEP* gene increased (15,0% versus 3,8% in purebred ones), accompanied by an increase in the number of effective alleles ($A_e = 1,30$) and expected heterozygosity ($H_e = 26,0\%$). The obtained data reflect the genetic structure characteristics of purebred and crossbred animals. Further research should be focused on confirming the associations of the identified genotypes with economic traits and assessing their influence on qualitative milk composition.

Keywords: polymorphism, *PRL*, β -*LG*, *LEP*, milk yield, sheep, Dagestan Mountain breed, Lacaune.

For citation: Stepanenko V.A., Karpova E.D., Surov A.I. Polymorphism of *PRL*, β -*LG* and *LEP* genes in Dagestan Mountain sheep and their crossbreeds // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 144-152. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.1.19.2026

Введение. Одним из актуальных направлений современной молекулярной генетики сельскохозяйственных животных является изучение частоты встречаемости аллельных вариантов генов, ассоциированных с хозяйственно полезными признаками, позволяющее охарактеризовать генетическую структуру популяции, установить уровень её полиморфизма и оценить селекционный потенциал исследуемого поголовья [1, 2]. Анализ указанных характеристик в чистопородных и помесных группах животных позволяет установить, как межпородное скрещивание отражается на соотношении аллелей и уровне генетического разнообразия, а также определить перспективные маркеры для использования в селекционных программах, направленных на повышение мо-

лочной продуктивности овец [3, 4].

К числу генов, представляющих наибольший интерес для молекулярно-генетической селекции овец, относятся *LEP*, *PRL* и *β -LG*, функциональная активность которых связана с регуляцией энергетического обмена, лактацией и формированием состава молока [5, 6]. Ген *LEP* кодирует лептин – гормон, синтезируемый адипоцитами и участвующий в поддержании энергетического гомеостаза, контроле липидного и углеводного обмена, аппетита и репродуктивных функций [7]. Ген *PRL* обеспечивает синтез пролактина – основного гормона, регулирующего развитие молочной железы и секрецию молока; его полиморфизм у овец связан с различиями в удойности, содержании белка и жира, а также продолжительности лактационного периода. Ген *β -LG* регулирует синтез главного сывороточного белка молока, от которого зависят технологические свойства и пищевая ценность продукции, его аллельные варианты обуславливают различия в соотношении белковых фракций и содержании жира, что напрямую отражается на выходе и качестве сыров [8–10].

Исходя из функционального значения генов *LEP*, *PRL* и *β -LG*, их полиморфизм представляет интерес для оценки генетического разнообразия и поиска маркеров, ассоциированных с молочной продуктивностью овец. В этой связи целью настоящего исследования явилось изучение полиморфизма данных генов у овец дагестанской горной породы и их помесей.

Материал и методы исследований. Исследования выполняли в 2025 году на базе лаборатории перспективных молочных ресурсов и отдела генетики и биотехнологии ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Ставропольский край. В исследование было включено 100 овец из СХК «Агрофирма «Согратль» (Гунибский район, Республика Дагестан) и ООО «НПСП «Возрождение» (Казбековский район, Республика Дагестан), среди которых 40 животных относились к дагестанской горной породе, а 60 – представляли собой помеси, полученные при скрещивании дагестанской горной породы с животными породы лакон. Генотипирование осуществляли по трём генам-кандидатам, ассоциированным с молочной продуктивностью, – *PRL*, *β -LG* и *LEP*. Выделение ДНК для генотипирования по гену *LEP* проводили на автоматизированной станции Nexor 96 (НПФ «НекстБио», Россия) с использованием коммерческого набора Magnoprime Vet (ООО «Диагностические системы», Россия). Для генов *PRL* и *BLG* экстракцию осуществляли с применением набора Diatom DNA Prep 100 (ООО «Изоген», Россия). Для постановки ПЦР использовали наборы GenPak® PCR Core (ООО «Изоген», Россия) согласно инструкции производителя. Используемые праймеры (ООО «НПФ Синтол», Россия), эндонуклеазы рестрикции (ООО «СибЭнзайм», Россия) и условия реакции амплификации приведены в таблице 1.

Методом горизонтального электрофореза в агарозном геле разной концентрации (*PRL* – 1,5 % и *LEP* и *β -LG* – 3 %) с добавлением 10 мкл 10 % бромистого этидия определяли длины рестрикционных фрагментов в УФ-свете. Контролем служил маркер длин ДНК DNA Ladder 50+ bp [11]. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась с помощью компьютерной программы Microsoft Excel по стандартным методикам.

Таблица 1

Праймеры и условия проведения амплификации для генов *PRL*, *β-LG*, *LEP*

Table 1

Primers and amplification conditions used for the *PRL*, *β-LG*, and *LEP* genes

Ген	Последовательность праймеров	Рестриктаза	Условия реакции амплификации			
			Этап	t °C	Время	Число циклов
<i>PRL</i>	F: 5'-cgagtccttatgagcttgattctt-3' R: 5'-gccttcagaagtcgttggtttc-3'	HaeIII	Первоначальная денатурация	95	5 мин.	1
			Денатурация	95	30 сек.	33
			Отжиг	56	40 сек.	
			Элонгация	72	40 сек.	
			Завершающая элонгация	72	7 мин.	1
<i>β-LG</i>	F: 5'-ctctttgggttcagtgtgagcttg-3' R: 5'-caccatttctgcagcagatctc-3'	RsaI	Первоначальная денатурация	95	5 мин.	1
			Денатурация	95	30	33
			Отжиг	58	40 сек.	
			Элонгация	72	40 сек.	
			Завершающая элонгация	72	7 мин.	1
<i>LEP</i>	F: 5'-aggaagcacctctacgctc-3' R: 5'-cttcaaggcttcagcacc-3'	SmiMI	Первоначальная денатурация	94	5 мин.	1
			Денатурация	94	30 сек.	35
			Отжиг	62,3	30 сек.	
			Элонгация	72	30 сек.	
			Завершающая элонгация	72	10 мин.	1

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что изучаемые локусы характеризовались следующими вариантами: *PRL* представлен аллелями А и В, формирующими генотипы АА (540, 370, 152, 147 п.н.), АВ (540, 517. 370, 152, 147 п.н.) ВВ (517, 370, 152, 147 п.н.); *β-LG* – аллелями А и В, формирующими генотипы АА (241, 60 п.н.), АВ (241, 175, 66, 60 п.н.) и ВВ (175, 66, 60 п.н.); *LEP* – аллелями G и T, формирующими генотипы GG (385, 87 п.н.), GT (471, 385, 87 п.н.) и TT (471 п.н.).

Анализ распределения аллелей у овец дагестанской горной породы показал низкий уровень генетического разнообразия по генам *PRL* и *LEP*, что выражается в доминировании аллеля В по гену *PRL* (91,3 %) и аллеля G по гену *LEP* (96,3 %). Более равномерное распределение аллелей отмечено по гену *β-LG* (A = 36,3 %, B = 63,8 %), что обеспечило высокий уровень ожидаемой гетерозиготности. Данные по распределению аллелей и генотипов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Частота аллелей и генотипов по генам *PRL*, *β-LG*, *LEP*
у овец дагестанской горной породы

Table 2

Allele and genotype frequencies of the *PRL*, *β-LG*, and *LEP* genes
in Dagestan Mountain sheep

Показатель	Ген								
	<i>PRL</i>			<i>β-LG</i>			<i>LEP</i>		
Частота генотипов, %	<i>AA</i>	–	–	<i>AA</i>	12,5	5	<i>GG</i>	37	92,5
	<i>AB</i>	17,5	7	<i>AB</i>	47,5	19	<i>GT</i>	3	7,5
	<i>BB</i>	82,5	33	<i>BB</i>	40,0	16	<i>TT</i>	–	–
Частота аллелей, %	<i>A</i>	8,75	7	<i>A</i>	36,25	29	<i>G</i>	96,25	77
	<i>B</i>	91,25	73	<i>B</i>	63,75	51	<i>T</i>	3,75	3

Для оценки внутрипопуляционного разнообразия были рассчитаны показатели ожидаемой гетерозиготности (H_e) и числа эффективных аллелей (A_e). У чистопородных животных наибольшие значения H_e и A_e отмечены по гену β -LG (46,2 и 1,86 соответственно), тогда как для PRL и LEP эти показатели оказались значительно ниже (16,0 и 7,3 %). Это подтверждает, что ген β -LG вносит больший вклад в поддержание генетической вариабельности популяции (таблица 3).

Таблица 3

Генетическое разнообразие по генам PRL , β -LG и LEP
у овец дагестанской горной породы

Table 3

Genetic diversity in the PRL , β -LG, and LEP genes in Dagestan Mountain sheep

Ген	Число эффективных аллелей (A_e)	Ожидаемая гетерозиготность (H_e), %
PRL	1,19	16,0
β -LG	1,86	46,2
LEP	1,08	7,3

У помесных животных наблюдалась аналогичная тенденция: по генам PRL и LEP доминировали аллели В и G соответственно, а по β -LG сохранялся высокий уровень полиморфизма. Однако у помесей было зафиксировано увеличение частоты аллеля Т гена LEP (15,0 % против 3,8 % у чистопородных), что сопровождалось ростом числа эффективных аллелей ($A_e = 1,30$) и ожидаемой гетерозиготности ($H_e = 26,0$ %). Распределение аллелей и генотипов у помесей представлено в таблице 4.

Таблица 4

Частота аллелей и генотипов по генам PRL , β -LG, LEP
у помесей овец дагестанской горной породы и лакон

Table 4

Allele and genotype frequencies of PRL , β -LG, and LEP genes in Dagestan Mountain and Lacaune crossbred sheep

Показатель	Ген							
	PRL		n	β -LG		n	LEP	
Частота генотипов, %	AA	—	—	AA	10,0	6	GG	76,67
	AB	8,3	5	AB	50,0	30	GT	16,67
	BB	91,7	55	BB	40,0	24	TT	6,67
Частота аллелей, %	A	4,17	5	A	35,0	42	G	85,0
	B	95,83	115	B	65,0	78	T	15,0

Итоговый анализ генетического разнообразия в группе помесей показал, что наибольшая вариабельность также наблюдалась по гену β -LG ($H_e = 46,0$ %), тогда как по гену PRL отмечалась минимальная изменчивость ($H_e = 8,0$ %). При этом увеличение генетической вариабельности по гену LEP у помесей свидетельствует о том, что данный локус наиболее чувствителен к межпородному скрещиванию (таблица 5).

Таблица 5

Генетическое разнообразие по генам *PRL*, *β-LG* и *LEP*
у помесей овец дагестанской горной породы и лакон

Table 5

Genetic diversity of *PRL*, *β-LG*, and *LEP* genes in Dagestan Mountain
and Lacaune crossbred sheep

Ген	Число эффективных аллелей (Ae)	Ожидаемая гетерозиготность (He), %
<i>PRL</i>	1,09	8,0
<i>β-LG</i>	1,89	46,0
<i>LEP</i>	1,30	26,0

Выявленные особенности могут быть объяснены как влиянием исходного генофонда дагестанской горной породы, так и результатами интрогрессии генов лаконской породы. Установленное увеличение частоты аллеля Т по гену *LEP* у помесей указывает на то, что именно этот локус может быть наиболее чувствителен к межпородному скрещиванию. Это согласуется с данными других авторов, где полиморфизмы гена *LEP* рассматривались как значимые для формирования мясо-молочных признаков и жирового обмена у овец различных пород [12, 13].

По гену *PRL* в обеих исследованных группах наблюдалась высокая частота аллеля В и крайне низкая встречаемость аллеля А. Подобное распределение указывает на ограниченное генетическое разнообразие по данному локусу у дагестанской горной породы, что характерно для мясо-шёрстных овец. В то же время у помесных животных, полученных от скрещивания с породой лакон, сохраняется та же тенденция, что может быть связано с влиянием материнской породы и незначительным вкладом интрогрессии в изменение аллельного состава [14, 15].

Что касается гена *β-LG*, полученные результаты показали сохранение сравнительно высокого уровня полиморфизма как в чистопородной группе, так и у помесей. Это доказывает важность данного локуса в формировании технологических свойств молока и его пригодности для переработки. Более высокая доля аллеля В указывает на тенденцию к увеличению удельного веса β-лактоглобулина в белковом составе молока, что может влиять на выход сыра и качество конечной продукции [16, 17].

В целом полученные результаты позволяют заключить, что скрещивание дагестанских горных овец с баранами породы лакон не изменяет существенно генетическую структуру популяции по генам *PRL* и *β-LG*, но ведёт к увеличению вариативности по гену *LEP*. Это свидетельствует о том, что именно *LEP* может служить маркером для оценки влияния интрогрессии на адаптацию и продуктивность животных в условиях интенсивного молочного производства.

Заключение. В ходе проведённой работы установлены различия в распределении аллелей и уровне полиморфизма генов *PRL*, *β-LG* и *LEP* у овец дагестанской горной породы и их помесей с породой лакон. У чистопородных животных выявлено доминирование аллелей В (*PRL*) и G (*LEP*), что свидетельствует о низком уровне генетического разнообразия. Наибольшая вариативность отмечена по гену *β-LG*, обеспечивающему высокий уровень гетерозиготности и значительный вклад в поддержание внутривидовой изменчивости. У помесных животных зафиксировано увеличение частоты аллеля Т по гену *LEP* и рост числа эффективных аллелей, что отражает влияние интрогрессии породы лакон на повышение генетического разнообразия.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на подтверждение ассоциа-

ций выявленных генотипов с продуктивными признаками и оценку их влияния на качественный состав молока.

Список источников

1. Полногеномный поиск ассоциаций однонуклеотидных замен с показателями качества молока у овец (*Ovis aries* L.) породы лакон / М. И. Селионова, В. И. Трухачев, Н. А. Зиновьева и др. // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59. № 4. С. 735–748. DOI: 10.15389/agrobiology.2024.4.735rus
2. Дубовскова М. П. Особенности полиморфизма генов *GH*, *TG5*, *LEP* у скота герфордской породы / М. П. Дубовскова, Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина // Сельскохозяйственный журнал. 2024. Т. 17. № 14. С. 36–44. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/004.4.17.2024
3. Population structure and genetic diversity of 25 Russian sheep breeds based on whole-genome genotyping / Т. Е. Deniskova, А. V. Dotsev, М. I. Selionova et al. // Genetics Selection Evolution. 2018. Vol. 50: 29. DOI: 10.1186/s12711-018-0399-5
4. Genomic prediction based on selected variants from imputed whole-genome sequence data in Australian sheep populations / N. Moghaddar, M. Khansefid, J. H. J. van der Werf et al. // Genetics Selection Evolution. 2019. Vol. 51 (1): 72. DOI: 10.1186/s12711-019-0514-2
5. Куликова А. Я. Полиморфизм генов пролактина (*PRL*) и бета-лактоглобулина (β -*LG*) у овец породы кубанский линкольн // Сборник научных трудов КНЦЗВ. 2025. Т. 14. № 1. С. 17–23. DOI: 10.48612/sbornik-2025-1-4
6. Analysis of Candidate Genes for Growth and Milk Performance Traits in the Egyptian Barki Sheep / I. Abousoliman, H. Reyer, M. Oster et al. // Animals (Basel). 2020. Vol. 10 (2): 197. DOI: 10.3390/ani10020197
7. Correlation analysis between polymorphism of leptin and *IGFI* genes and body measurements in Barki and Farafra sheep / A. M. Darwish, M. A. Abdelhafez, Z. G. Abdel-Hamid et al. // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2023. Vol. 12. DOI: 10.1186/s43088-023-00450-0
8. Полиморфизм генов бета-лактоглобулин и пролактин у овец породы российский мясной меринос и его влияние на молочную продуктивность / А. И. Суров, А. А. Омаров, Е. Д. Карпова, Д. Д. Евлагина // Аграрный научный журнал. 2024. № 12. С. 138–142. DOI: 10.28983/asj.y2024i12pp138-142
9. Пудченко А. Р. Влияние полиморфизма генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина на сыропригодность молока коров голштинской породы разных линий / А. Р. Пудченко, И. Н. Тузов, А. И. Тузов // Сельскохозяйственный журнал. 2024. Т. 17. № 2. С. 120–129. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/012.2.17.2024
10. Orford M. Short communication: Identification of variation in the ovine prolactin gene of Chios sheep with a cost-effective sequence-based typing assay / M. Orford, S. Symeou, G. Banos // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. No. 2. P. 1290–1294. DOI: 10.3168/jds.2016-11721
11. Изучение и проведение ДНК-тестирования сельскохозяйственных животных по генам, определяющим продуктивные качества: методические рекомендации / З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова, Т. Н. Михайленко, Д. Д. Евлагина. Ставрополь: ООО «Ставрополь-сервис-школа», 2022. 78 с. EDN KPMYFF
12. Влияние полиморфизма гена *LEP* 387 на мясную продуктивность овец эдильбаевской породы / В. П. Лушников, А. А. Стрильчук, Л. А. Калашникова, Р. Ю. Сенина // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 3. С. 12–14. DOI: 10.26897/2074-0840-2020-3-12-14
13. Carcass and commercial cut yield of Santa Ines sheep affected by polymorphisms of the *LEP* gene / A. N. Meira, G. C. M. Moreira, L. L. Coutinho et al. // Small Ruminant Research. 2018. Vol. 166. P. 121–128. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2018.06.012
14. Jawasreh K. Effect and Interaction of β -Lactoglobulin, Kappa Casein, and Prolactin Genes on Milk Production and Composition of Awassi Sheep / K. Jawasreh, A. A. Amareen, P. Aad // Animals. 2019. Vol. 9. No. 6. P. 382. DOI: 10.3390/ani9060382
15. Effect of prolactin, beta-lactoglobulin, and kappa-casein genotype on milk yield in East Friesian

sheep / E. A. Staiger, M. L. Thonney, J. W. Buchanan et al. // Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93. No. 4. P. 1736–1742. DOI: 10.3168/jds.2009-2630

16. Евлагина Д. Д. Полиморфизм генов пролактина (PRL), β -лактоглобулина (BLG) овец породы лакон и их связь с молочной продуктивностью // Вестник Марийского государственного университета. 2021. Т. 7. № 4. С. 335–342. DOI: 10.30914/2411-9687-2021-7-4-335-342

17. Associations between the prolactin gene polymorphism and production, reproduction and body weight traits in Awassi sheep / K. Kovács, J. Völgyi-Csík, A. Zsolnai et al. // Archives Animal Breeding. 2006. Vol. 49. P. 513–519

References

1. Genome-wide association study of single-nucleotide substitutions with milk quality traits in sheep (*Ovis aries* L.) of Lacaune breed / M. I. Selionova, V. I. Trukhachev, N. A. Zinoveva et al. // Agricultural biology. 2024. Vol. 59. No. 4. P. 735–748. DOI: 10.15389/agrobiol.2024.4.735rus.

2. Dubovskova M. P. Polymorphism characteristics of *GH*, *TG5*, *LEP* genes in cattle of the Hereford breed / M. P. Dubovskova, E. S. Surzhikova, D. D. Evlagina // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (4). P. 36–44. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/004.4.17.2024.

3. Population structure and genetic diversity of 25 Russian sheep breeds based on whole-genome genotyping / T. E. Deniskova, A. V. Dotsev, M. I. Selionova et al. // Genetics Selection Evolution. 2018. Vol. 50: 29. DOI: 10.1186/s12711-018-0399-5

4. Genomic prediction based on selected variants from imputed whole-genome sequence data in Australian sheep populations / N. Moghaddar, M. Khansefid, J. H. J. van der Werf et al. // Genetics Selection Evolution. 2019. Vol. 51 (1): 72. DOI: 10.1186/s12711-019-0514-2

5. Kulikova A. Ya. Polymorphism of prolactin (*PRL*) and beta-lactoglobulin (β -*LG*) genes in Kuban Lincoln sheep / Collection of Scientific Papers of KRCAHVM. 2025. Vol. 14. No. 1. P. 17–23. DOI: 10.48612/sbornik-2025-1-4

6. Analysis of Candidate Genes for Growth and Milk Performance Traits in the Egyptian Barki Sheep / I. Abousoliman, H. Reyer, M. Oster et al. // Animals (Basel). 2020. Vol. 10 (2): 197. DOI: 10.3390/ani10020197

7. Correlation analysis between polymorphism of leptin and *IGFI* genes and body measurements in Barki and Farafra sheep / A. M. Darwish, M. A. Abdelhafez, Z. G. Abdel-Hamid et al. // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2023. Vol. 12. DOI: 10.1186/s43088-023-00450-0

8. Polymorphism of beta-lactoglobulin and prolactin genes in Russian meat merino sheep and its effect on milk yield / A. I. Surov, A. A. Omarov, E. D. Karpova, D. D. Evlagina // Agrarian Scientific Journal. 2024. No. 12. P. 138–142. DOI: 10.28983/asj.y2024i12pp138-142

9. Pudchenko A. R. Effect of kappa-casein and beta-lactoglobulin gene polymorphism on the milk suitability for cheese-making from Holstein cows of different lines / A. R. Pudchenko, I. N. Tuzov, A. I. Tuzov // Agricultural Journal. 2024. Vol. 17. No. 2. P. 120–129. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/012.2.17.2024

10. Orford M. Short communication: Identification of variation in the ovine prolactin gene of Chios sheep with a cost-effective sequence-based typing assay / M. Orford, S. Symeou, G. Banos // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. No. 2. P. 1290–1294. DOI: 10.3168/jds.2016-11721

11. Study and DNA Testing of farm animals for genes determining productive traits: methodical guidelines / Z. K. Gadzhiev, E. S. Surzhikova, T. N. Mikhailenko, D. D. Evlagina. Stavropol: LLC “Stavropol-Service-School”, 2022. 78 p. EDN KPMYFF.

12. Influence of polymorphism of *LEP* 387 gene on meat productivity of Edilbaev sheep breed / V. P. Lushnikov, A. A. Strelchuk, L. A. Kalashnikova, R. Yu. Senina // Sheep, goats, wool business. 2020. No. 3. P. 12–14. DOI: 10.26897/2074-0840-2020-3-12-14.

13. Carcass and commercial cut yield of Santa Ines sheep affected by polymorphisms of the *LEP* gene / A. N. Meira, G. C. M. Moreira, L. L. Coutinho et al. // Small Ruminant Research. 2018. Vol. 166. P. 121–128. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2018.06.012

14. Jawasreh K. Effect and Interaction of β -Lactoglobulin, Kappa Casein, and Prolactin Genes on Milk Production and Composition of Awassi Sheep / K. Jawasreh, A. A. Amareen, P. Aad // Animals. 2019. Vol. 9. No. 6. P. 382. DOI: 10.3390/ani9060382

15. Effect of prolactin, beta-lactoglobulin, and kappa-casein genotype on milk yield in East Friesian sheep / E. A. Staiger, M. L. Thonney, J. W. Buchanan et al. // Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93. No. 4. P. 1736–1742. DOI: 10.3168/jds.2009-2630
16. Evlagina D. D. Polymorphism of prolactin (*PRL*) and beta-lactoglobulin (*BLG*) genes in the La-caune sheep and their relationship with milk productivity // Vestnik of the Mari State University. 2021. Vol. 7. No. 4. P. 335–342. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-4-335-342>
17. Associations between the prolactin gene polymorphism and production, reproduction and body weight traits in Awassi sheep / K. Kovács, J. Völgyi-Csík, A. Zsolnai et al. // Archives Animal Breeding. 2006. Vol. 49. P. 513–519

Информация об авторах

Степаненко Валерия Александровна, младший научный сотрудник лаборатории перспективных молочных ресурсов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск. Генеральный директор ООО «ОВИСМИЛК», ул. Чапаева, 4/1 А, г. Ставрополь, тел.: +7 988 734-24-23, ORCID: 0009-0005-7740-450X, e-mail: stepanenko-lera@mail.ru

Карпова Екатерина Дмитриевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией перспективных молочных ресурсов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск. Научный руководитель ООО «ОВИСМИЛК», ул. Чапаева, 4/1 А, г. Ставрополь, тел.: +7 988 094-31-21, ORCID: 0000-0002-3900-4434, e-mail: karpova@fnac.center

Суров Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории перспективных молочных ресурсов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск. Научный консультант ООО «ОВИСМИЛК», ул. Чапаева, 4/1 А, г. Ставрополь, тел.: +7 988 094-31-21, ORCID: 0000-0002-3892-6621, e-mail: surov.stv@yandex.ru

Information about the authors

V. A. Stepanenko, Junior Researcher, Laboratory of Advanced Dairy Resources, Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, St., Mikhailovsk. General Director of LLC “OVISMILK”, 4/1 A Chapaeva St., Stavropol, Stavropol Territory, Russia, tel.: +7-988-734-2423, ORCID: 0009-0005-7740-450X, e-mail: stepanenko-lera@mail.ru

E. D. Karpova, Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Advanced Dairy Resources, Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Mikhailovsk. Scientific Supervisor of LLC “OVISMILK”, 4/1 A Chapaeva St., Stavropol, tel.: +7-988-094-3121, ORCID: 0000-0002-3900-4434, e-mail: karpova@fnac.center

A. I. Surov, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Advanced Dairy Resources, Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Mikhailovsk. Scientific Consultant, LLC “OVISMILK”, 4/1 A Chapaeva St., Stavropol, tel.: +7-988-094-3121, ORCID: 0000-0002-3892-6621, e-mail: surov.stv@yandex.ru

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 05.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 05.02.2026; accepted for publication 17.03.2026

Степаненко В. А., Карпова Е. Д., Суров А. И.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 153-167
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 153-167

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 638.19

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.19.2026

РАННЕВЕСЕННЕ НАРАЩИВАНИЕ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОСЕМЕНЕНИЯ ПЧЕЛИНЫХ МАТОК

Татьяна Александровна Усенко¹, Григорий Васильевич Комлацкий²

¹ФГБНУ «Научный центр пчеловодства» – филиал «Краснополянская опытная станция пчеловодства», Россия, г. Сочи

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: gregwk@mail.ru

Аннотация. В 2022–2024 годах на Краснополянской опытной станции пчеловодства проведены исследования по использованию инструментального осеменения пчелиных маток для ранневесеннего наращивания пчелиных семей. Объектом исследования явились пчелы серой горной кавказской породы. Для эксперимента были сформированы по принципу семей-аналогов контрольная и две опытных группы. Пчелиные матки контрольной группы осеменялись естественным спариванием, первой опытной группы – спермой, отобранной вручную; второй опытной – спермой, полученной с применением разработанного электроэякулятора. Для осеменения использовали одну дозу спермы, отобранной от 8–10 трутней. По методике Я. С. Дубинчика исследовали показатели жизнедеятельности сперматозоидов. Яйценоскость пчелиных маток изучали с помощью рамки-сетки. Вывод пчелиных маток осуществляли методом однократного переноса личинки в восковые мисочки. В результате исследования установлено, что использование электроэякулятора не оказало отрицательного влияния на качество эякулята, при этом время на проведение операции, по сравнению с ручным способом, сократилось на 78,8 %. Одновременно экспериментально установлен оптимальный возраст трутней для получения качественного электроэякулята. При использовании метода сравнения и анализа выявлен наилучший вариант подсадки в семьи инструментально осемененных пчелиных маток. Оценка яйценоскости в течение 2 лет показала максимальный показатель у пчелиных маток, осемененных с применением электроэякулятора. Эту тенденцию подтвердили также результаты выращивания печатного расплода и мониторинг медовой и восковой продуктивности. Обобщая полученные данные, можно сделать вывод о том, что использование для ранневесеннего наращивания семей метода инструментального осеменения обеспечивает получение в установленные сроки сильных семей с заданными хозяйственно полезными качествами, что является актуальным для реализации опылительной функции пчел на посевах энтомофильных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: пчеловодство, опыление, ранневесеннее наращивание семей, инструментальное осеменение, электроэякулятор, яйценоскость, продуктивность

Для цитирования: Усенко Т. А., Комлацкий Г. В. Ранневесеннее наращивание пчелиных семей с использованием инструментального осеменения пчелиных маток // Сельскохозяйственный журнал // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 153-167. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

EARLY- SPRING BUILD- UP OF HONEYBEE COLONIES USING INSTRUMENTAL INSEMINATION OF QUEEN BEES

Tatiana A. Usenko¹, Grigorii V. Komlatskii ²

¹FSBSI “Scientific Center of Beekeeping” – a branch of “Krasnopolyanskaya Experimental Beekeeping Station”, Russia, Sochi

²FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia, Krasnodar, e-mail: gregwk@mail.ru

Abstract. From 2022 to 2024, the Krasnopolyanskaya Experimental Beekeeping Station conducted research on the use of instrumental insemination of queen bees for early spring colony expansion. The study focused on gray mountain Caucasian honeybees. For the experiment, a control and two experimental groups were formed using the analog colony principle. Queen bees in the control group were inseminated by natural mating, those in the first experimental group were inseminated with manually collected sperm, and those in the second experimental group were inseminated with sperm obtained using a developed electroejaculator. A single dose of sperm collected from 8-10 drones was used for insemination. Sperm vitality was measured using the method of Ya. S. Dubinchik. Egg production of queen bees was studied using queen excluder frames. Queen bee hatching was accomplished by a single transfer of larvae into wax queen cell cups. The study found that using an electroejaculator had no negative impact on ejaculate quality, while the time required for the procedure was reduced by 78,8% compared to manual methods. The optimal drone age for producing high-quality electroejaculate was also experimentally established. Using a comparison and analysis method, the best method for introducing instrumentally inseminated queen bees into colonies was identified. A two-year egg production assessment revealed the highest egg production in queen bees inseminated using an electroejaculator. This trend was also confirmed by the results of sealed brood rearing and monitoring of honey and wax production. Summarizing the obtained data, it can be concluded that using instrumental insemination for early spring colony buildup ensures the production of strong colonies with desired economically useful qualities within the specified timeframe, which is essential for the pollination function of bees in entomophilous crops.

Key words: beekeeping, pollination, early spring build- up of colonies, instrumental insemination, electroejaculator, egg production, productivity

For citation: Usenko T.A., Komlatskii G.V. Early- spring build- up of honeybee colonies using instrumental insemination of queen bees // Agricultural journal. 2026. No. 1 (19). P. 153-167. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.19.2026

Введение. В условиях трансформации сельского хозяйства в индустриальное производство существенно возросла роль пчеловодства в обеспечении продуктивности энтомофильных культур [1; 2]. Пчелоопыление в современных условиях рассматривается как важный агротехнический прием, повышающий урожайность опыляемых растений от 15 до 40 %, улучшающий качество семян и плодов и вносящий существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны [3]. В зоне индустриального агроценоза опылительная деятельность пчел в большинстве случаев совпадает с основным медосбором.

Следует отметить, что для обширных массивов энтомофилов медоносные пчелы в современных условиях являются основными организованными опылителями, так как «дикие» насекомые-опылители повсеместно уничтожены вследствие массового применения химических средств защиты растений [4], между тем существует устойчивая тенденция к снижению численности и продуктивного потенциала пчелиных семей. Так, в Российской Федерации в настоящий момент насчитывается около 3,5 млн пчелиных семей, в том числе в Краснодарском крае – 137 тысяч, что недостаточно для эффективного опыления. В этих условиях особую актуальность приобретает задача не только сохранения, но и целенаправленного повышения эффективности пчел как опылителей, что требует перехода от экстенсивных методов пчеловодства к технологиям, основанным на глубоких знаниях биологии и управляемой селекции. В этой связи актуализируется поиск научно обоснованных методов, направленных на повышение продуктивных качеств пчелиных семей [5; 6].

Традиционная система организации опылительной деятельности, при которой на цветущие массивы вывозятся малопродуктивные пчелиные семьи, не в полной мере отвечает требованиям современных агротехнологий. Разнородность генетического материала, неконтролируемое спаривание маток, а также значительная вариабельность в силе и поведенческих характеристиках семей приводят к нестабильным результатам опыления и низкой медовой продуктивности.

Как для эффективного медосбора, так и для полноценного опыления необходимо, чтобы к началу массового цветения были сформированы сильные пчелиные семьи. Достичь результата можно путем интенсивного ранневесеннего наращивания. С этой целью часто используют разнообразные подкормки и другие технологические приемы [7].

Важным фактором в этом процессе служит использование качественных пчелиных маток, полученных от известных родителей с заданными хозяйственно полезными признаками, обеспечивающими повышение продуктивности пчелиных семей от 10 до 25 %. Только хорошо развитая и плодовитая матка способна создать сильную пчелиную семью [8; 9].

По имеющимся данным, при общей, примерно 10-миллионной, численности пчелиных семей в странах Евразийского Союза ежегодная потребность в пчелиных матках составляет около 7 млн особей, из них около 1 млн необходимо для прироста семей и формирования временных отводков с целью наращивания пчел к главному медосбору.

Традиционные методы разведения пчел, основанные на естественном спаривании маток с трутнями, сталкиваются с существенными ограничениями. Неконтролируемый процесс спаривания в условиях естественного окружения затрудняет точное наследование желаемых качеств, таких как высокая медопродуктивность, устойчивость к заболеваниям, миролюбие и зимостойкость. Кроме того, при имеющейся численности невозможно в ранние сроки нарастить необходимое количество пчелиных семей.

Преодолеть эти барьеры позволяет инструментальное осеменение маток, дающее возможность за счет точного подбора родительских пар закреплять желаемые хозяйственно полезные признаки [10]. Данный способ считается эффективным методом разведения пчел, а также фактором повышения продуктивности пчелиных семей [11], позволяющим проводить осеменение в оптимальные сроки вне зависимости от погоды. Помимо этого, имеется возможность получения пчел-помесей 1-го поколения, характеризующихся повышенными продуктивными качествами.

Успех инструментального осеменения определяется активностью и количеством маток, начавших кладку оплодотворенных яиц. В течение 4-5 суток после осеменения у маток происходят физиологические изменения, связанные с началом воспроизводительной функции. Скорость этих изменений зависит от объема вводимой спермы, способа содержания маток до и после осеменения, силы пчелиных семей и других факторов [12].

Использование инструментального осеменения позволяет в разных зонах страны создать массивы районированных пород пчел и широко использовать перспективные варианты промышленного скрещивания. [13]

Инструментальное осеменение широко распространено во многих странах мира, в том числе в Австрии, Франции, США, Чехии. В Польше более 90 % всех произведенных плодных маток получают с помощью данной технологии [14]. Совершенствованием оборудования европейской технологии инструментального осеменения маток занимаются специалисты ОКБ «Аписфера-М» (г. Рыбное Рязанской области).

В российском пчеловодстве широкого применения эта технология пока не получила и используется в научных учреждениях, связанных с пчеловодством, и в племенных хозяйствах, ведущих селекционную работу [15]. Главная причина недостаточного внедрения – несовершенство технологии и оборудования, приводящее к большим затратам труда и времени на получение плодных маток. Массовое применение для наращивания пчелиных семей затруднено из-за сложности отбора спермы, высокой трудоемкости процесса, отсутствия специалистов и др. [16].

Как известно, этап получения спермы трутней является важным элементом технологии инструментального осеменения, от которого напрямую зависит успех всего метода. Существующие методики ручного отбора спермы, несмотря на свою распространенность, часто характеризуются трудоемкостью, низкой производительностью и возможностью контаминации образцов. В данном контексте использование разработанного нами электроэякулятора, представляется логичным и перспективным направлением модернизации процесса. Устройство, используя минимальное напряжение электрического тока, позволяет стандартизировать процедуру получения спермы, потенциально уменьшая время, используемое для ее отбора.

Цель исследований – комплексный анализ возможности использования инструментального осеменения пчелиных маток для ранневесеннего наращивания пчелиных семей.

Материал и методы исследований. Исследования были проведены в период с 2022 по 2024 год на Краснополянской опытной станции пчеловодства, на которой оборудована лаборатория по инструментальному осеменению пчелиных маток. Объектом исследования явились пчелы серой горной кавказской породы. Предметом исследования стали продуктивные показатели пчелиных семей с пчелиными матками, осемененными с применением разработанного электроэякулятора.

При проведении исследований руководствовались методическими указаниями и рекомендациями по проведению исследований в пчеловодстве [17; 18].

Для эксперимента отбирались и оценивались пчелиные семьи с одинаковой силой (в улочках), учитывались их продуктивность, биологические и экстерьерные признаки. Подбор исследуемых семей вели по цвету их хитинового покрова, поведению и отсутствию признаков заболеваний.

Для эксперимента сформировали по принципу семей-аналогов контрольную и две опытные группы. Пчелиные матки контрольной группы осеменялись естественным спариванием, первой опытной группы – спермой, отобранной вручную; второй опытной – спермой, полученной с применением разработанного электроэякулятора.

Для осеменения пчелиной матки использовали одну дозу спермы в количестве 8 мкг, отобранной от 8–10 трутней [19]. По методике Я. С. Дубинчика исследовали показатели жизнедеятельности сперматозоидов при воздействии на них электричества и без его применения [20]. С помощью методов наблюдения и сравнения выявляли возраст трутней с наилучшими показателями электроэякуляции. Для облегчения процедуры взятия эякулята у трутней использовали разработанный электроэякулятор.

Качество сперматозоидов оценивали под микроскопом, определяя густоту, жизнеспособность и количество сперматозоидов. Жизнеспособность сперматозоидов рассматривали по прямолинейно-поступательным движениям. Количество сперматозоидов в трутневом эякуляте подсчитывали по общепринятой методике в камере Горяева.

Яйценоскость пчелиных маток изучали, применяя рамку-сетку, различные технологии подсадки осемененных маток, их выживаемость и работоспособность в течение 2 лет – эмпирические методы исследования.

Вывод пчелиных маток осуществляли методом однократного переноса личинки в восковые мисочки по методике Д. Дулитла [21].

Инструментальное осеменение пчелиных маток выполняли на оборудовании Р. Schley (Германия). Для инструментального осеменения отбирали крупных пчелиных маток, оценку их состояния проводили путем осмотра под микроскопом.

Неплодных пчелиных маток осеменяли в возрасте 6–13 дней, что соответствовало их биологическим особенностям при естественном спаривании.

Расчет медовой продуктивности вели, исходя из общего количества меда, собранного за медосборный сезон. Восковую продуктивность рассчитывали из общего количества воска, полученного в процессе откачки меда.

Результаты исследований и их обсуждение. Успех получения качественных маток во многом зависит от качества спермы. Для определения оптимального возраста трутней выбрали особей на 10, 17 и 24-й день после выведения для взятия спермы. Отбор осуществляли из середины гнезда в период активной летной деятельности. В этот период трутни с крайних рамок перемещаются ближе к летку, стремясь вылететь на спаривание или ориентировочный облет. Для сохранения большего количества трутней из семьи убрали пчелиную матку. После включения электроэякулятора в сеть устанавливали необходимое напряжение. Для безопасности работы сила тока не превышала 5 мкА.

В ходе проведения эксперимента установлено, что выворачивание эндофаллоса у трутней тесно связано с напряжением тока. Среди апробированных значений напряжения лучший результат зафиксирован при напряжении тока выше 170 В, а максимальный эффект с полным выворачиванием – при напряжении 200–220 В (таблица 1).

Таблица 1

Результаты выворачивания эндофаллоса (n = 50)

Table 1

Results of endophallus eversion (n = 50)

Напряжение тока, В	Количество трутней, шт.	Количество трутней с полным выворачиванием эндофаллоса, шт.
150	50	
160	50	31
170	50	35
180	50	41
190	50	44
200	50	47
210	50	47
220	50	49

Как известно, при ручном отборе для полного выделения эякулята у трутня оператору необходимо затратить дополнительное время на добавочные манипуляции. Так, по данным исследований Р. Д. Роба, на выворачивание эндофаллоса у трутня при ручном способе затрачивается $6,97 \pm 0,12$ сек. Использование электроэякулятора сокращает время на отбор, что подтверждается полученными данными (таблица 2).

Таблица 2

Время, затраченное на отбор спермы у трутня, сек. (n = 30)

Table 2

Time spent on sperm collection from a drone, sec. (n=30)

Группа	Затрачиваемое время для получения эякулята
Контрольная (ручной отбор семени)	$6,38 \pm 0,18$
Опытная (с применением электроэякулятора)	$1,35 \pm 0,10$

Как следует из таблицы 2, при ручном способе отбора семени у трутней было затрачено $6,38 \pm 0,18$ сек., а с применением электроэякулятора – всего $1,35 \pm 0,10$ сек. Разница составила 5,03 сек., а экономия времени на операцию – 78,8 %, благодаря чему существенно повышается производительность труда оператора.

В ходе исследований выявлено, что при выбрасывании эндофаллуса не всегда происходит выделение эякулята. При его отсутствии к таким особям приходится применять дополнительные манипуляции по стимулированию.

Для изучения данного факта был проведен эксперимент по определению возраста трутней, при котором происходит выделение семени без затраты времени на дополнительные действия. Для определения оптимального возраста трутней выбрали особей на 10, 17 и 24-й день после выведения. В опытной группе для взятия семени применяли электроэякулятор, а в контрольной группе отбор выполняли вручную. Данные эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3
Результаты выделения семени трутнями разного возраста, напряжение 200 В (n = 36)
Table 3

Results of sperm release by drones of different ages, voltage 200 V, (n=36)						
Группа	Возраст трутней, дней					
	10		17		24	
	Количество особей					
	без выделе- ния	с выделе- нием	без выделе- ния	с выделе- нием	без выделе- ния	с выделе- нием
Опытная	20	16	13	23	7	29
Контрольная (без электро- эякулятора)	26	10	20	16	16	20

Из данных таблицы 3 следует, что количество трутней, у которых происходит выделение семени при выворачивании эндофаллуса, возрастает с увеличением возраста. Максимальный эффект выявлен у 24-дневных, минимальный – у 10-дневных трутней. Эта тенденция прослеживается при обоих способах отбора семени.

Была выполнена оценка качества спермы по густоте, концентрации сперматозоидов и их подвижности. Для исследования использовали дозу, необходимую для осеменения одной пчелиной матки. Были сформированы две группы, в каждой из которой находились трутни 10-, 17- и 24-дневного возраста. В контрольной группе отбор семени проводился вручную, в опытной группе – с применением электроэякулятора.

Результаты оценки качества семени трутней, представленные в таблице 4.

Таблица 4
Качество спермы трутней (n = 10 доз)

Sperm quality of drones (n=10 doses)						
Возраст трутней, дней	Показатели качества спермы					
	Контрольная (без электроэякулятора)			Опытная (с электроэякулятором)		
	Концентрация сперматозоидов, млн/мкл	Густота	Подвижность, %	Концентрация сперматозоидов, млн/мкл	Густота,	Подвижность, %
10 дней	2,06±0,3	Средняя	40	2,05±0,4	Средняя	40
17 дней	4,63±0,2	Густая	70	4,60±0,3	Густая	70
24 дня	5,06±0,3	Густая	90	5,06±0,4	Густая	90

Данные свидетельствуют о том, что использование электроэякулятора не оказало отрицательного влияния на изучаемые показатели. Одновременно установлено, что с

возрастом качество спермы улучшается. Эякулят 10-дневных трутней, отобранный ручным способом, был негустым, малоподвижным и не отличался от эякулята, полученного от трутней такого же возраста с применением электроэякулятора. Наилучшим качеством обладала сперма, полученная в опытной группе от трутней 24-дневного возраста: ее показатели имели наибольшую концентрацию – 5,06 млн/мкл, густоту и подвижность до 90 %.

Важным этапом в технологии инструментального осеменения является подсадка осемененных пчелиных маток в пчелиные семьи. Опыт показал, что пчелы не всегда их принимают по причине того, что они спаривались в неестественных условиях. В наших исследованиях принятые маточки из семей-воспитательниц на 10-й день после прививки переносились в нуклеусы, где в дальнейшем из них выводились неплодные матки. На 8-й день их инструментально осеменяли.

Было испытано 3 способа подсадки пчелиных маток. В контрольной группе после естественного спаривания и начала яйцекладки пчелиных маток сразу подсаживали в основные безматочные семьи. В первой опытной группе маток подсаживали через 5 минут и через 24 часа после инструментального осеменения сначала в нуклеусы, где они были выведены, а затем, после начала яйцекладки, в основные безматочные семьи. Во второй опытной группе изучали принятие инструментально осемененных пчелиных маток, подсаженных сразу в основные безматочные семьи через 5 минут и через 24 часа после осеменения. В обеих опытных группах пчелиные матки осеменялись спермой трутней, отобранной с использованием электроэякулятора. Полученные результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты приема пчелиных маток (n = 36)

Table 5

Results of the acceptance of bee queens (n=36)

Группы	Подсадка пчелиных маток						Начало яйцекладки
	в нуклеусы, где были выведе- ны, шт.		из нуклеусов после начала яй- цекладки в основные безматочные семьи, шт.		в основные безматочные семьи, шт.		
	Период от осеменения до подсадки						
5 минут	24 часа	5 минут	24 часа	5 минут	24 часа		
Контроль- ная	—	—	—	—	33		10–13 день от вывода
1-я опытная	35	31	34	30	—	—	3-4 день после осеменения
2-я опытная	—	—	—	—	29	26	6-7 день после осеменения

Данные таблицы 5 свидетельствуют, что в контрольной группе пчелы приняли 33 пчелиные матки из 36 подсаженных, а яйцекладка у них началась на 10–13 день после их вывода из маточников.

В первой опытной группе из 36 пчелиных маток было принято 35 особей, подсаженных в нуклеусы через 5 минут после осеменения, и 31 пчелиная матка, подсаженная туда через 24 часа после осеменения. При дальнейшей подсадке в основные безматочные семьи было принято 34 особи, подсаженные ранее в нуклеусы через 5 минут после осеменения, и 31 пчелиная матка, подсаженная в нуклеусы через 24 часа после

осеменения. Яйцекладка в этой группе началась на 3-4 день после их инструментального осеменения.

При подсадке в основные безматочные семьи пчелиных маток из второй опытной группы зафиксировано различие в принятии маток. В семьях, куда подсадили матку через 5 минут после осеменения, было принято 29 особей. Худший результат получен в семьях, в которых маток подсадили через 24 часа после осеменения – там было принято 26 особей. Яйцекладка в этой группе началась на 6-7 день после инструментального осеменения.

Данные позволяют сделать вывод о том, что лучший эффект по принятию инструментально осемененных пчелиных маток получен в случае, когда маток через 5 минут после осеменения подсаживают сначала в нуклеусы, а затем, после начала яйцекладки, пересаживают в основные безматочные семьи. Также здесь зафиксировано самое раннее из всех вариантов начало яйцекладки – на 3-4 день после осеменения, что на 10 дней раньше, чем при естественном спаривании, и на 3-4 дня – в случае подсадки в нуклеусы через 24 часа после осеменения.

Для исследования выживаемости и продуктивности плодных пчелиных маток осуществили опыты, в которых подопытных пчелиных маток разделили на 3 группы по 10 маток в каждой: контрольная (естественное спаривание) и две опытные (инструментальное осеменение без применения и с применением электроэякулятора). В обеих опытных группах учитывали отход пчелиных маток в процессе осеменения и выбраковку через 10 дней, в контрольной – выбраковку через 10 дней после осеменения. Продуктивно работавших маток оценивали в течение 2 лет, среднюю яйценоскость проверяли на втором году жизни пчелиных маток. Результаты исследований представлены в таблице 6.

Таблица 6

Выживаемость пчелиных маток
после осеменения с применением электроэякулятора (n = 10)

Table 6

Survival rate of bee queens after insemination using an electroejaculator (n=10)

Показатели	Технологии осеменения		
	Естественное спаривание маток (контрольная)	Инструментальное осеменение маток (1-я опытная группа)	Инструментальное осеменение маток с применением электроэякулятора (2-я опытная группа)
Отход пчелиных маток в процессе и сразу после инструментального осеменения, шт.	–	3	1
Выбраковка на 10-е сутки, шт.	2	1	1
Количество пчелиных маток, продуктивно работающих 2 года, шт.	7	6	8
Средняя яйценоскость на втором году жизни, тыс. яиц	1228,3±113,6	1328,8±121,2	1415,5±126,9

Установлено, что отход пчелиных маток в процессе и сразу после осеменения наблюдался в обеих опытных группах и составил 3 и 1 матку соответственно, при этом в группе с использованием электроэякулятора зафиксировали наименьший отход.

Максимальное количество выбракованных пчелиных маток на 10-е сутки после осеменения зарегистрировано в контрольной группе – 2 ед., в первой и второй опытных группах – по 1 дефектной матке.

Яйценоскость маток изучали методом прямого учета по числу отложенных яиц. В середину гнезда помещали 1-2 рамки с сотами или только отстроенную искусственную вошину. Точный учет яйценоскости пчелиных маток проводили путем определения площади расплода с использованием специальной измерительной рамки-сетки. Рамку разделяли леской на квадраты со сторонами 5 × 5 см, вмещающих по 100 пчелиных ячеек. На одной стороне стандартной рамки умещалось 40 квадратов. Подсчитывали печатный расплод (количество квадратов) с помощью наложения рамки-сетки на соты с расплодом.

При расчетах яйценоскости делали поправку на пестрый расплод. Оценку по яйценоскости проводили в первую половину лета, до начала главного медосбора, когда матка откладывает максимальное количество яиц; учет яйценоскости пчелиных маток – на 14-й день после подсадки их в пчелиную семью. Результаты представлены в таблице 7 (данные за 2022, 2023, 2024 годы).

Таблица 7

Яйценоскость пчелиных маток на 14-е сутки после подсадки (n = 36)

Table 7

Egg production of bee queens on the 14th day after introduction (n=36)

Отложено яиц в сутки, шт.		
Естественное спаривание	Инструментальное осеменение	
Подсадка пчелиных маток в безматочные пчелиные семьи	Подсадка пчелиных маток в нуклеусы через 15 мин., после и/с, а затем в безматочные семьи	Подсадка пчелиных маток в безматочные пчелиные семьи через 24 часа
Контрольная группа	1-я группа	2-я группа
2022год		
928,54±19,38	1175,25±19,43	923,32±19,46
2023 год		
936,35±20,46	1235,25±16,38	926,32±20,31
2024 год		
931,28±13,26	1203,37±20,62	918,32±19,32

Из таблицы 6 следует, что количество маток, продуктивно работавших в пчелиных семьях в течение 2 лет, оказалось максимальным во второй опытной группе – 8 особей при среднесуточной яйценоскости 1 415 яиц в сутки, тогда, как в первой опытной группе – 6 пчелиных маток с яйценоскостью 1 328 яиц. В контрольной группе зафиксировано 7 продуктивных маток с яйценоскостью 1 228 яиц. Таким образом, максимальный показатель яйценоскости пчелиных маток второго года жизни установлен во второй группе, где использовались пчелиные матки, осемененные с применением электроэякулятора.

Исследованиями установлена целесообразность подсадки осеменённых маток в безматочные пчелиные семьи с использованием в промежутке подсадки нуклеусы, в которых они были выведены. Данные, представленные в таблице 7, свидетельствуют о том, что яйценоскость пчелиных маток и подсадка их в безматочные семьи через 24 часа после осеменения так же, как и подсадка, после естественного спаривания, были почти одинаковыми.

Яйценоскость в контрольной группе в 2023 году составила $936,35 \pm 20,46$ шт./сутки, во второй опытной группе – $926,32 \pm 20,31$ шт./сутки. Максимальный результат яйценоскости зафиксирован в первой опытной группе – $1\,235,25 \pm 16,38$ шт./сутки, где инструментально осеменённых родоначальниц подсадили через 15 минут после их осеменения.

Для обеспечения продуктивного медосбора и эффективного опыления требуются полноценные пчелиные семьи, поэтому чем больше яиц отложит пчелиная матка, тем сильнее будет пчелиная семья к началу медосбора. От ее яйценоскости и количества выращенного печатного расплода зависит сила пчелиной семьи.

В таблице 8 представлены результаты выращивания печатного расплода с пчелиными матками, осеменёнными разным способом. Количество запечатанного расплода оценивали на 6-й день после начала яйцекладки.

Таблица 8

Результаты наращивания печатного расплода (n = 10)

Table 8

Results of increase in sealed brood. (n=10)

Группы	Способ осеменения	Печатный расплод улочек
Контрольная	При естественном спаривании	$2,5 \pm 0,2$
Опытная	При инструментальном осеменении	$3,0 \pm 0,4$

Как следует из приведенных в таблице 8 данных, на 6-й день после начала яйцекладки в опытной группе было на 0,5 улочки больше, чем в контрольной, что дает основание судить о более интенсивном наращивании печатного расплода в семьях с инструментально осеменёнными матками.

В таблице 9 представлены результаты выращивания запечатанного расплода на 20-й день после подсадки в семьи.

Таблица 9

Результаты выращивания печатного расплода
при использовании инструментального осеменения (n = 10)

Table 9

Results of growing sealed brood using instrumental insemination (n=10)

Группы	Показатели	Печатный расплод в улочках
Контрольная	Без применения электроэякулятора для трутней	$2,4 \pm 0,6$
Опытная	С применением электроэякулятора для трутней	$3,2 \pm 0,3$

Из данных таблицы 9 следует, что в опытной группе яйцекладка проходила активнее, что отразилось на увеличении силы пчелиных семей к медосбору – на 0,8 улоч-

ки больше, чем в контрольной группе. Интенсивность наращивания при использовании электроэякулятора увеличилась на 20 %.

Полученные данные по оценке медовой и восковой продуктивности свидетельствуют об эффективности инструментального осеменения пчелиных маток с применением электроэякулята (таблица 10).

Таблица 10

Продуктивные показатели пчелиных семей (n = 10)

Table 10

Productive parameters of bee colonies (n=10)

Группы	Способы осеменения	Товарный мёд, кг	Воск, г
2022 год			
Контрольная	При естественном спаривании	21,70±0,85	604,60±4,97
Опытная	При инструментальном осеменении с использованием электроэякулятора	29,40±0,99	687,40±4,2
2023 год			
Контрольная	При естественном спаривании	26,30±0,37	625,38±2,75
Опытная	При инструментальном осеменении с использованием электроэякулятора	30,27±0,73	693,24±3,5
2024 год			
Контрольная	При естественном спаривании	27,53±0,32	618,27±3,68
Опытная	При инструментальном осеменении с использованием электроэякулятора	31,67±0,81	664,83±3,8

Учитывались показатели семей в контрольной группе, где использовались пчелиные матки, естественно спарившиеся, и в опытной группе – с пчеломатками, осеменёнными с применением электроэякулятора.

Результаты таблицы 10 показывают, что семьи, сформированные с участием инструментально осеменённых пчелиных маток, имевших высокую яйценоскость и отличавшихся лучшим развитием колоний (в них было больше: расплода – на 0,7 улочек, пчел к периоду медосбора – на 20 %), отличались лучшими показателями продуктивности меда (+21 %), воска (+10 %).

Закключение. Одним из эффективных способов получения для опыления сильных пчелиных семей с заданными хозяйственно полезными признаками является ранневесеннее наращивание семей с использованием инструментального осеменения пчелиных маток с разработанным электроэякулятора.

В результате проведенных исследований установлено, что применение устройства не оказывает отрицательного влияния на качество эякулята, существенно сокращая при этом время на отбор, повышая производительность труда оператора.

Экспериментально установлено, что лучший эффект по принятию осеменённых маток получен в случае, когда маток через 5 минут после осеменения подсаживают сначала в нуклеусы, а затем, после начала яйцекладки, пересаживают в основные без-

маточные семьи. Результаты выращивания печатного расплода с пчелиными матками, осемененными разными способами, подтвердили более интенсивное наращивании печатного расплода в семьях с инструментально осемененными матками. Эффективность данного приема подтверждено повышением медовой и восковой продуктивности.

Список источников

1. Комлацкий В. И., Стрельбицкая О. В., Купченко А. А. Значение и место пчеловодства в индустриальном агроценозе // Труды Кубанского ГАУ. 2019. № 77. С. 161–165. DOI: 1021515/1999-1703-77-161-165
2. Чугреев М. К., Тормосина Т. Т. Сравнительное изучение работы карпатских пчел на опылении клевера лугового в условиях Ярославской области // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 5. С. 70–71. ISSN 0235-2451
3. Кулаков В. Н. Оценка экономического эффекта трофических связей медоносных пчел и энтомофильных растений // Главный зоотехник. 2020. № 9. С. 50–59. EDN: HHZDSW
4. Панков Д. Н. Разнообразие опылителей и их значение в формировании урожайности эспарцета // Вестник Алтайского ГАУ. 2011. № 3 (77). С. 61–64. EDN NDSMRL
5. Рудак А. Н. Роль пчел как опылителей в эффективности аграрной экономики // Наше сельское хозяйство. 2025. № 12. С. 73–76. EDN: AGENXS
6. Горлов И. Ф., Мосолов А. А. Инновационные способы повышения эффективности производства и переработки продукции пчеловодства: монография. Волгоград: ООО «Волгоградское научное издательство». 2013. 144 с. ISBN 978-5-906081-96-4
7. Гаева Д. В. Опыление как экосистемная услуга в аграрном природопользовании // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2015. № 1. С. 19–34. EDN: UL-WNON
8. Мосолов А. А., Авдеенко О. В., Маслова Е. В. Новое в повышении продуктивности пчел // Пчеловодство. 2008. № 5. С. 26–28. ISSN 0369-8629
9. Любимов А. И., Воробьева С. Л. Качественные характеристики маток, влияющие на жизненный цикл семей // Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2014. Т. 220. № 4. С. 154–157. EDN: TDRMIF
10. Брандорф А. З., Рычков И. Н. Способ получения пчелиных маток и их качество // Пчеловодство. 2010. № 4. С. 36–39. ISSN 0369-8629
11. Гиниятуллин М. Г., Каипкулов Р. И, Шелехов Д. В. Технология размножения пчелиных семей для раннего пакетного пчеловодства в Башкортостане // Пчеловодство. 2024. № 1. С. 14–18. ISSN 0369-8629
12. Зеленина О. В. Медопродуктивность и развитие пчелиных семей в зависимости от способа замены маток // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 13. С. 138–142. EDN VOTXEN
13. Богомолов К. В., Бородачев А. В. Инструментальное осеменение маток – в практику // Пчеловодство / 2016. № 9. С. 10–11. EDN ZBKWTR
14. Полковникова В. И., Першина Н. С. Эффективное использование инструментального осеменения пчелиных маток // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 4. С. 160–163. EDN: YKMOVX
15. Гулов А. Н. Инструментальное осеменение маток // Научная жизнь. 2018. № 2. С. 80–88. ISSN 1991-9476
16. Богомолов К. В., Бородачев А. В. Системная организация обучения инструментальному осеменению пчелиных маток // Пчеловодство. 2018. № 10. С. 16–17. EDN: VPUVKC
17. Методические указания Россельхозакадемии к постановке экспериментов в пчеловодстве / сост. Л. Я. Шагун // Москва: Россельхозиздат. 2000. 10 с.
18. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве / А. В. Бородачев [и др.] // Рыбное: НИИП. 2002. 156 с. ISBN: 5-900205-35-5

19. Тряско В. В. Повторное и многократное спаривание маток // Пчеловодство. 2021. № 8. С. 29–31. EDN: ЕБАФQT
20. Сравнительная оценка подвижности и концентрации сперматозоидов трутней медоносной пчелы методом традиционной микроскопии и CASA / А. А. Гулов [и др.] // АгроЗоо-Техника. 2023. Вып. 4. Т. 6. С. 1–13. DOI:10.15838/alt.2023.6.4.4
21. Малков В. В., Мартынов А. Г., Назин С. Н. Вывод пчелиных маток: практ. руководство // Рязань. Изд. «Русское слово». 1994. 103 с. ISBN: 5-900312-16-X

References

1. Komlatskii V.I., Strelbitskaia O.V., Kupchenko A.A. Importance and place of beekeeping in the industrial agrocenosis // Proceedings of the Kuban State Agrarian University, 2019. No. 77. P.161 – 165 DOI: 10.21515/1999-1703-77-161-165
2. Chugreev M.K., Tormosina T.T. Comparative study of the work of Carpathian bees on pollination of red clover in the Yaroslavl region // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2011. No. 5. P.70-71 ISSN 0235-2451
3. Kulakov V. N. Assessment of the economic effect of trophic relationships between honey bees and entomophilous plants // Head of Animal Breeding. 2020. No. 9. P. 50–59. EDN: HHZDSW
4. Pankov D.N. Diversity of pollinators and their importance in the formation of the yield of esparcet // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2011. No. 3 (77). P. 61 – 64. EDN NDS-MRL
5. Rudak A.N. Role of bees as pollinators in the efficiency of the agricultural economy // Our agriculture. 2025. No. 12. P. 73 – 76. EDN: AGENXS
6. Gorlov I.F., Mosolov A.A. Innovative methods of increasing the efficiency of production and processing of bee products: a monograph // Volgograd: LLC “Volgograd Scientific Publishing House”, 2013. 144 p. ISBN 978-5-906081-96-4
7. Gaeva D. V. Pollination as an ecosystem service in agricultural nature management// Bulletin of Immanuel Kant Baltic Federal University. 2015. No. 1. P. 19–34. EDN: ULWNON
8. Mosolov A. A., Avdeenko O. V., Maslova E. V. New in increasing bee productivity // Beekeeping. 2008. No. 5. P. 26–28. ISSN 0369-8629
9. Liubimov A. I., Vorobeva S. L. Qualitative characteristics of queens influencing the life cycle of families // Scientific Notes of the Kazan Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2014. Vol. 220. No. 4. P. 154–157. EDN: TDRMIF
10. Brandorf A. Z., Rychkov I. N. Method of obtaining queen bees and their quality // Beekeeping. 2010. No. 4. P. 36–39. ISSN 0369-8629
11. Giniyatullin M. G., Kaipkulov R. I., Shelekhov D. V. Technology of bee colony reproduction for early package beekeeping in Bashkortostan // Beekeeping. 2024. No. 1. P. 14–18. ISSN 0369-8629
12. Zelenina O. V. Honey productivity and development of bee colonies depending on the method of queen replacement // Agricultural Sciences and Agro-Industrial Complex at the Turn of the Century. 2016. No. 13. P. 138–142. EDN VOTXEH
13. Bogomolov K. V., Borodachev A. V. Instrumental insemination of queen bees – into practice // Beekeeping / 2016. No. 9. P. 10-11. EDN ZBKWTR
14. Polkovnikova V. I., Pershina N. S. Effective use of instrumental insemination of queen bees // International Research Journal. 2017. No. 4. P. 160-163. EDN: YKMOVX
15. Gulov A. N. Instrumental insemination of queen bees // Scientific life. 2018. No. 2. P. 80 – 88. ISSN 1991-9476
16. Bogomolov K. V., Borodachev A. V. Systematic organization of training in instrumental insemination of queen bees // Beekeeping. 2018. No. 10. P. 16-17. EDN: VPUVKC

-
-
17. Methodical guidelines of the Russian Academy of Agricultural Sciences for setting up experiments in beekeeping / compiled by L. Ya. Shagun // Moscow: Rosselkhozizdat. 2000. 10 p.
18. Methods for conducting research work in beekeeping / A. V. Borodachev [et al.] // Rybnoye: NIIP. 2002. 156 p. ISBN: 5-900205-35-5
19. Triasko V. V. Repeated and multiple mating of queen bees // Beekeeping. 2021. No. 8. P. 29–31. EDN: EBAFQT
20. Comparative assessment of honey bee drone sperm motility and concentration by traditional microscopy and CASA / A. A. Gulov [et al.] // AgroZooTekhnika. 2023. Issue 4. Vol. 6. P. 1–13. DOI: 10.15838/alt.2023.6.4.4
21. Malkov V. V., Martynov A. G., Nazin S. N. Queen bee rearing: a practical guide // Ryazan. Publishing House “Russkoe Slovo”. 1994. 103 p. ISBN: 5-900312-16-X.

Сведения об авторах

Татьяна Александровна Усенко, научный сотрудник ФГБНУ «Научный центр пчеловодства» – филиала «Краснополянская опытная станция пчеловодства», тел.: +7 964 946-19-73, e-mail: sohi_73@mail.ru, ORCID 0009-00009837-1528
Григорий Васильевич Комлацкий, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: +7 918 448-73-64, e-mail: gregwk@mail.ru, ORCID 0000-0001-9810-7946

Information about the authors

T. A. Usenko, Researcher, FSBSI “Scientific Center of Beekeeping” – a branch of “Krasnopolyanskaya Experimental Beekeeping Station”, tel. +7(964)946-19-73, e-mail:sohi_73@mail.ru, ORCID 0009-00009837-1528
G. V. Komlatskii, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, tel. +7(918)448-73-64, e-mail: gregwk@mail.ru, ORCID 0000-0001-9810-7946

Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда
Номер проекта 25-28-01726

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов

Author Contribution: The authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest

Статья поступила в редакцию 09.02.2026; одобрена после рецензирования 18.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 09.02.2026; approved after reviewing 18.02.2026; accepted for publication 17.03.2026.

Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 168-178
Agricultural journal. 2026. 19 (1). P. 168-178

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК: 591.111: 636.4

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/015.1.19.2026

ИММУНО-ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС СВИНОМАТОК ВО ВРЕМЯ СУПОРОСНОСТИ И ЛАКТАЦИИ

Иван Тихонович Шапошников^{1,2}, Владимир Николаевич Коцарев²,
Юрий Николаевич Бригадиров², Евгений Сергеевич Артемов¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, Воронеж, e-mail: 36011958@mail.ru

²Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», Россия, Воронеж, e-mail: evgeartemov@yandex.ru

Аннотация. Проведены исследования по изучению иммунно-гормонального статуса свиноматок во время супоросности и лактации. Объектом исследования выступили 20 свиноматок – помесь крупной белой породы и ландраса – со второго по пятый опорос, с массой тела 180–230 кг, отобранные на свиноводческом предприятии в ЗАО «Юдановские Просторы» Бобровского района Воронежской области в 2022 году. Забор проб крови для лабораторного анализа иммунологических и гормональных показателей проводили на трех ключевых физиологических этапах: на 110–112-й день супоросности, через 3–4 дня после опороса и на 28-й день лактации. Установлено, что во время супоросности содержание лейкоцитов в крови свиноматок составило $13,57 \pm 0,51 \cdot 10^9/\text{л}$. С наступлением лактации их количество уменьшилось и перед отъемом поросят было меньше по отношению с супоросным периодом на 11,9 %. Количество Т-лимфоцитов повысилось в соответствующие периоды исследований соответственно на 10,8 и 42,1 %. Изменения в содержании В-лимфоцитов характеризовались возрастанием их концентрации в первые дни после опороса на 15,6 % и снижением к отъему поросят на 19,5 %. Наблюдались изменения в концентрации общих иммуноглобулинов, бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, направленные на повышение иммунной защиты свиноматок, недостаточность которой была вызвана беременностью. Количество прогестерона и эстрадиола-17 β в крови свиноматок и показатель их соотношения, составившие во время беременности соответственно прогестерона – $87,05 \pm 3,62$ нМ/л, эстрадиола-17 β – $5741,9 \pm 362,7$ нМ/л, их соотношение – 15,2:1, к 4–5-му дню послеродового периода значительно уменьшалось, что способствовало укреплению клеточного и гуморального звеньев неспецифического иммунитета. К завершению лактационного периода количество прогестерона и эстрадиола в крови свиноматок возрастало, что было направлено на формирование половой доминанты к новому воспроизводительному циклу. Уровень кортизола во время беременности и в период лактации претерпевал незначительные изменения.

Ключевые слова: свиноматки, супоросность, лактация, кровь, иммунологические показатели, гормональные показатели.

Для цитирования: Шапошников И.Т., Коцарев В.Н., Бригадиров Ю.Н., Артемов Е.С. Иммуно-гормональный статус свиноматок во время супоросности и лактации // Сельскохозяйственный журнал. 2026. № 1 (19). С. 168-178.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/015.1.19.2026

Zootechny and veterinary science

Original article

IMMUNE AND HORMONAL STATUS OF SOWS DURING GESTATION AND LACTATION

Ivan T. Shaposhnikov^{1,2}, Vladimir N. Kotsarev², Yurii N. Brigadirov², Evgenii S. Artemov¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great”, Voronezh, Russia, e-mail: 36011958@mail.ru

² Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Scientific Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy”, Voronezh, Russia, e-mail: evgeartemov@yandex.ru

Abstract. The study was focused on the immune and hormonal status of sows during gestation and lactation. The study involved 20 sows (a cross between Large White and Landrace) in their second to fifth farrowing, weighing 180-230 kg. They were selected from the pig farm ZAO “Yudanovskie Prostory” in the Bobrovsky District of the Voronezh Region in 2022. Blood samples for laboratory analysis of immunological and hormonal parameters were collected at three key physiological stages: on days 110-112 of gestation, 3-4 days after farrowing, and on day 28 of lactation. During gestation, the leukocyte count in the sows' blood was $13,57 \pm 0,51 \cdot 10^9/L$. With the onset of lactation, their number decreased, and before weaning the piglets, was lower by 11,9% compared to the gestation period. The number of T-lymphocytes increased in the periods of the studies by 10,8% and 42,1%, respectively. Changes in the content of B-lymphocytes were characterized by an increase in their concentration in the first days after farrowing by 15,6% and a decrease by weaning by 19,5%. Changes were observed in the concentration of total immunoglobulins, bactericidal and lysozyme activity of the blood serum, aimed at enhancing the immune defense of sows, the deficiency of which was caused by gestation. Blood levels of progesterone and estradiol-17 β in sows and their ratio during gestation were $87,05 \pm 3,62$ nM/L, while estradiol-17 β was $5741,9 \pm 362,7$ nM/L, respectively. Their ratio was 15,2:1. By days 4-5 of the postpartum period, these levels significantly decreased, contributing to the strengthening of the cellular and humoral components of nonspecific immunity. By the end of the lactation period, blood levels of progesterone and estradiol in sows increased, which was aimed at developing sexual dominance for the new reproductive cycle. Cortisol levels underwent minor changes during gestation and lactation.

Keywords: sows, gestation, lactation, blood, immunological parameters, hormonal parameters

For citation: Shaposhnikov I.T., Kotsarev V.N., Brigadirov Yu.N., Artemov E.S. Immune and hormonal status of sows during gestation and lactation // Agricultural journal. 2026. No. 19 (1). P. 168-178. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/015.1.19.2026

Введение. В основе здорового рациона человека лежат продукты животноводства, главным образом мясо и молоко. Это не просто пища, а природный источник сбалансированного белка, энергии и биологически активных веществ, необходимых для поддержания физической и умственной активности. При этом глобальным лидером в производстве качественных мясных продуктов по праву считается свинина, оставаясь основным сырьем для пищевой промышленности в большинстве стран [1, 2].

В основе технологии производства свинины – здоровье свиноматки. Оно определяет и качество будущей продукции, и экономику предприятия. Именно поэтому современное свиноводство делает главный акцент на поддержании иммунного благополучия животных, видя в этом залог их многоплодия и продуктивности [3].

Иммунная система – ключевой фактор здоровья, продуктивности и экономической эффективности свиноводства. Крепкий иммунитет напрямую влияет на сохранность молодняка, эффективность конверсии корма и скорость роста. Особую роль иммунная система играет у свиноматок, определяя здоровье приплода через молозиво. Таким образом, управление иммунным статусом – стратегическая задача для обеспечения благополучия животных и рентабельности производства.

Иммунная система представляет собой совокупность органов и клеток организма, связанных общностью происхождения, функциональным взаимодействием, общими механизмами иммунной регуляции, обеспечивая специфическую защиту от генетически чужеродных субстанций (веществ). От других факторов защиты организма иммунная система отличается специфичностью защиты. По своей организации иммунная система является чрезвычайно сложной. Она способна выполнять различные эффекторные функции, и в ее деятельности участвуют мощные регуляторные процессы. От других систем она отличается тем, что рассеяна по всему организму, ее клетки постоянно циркулируют и способна продуцировать специфические молекулы белка – антитела, направленные против конкретной мишени, и определенные клоны лимфоцитов в ответ на генетически чужеродные вещества. Основные функции, выполняемые иммунной системой, заключаются в контроле за генетическим постоянством совокупности соматических клеток, способности различать чужеродные вещества и обеспечивать специфический ответ, способности не реагировать на антигены собственных тканей. Она осуществляет контроль за наличием в организме только своих клеток, имеющих на мембране маркеры гистосовместимости. За счет иммунных реакций организм защищается от факторов, нарушающих его функциональную целостность [4].

Ключевыми координаторами внутриорганизменных процессов выступают цитокины. Эти сигнальные молекулы обеспечивают межклеточную коммуникацию, лежащую в основе формирования и регуляции защитных реакций организма. Не менее важными информационными агентами и регуляторами являются стероидные гормоны – физиологически активные вещества, контролирующие широкий спектр процессов жизнедеятельности. Данные соединения, производными которых выступают прогестерон, эстрадиол и кортизол, продуцируются из холестерина в коре надпочечников, гонадах (семенниках у самцов и яичниках у самок), а также в плаценте в гестационный период. Процесс их биосинтеза находится под контролем гипоталамо-гипофизарной системы

[5]. После секреции эндокринными железами эти вещества поступают в кровоток и, транспортируясь с кровью или иными биологическими жидкостями, достигают клеточных мишеней [6].

Ключевое значение в инициации и поддержании гестации имеет прогестерон, индуцирующий секреторную трансформацию эндометрия, обеспечивая тем самым оптимальные условия для имплантации бластоцисты. Прогестерон позволяет надежное ее закрепление в эндометрии во время имплантации и полноценное питание. В последующем он способствует росту, снижению возбудимости и сократимости матки, необходимых для сохранения беременности; участвует в подготовке молочной железы к лактации; оказывает ингибирующее действие на клеточную пролиферацию, предотвращая избыточное разрастание альвеол и млечных протоков, индуцированное эстрогенами. Кроме того, в альвеолоцитах молочной железы он выступает в роли антагониста пролактина, подавляя биосинтез таких ключевых компонентов молока, как α -лактальбумин и лактоза. Под его влиянием слизь в шейке матки становится густой и вязкой, образуя слизистую пробку, препятствующую проникновению в ее полость инфекционных патогенов [6].

Эстрадиол играет ключевую роль в подготовке репродуктивной системы к гестации и последующему родоразрешению. На ранних стадиях он обеспечивает пролиферацию эндометрия, гипертрофию миометрия и общее увеличение размеров матки. Гормон индуцирует структурную перестройку эпителиальных и соединительных тканей, что проявляется в усиленной васкуляризации стромы и поддержании адекватного маточно-плацентарного кровотока. Параллельно эстрадиол стимулирует развитие молочных желез, в частности пролиферацию млечных протоков, подготавливая их к лактации. Важными аспектами его действия являются также повышение чувствительности миометрия к окситоцину и размягчение соединительной ткани шейки матки, что облегчает ее раскрытие в родах [7]. Он участвует в блокировании лактогенной активности пролактина и обусловленного окситоцином сокращения миоэпителиальных клеток [8, 9].

Основным гормоном, обеспечивающим необходимый уровень энергетического обмена в организме, считается кортизол. Под его влиянием происходит распад белков до аминокислот, гликогена – до глюкозы, в организме поддерживается их питательный резерв для восстановления энергетических ресурсов. Кортизол регулирует кровяное давление, сужает сосуды и участвует в действии других гормонов, модулирует качественный состав крови, индуцируя снижение лимфоцитоза на фоне повышения концентрации нейтрофилов, эритроцитов и тромбоцитов, что имеет важное физиологическое значение в гестационный период. Поддержание стабильно высокой концентрации данного гормона на протяжении беременности – необходимое условие для ее физиологического течения. Кортизол осуществляет регуляцию сосудистого тонуса, а также проявляет противовоспалительную и антистрессовую активность, обеспечивая защиту организма [10].

Состояние организма во многом зависит от правильной и слаженной работы иммунной и эндокринной систем, оказывающих непосредственное воздействие на его адаптацию к изменяющимся факторам внешней среды и внутренним условиям [11]. Прогестерон, выступая в качестве натурального иммуносупрессора, влияет на процесс созревания Th0 и активность Th1/Th2. Эстрогены усиливают гуморальный иммунитет, повышают продукцию Th1 цитокинов, усиливают продукцию антител за счет активации В-клеток. На организм они оказывают иммуномодулирующее действие, восстанавливая иммунные нарушения, развивающиеся на фоне их дефицита [12, 13, 14].

Целью исследований явилось изучение взаимоотношений в иммунном и гормональном статусе свиноматок во время беременности и в период лактации.

Материал и методы исследований. Исследование проводили на 20 помесных свиноматках (крупная белая × ландрас) в условиях ЗАО «Юдановские Просторы» (Воронежская область, Бобровский район) в 2022 году. Забор проб крови для последующего анализа проводили на ключевых физиологических этапах: на 110-112-й день супоросности, через 3-4 дня после опороса и на 28-й день лактации (непосредственно перед отъемом поросят). В цельной крови и ее сыворотке определяли широкий спектр иммунологических и гормональных показателей. В их число вошли: концентрация лейкоцитов, лимфоцитов, Т- и В-клеток, общих иммуноглобулинов, циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), а также активность лизоцима (ЛАСК) и бактерицидная активность сыворотки (БАСК). Параллельно оценивали уровень стероидных гормонов – прогестерона, эстрадиола и кортизола. Лабораторный анализ образцов крови выполняли с применением специализированного аналитического оборудования: гематологического анализатора «ABX Micros 60» и биохимического анализатора «Hitachi-902». Процедуры проходили в строгом соответствии с руководствами производителей и «Методическими рекомендациями по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных» [15]. Оценку неспецифического иммунитета, включая бактерицидную (БАСК) и лизоцимную активность (ЛАСК) сыворотки крови, а также количественное содержание Т- и В-лимфоцитов, осуществляли по методикам, изложенным в соответствующих руководствах [16, 17]. Концентрацию стероидных гормонов (прогестерона, эстрадиола и кортизола) определяли иммуноферментным методом с использованием коммерческих тест-систем производства «Юнимед», следуя протоколам производителя. Полученные цифровые данные подвергли статистическому анализу с использованием пакетов прикладных программ «Statistica 8.0» (Stat Soft Inc., США) и «Microsoft Excel».

Результаты исследований и обсуждение. При определении иммунного статуса установлено, что содержание лейкоцитов в крови свиноматок во время супоросности составило $13,57 \pm 0,51 \cdot 10^9/\text{л}$ (таблица 1).

Таблица 1

Иммунологические показатели свиноматок в разные физиологические периоды

Table 1

Immunological parameters of sows in different physiological periods

Показатели	Сроки исследований		
	на 110-112-й день супоросности	через 3-4 дня после опороса	перед отъемом поросят
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$13,57 \pm 0,51$	$12,44 \pm 0,72$	$11,96 \pm 0,57^*$
Т-лимфоциты, %	$32,4 \pm 2,31$	$35,90 \pm 2,18$	$51,0 \pm 2,40^{*****}$
В- лимфоциты, %	$23,4 \pm 2,08$	$27,05 \pm 1,83$	$21,75 \pm 2,12$
Общие иммуноглобулины, г/л	$23,16 \pm 0,62$	$31,19 \pm 1,05^{***}$	$26,42 \pm 1,13^{*++}$
БАСК, %	$49,01 \pm 1,50$	$59,35 \pm 2,61^{**}$	$63,04 \pm 1,90^{***}$
ЛАСК, мкг/мл	$1,93 \pm 0,072$	$0,65 \pm 0,017^{***}$	$1,34 \pm 0,052^{*****}$
ЦИК, г/л	$0,472 \pm 0,034$	$0,582 \pm 0,038^*$	$0,286 \pm 0,024^{*****}$
Примечание – $^{***} p < 0,05-0,001$ – к исходному; $^+ p < 0,05-0,001$ – к промежуточному			

С наступлением лактационного периода количество лейкоцитов сократилось на 8,3 % и к отъему поросят снизилось до $11,96 \pm 0,57 \cdot 10^9/\text{л}$, что было меньше, чем во время

беременности, на 11,9 % ($p < 0,05$). При этом имело место повышение количества Т-лимфоцитов: первоначально – на 10,8 % и в последующем – еще на 42,1 % ($p < 0,001$). Динамика содержания В-лимфоцитов характеризовалась ростом их концентрации в первые дни после опороса на 15,6 % ($p < 0,05$) и снижением к отъему поросят на 19,5 %.

В лактационный период у свиноматок зафиксировали разнонаправленную динамику изученных параметров неспецифической резистентности. Наблюдалось достоверное усиление бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК): через 3-4 дня после опороса показатель превышал значения супоросного периода на 21,1 % ($p < 0,01$), а к моменту отъема поросят прирост достиг 28,6 % ($p < 0,001$). В противоположность этому лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) при наступлении лактации демонстрировала резкое снижение, на 66,3 % ($p < 0,001$), с последующим значительным повышением, в 2,1 раза, к концу лактационного периода.

Концентрация общих иммуноглобулинов у свиноматок с наступлением лактации по отношению с супоросным периодом повысилась на 34,2 % ($p < 0,001$) и к ее завершению уменьшилась на 15,3 % ($p < 0,01$), но оставалась выше, чем во время беременности, на 14,1 % ($p < 0,01$). Уровень ЦИК, возросший у свиноматок при наступлении лактации на 23,3 % ($p < 0,05$), к ее завершению снизился на 50,9 % ($p < 0,001$) и был меньше, чем в период супоросности, на 39,4 % ($p < 0,001$).

Из показателей половых гормонов содержание прогестерона в период 110-112-дневной супоросности составило $87,05 \pm 3,62$ нМ/л, эстрадиола-17 β – $5741,9 \pm 362,7$ нМ/л, их соотношение – 15,2:1. Концентрация кортизола находилась на уровне $318,4 \pm 23,8$ нМ/л (таблица 2).

Таблица 2

Гормональные показатели свиноматок

Table 2

Hormonal parameters of sows

Показатели	Сроки исследований		
	на 110-112-й день супоросности	через 3-4 дня после опороса	перед отъемом поросят
Прогестерон, нМ/л	$87,05 \pm 3,62$	$1,70 \pm 0,17^{***}$	$15,85 \pm 0,83^{***+++}$
Эстрадиол-17 β , нМ/л	$5,74 \pm 0,36$	$0,91 \pm 0,027^{***}$	$1,94 \pm 0,017^{***+++}$
Прогестерон/эстрадиол-17 β , у.е.	15,2:1	1,87:1	8,17:1
Кортизол, нМ/л	$318,4 \pm 23,8$	$286,4 \pm 19,8$	$310,75 \pm 21,4$
Примечание – $^{***} p < 0,05-0,001$ – к исходному; $^{+} p < 0,05-0,001$ – к промежуточному			

На 3-4-й день послеродового периода произошли существенные изменения в гормональном статусе, характеризующиеся значительным уменьшением содержания прогестерона и эстрадиола-17 β и их соотношения. Так, концентрация прогестерона сократилась до $1,70 \pm 0,17$ нМ/л, эстрадиола-17 β – до $0,91 \pm 0,027$ нМ/л, их соотношения упали в 8,1 раза. Уровень кортизола стал ниже на 10,1 %. Ко времени отъема поросят произошло повышение величин данных показателей. Содержание прогестерона возросло в 9,1 раза, эстрадиола-17 β – в 2,1 раза, показатель их соотношения увеличился в 4,4 раза. Уровень кортизола повысился на 8,5 %.

Как следует из выполненных исследований, количество лейкоцитов в крови свиноматок, которым в организме принадлежат важнейшие функции иммунологических реакций, имевших к концу беременности наибольший показатель, с наступлением у

свиноматок лактации снижалось, в то время как уровень Т-лимфоцитов повышался в результате ослабления иммунно-супрессивного на них действия сниженной концентрации прогестерона. Количество В-лимфоцитов с наступлением у свиноматок лактации повысилось, что обусловлено понижением уровня эстрадиола-17 β , оказывающего стимулирующее влияние на активность клеток-киллеров. К отъему поросят концентрация В-лимфоцитов падала на фоне роста содержания эстрадиола-17 β , обеспечивающего иммуномоделирующее действие, способствующего активации Т-хелперов, созреванию В-клеток и увеличению продукции антител.

Сниженные значения БАСК при завершении у свиноматок супоросности с наступлением лактации и по ее окончании возрастали, что свидетельствовало об активизации у животных иммунной реактивности в течение лактационного периода. Величины ЛАСК, проявивших наибольшую активность на завершающем этапе супоросного периода, с началом лактации понизились и возросли к отъему поросят, что указывает на недостаточность у животных неспецифического иммунитета в послеродовой период и последующее его повышение к отъему поросят.

Наступление лактационного периода у свиноматок сопровождалось повышением синтеза общего иммуноглобулина, направленного на усиление иммунной защиты и по мере ее укрепления его количество в крови животных уменьшалось. На ослабление степени иммунной защиты у свиноматок в начале лактации указывает возросший уровень ЦИК, характеризующих уровень антигенной нагрузки и интенсивность синтеза антител в организме животных. К завершению лактационного периода и активизации защитных сил организма, количество ЦИК у свиноматок снижалось.

Количество прогестерона и эстрадиола-17 β в крови свиноматок, обеспечивающих сохранность беременности, подготовку и течение родового акта, к 4-5-му дню послеродового периода значительно уменьшалось, что способствовало формированию адекватной иммунологической реактивности организма животных к изменившемуся состоянию внутренней среды. Их влияние на иммунный статус проявилось в изменении активности клеточного и гуморального звеньев неспецифического иммунитета. К завершению лактационного периода количество прогестерона и эстрадиола в крови свиноматок возрастало, что обусловлено формированием половой доминанты к новому воспроизводительному циклу.

Уровень кортизола, поддерживающего в организме питательный резерв на высоком уровне для восстановления энергетических ресурсов во время беременности и в период лактации, оставался почти на одинаковом уровне, оказывая стабилизирующее влияние на морфологические показатели крови и повышая их защитную функцию.

Заключение. При завершении супоросности иммунный статус свиноматок характеризовался наибольшим содержанием лейкоцитов при низком уровне Т- и В-лимфоцитов, общих иммуноглобулинов, пониженным значением БАСК и возросшей активностью ЛАСК, что указывало на его недостаточность иммунной защиты. Значения гормональных показателей – прогестерона, эстрадиола-17 β , их соотношения и кортизола – у свиноматок соответствовали супоросному периоду. С наступлением лактации наблюдалось уменьшение содержания в крови лейкоцитов, что связано с частичной их миграцией в молочную железу. Повышение содержания Т-лимфоцитов обусловлено снижением иммунно-супрессивного действия прогестерона на фоне уменьшения его количества, увеличение концентрации В-лимфоцитов – результат понижения синтеза эстрадиола-17 β . При этом имели место повышение содержания общих иммуноглобулинов, возрастание БАСК при снижении ЛАСК, что свидетельствовало об активизации

иммунной защиты у свиноматок. В гормональном отношении наблюдалось падение уровня прогестерона и эстрадиола при низком показателе их соотношения. Незначительно уменьшилось содержание кортизола. К завершению лактационного периода концентрация лейкоцитов не претерпела значительных изменений, возросло количество Т-лимфоцитов при незначительном снижении концентрации В-лимфоцитов. Пониженный уровень общих иммуноглобулинов компенсировался за счет увеличения БАСК и ЛАСК, направленных на укрепление иммунной системы. В гормональном статусе наблюдалось усиление стероидогенеза, направленное на формирование стадии возбуждения полового цикла.

Список источников

1. Погодаев А. В., Погодаев В. А., Пешков А. Д. Качество мышечной и жировой ткани подсосунков при использовании биогенных стимуляторов СТ и СИТР // Свиноводство. 2010. № 4. С. 38–42. EDN OXPHNN
2. Погодаев А. В., Погодаев В. А., Пешков А. Д. Влияние биогенных стимуляторов СТ и СИТР на откормочные и мясные качества молодняка свиней // Зоотехния. 2010. № 4. С. 25–26. EDN LPAAAX
3. Погодаев В., Кондратов Р. Откормочная, мясная продуктивность и качество мяса свиней в зависимости от технологии откорма // Свиноводство. 2009. № 2. С. 8–11. EDN KZHFR
4. Ефанова Л. И., Сайдуллин Е. Т. Защитные механизмы организма. Иммунодиагностика и иммунопрофилактика инфекционных болезней животных / Под редакцией А. Г. Шахова. Воронеж: ВГАУ, 2004. 391 с.
5. Некоторые морфо-биохимические и иммунные показатели крови свиноматок в разные периоды супоросности / И. Т. Шапошников, В. Н. Коцарев, Ю. Н. Бригадиров [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2025. Т. 61, № 2. С. 27–32. DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-27-32
6. Состояние гомеостаза у свиноматок при воспалительных процессах в репродуктивных органах / Ю. Н. Бригадиров, В. Н. Коцарев, Т. Г. Ермолова [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2020. Т. 56, № 4. С. 26–31. EDN PPGANE
7. Влияние комплексного препарата на основе интерферонов на иммунный статус свиноматок и его эффективность при профилактике послеродовых болезней / А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина, М. Ю. Жейнес [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. 2020. № 2 (11). С. 49–54. DOI: 10.17238 /issn2541-8203.2020.2.49.
8. Еременко В. И., Белоусов Р. В., Суворова В. Н. Динамика общего белка и общих иммуноглобулинов в крови откармливаемых чистопородных и помесных свиней // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3. С. 194–197. – EDN EVSROL
9. Лазарева М. В., Шкиль Н. А. Применение хелатных соединений микроэлементов и их влияние на физиологический статус свиней // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2025. № 1 (74). С. 177–185. DOI 10.31677/2072-6724-2025-74-1-177-185
10. Гончаров Н. П. Кортикостероиды: метаболизм, механизм действия и клиническое применение / Н. П. Гончаров, Г. С. Колесникова. Москва, 2002. 320 с. EDN PWFAWP
11. Свистунов С. В., Некрасова Л. В. Влияние продолжительности подсосного периода на воспроизводительные качества свиноматок // Сельскохозяйственный журнал. 2025. № 2 (18). С. 132–141. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.2.18.2025
12. Воспроизводительные качества ремонтных свинок на фоне иммунокоррекции / А. В.

Коваленко, Д. А. Никитин, В. Г. Семенов [и др.] // АПК России. 2023. Т. 30, № 1. С. 67–70. DOI 10.55934/2587-8824-2023-30-1-67-70

13. Иммунокоррекция в реализации репродуктивного потенциала молодняка свиней / А. В. Коваленко, Д. А. Никитин, В. Г. Семенов, Л. П. Гладких // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (24). С. 68–72. DOI 10.48612/vch/ff11-m6m2-v1np

14. Репродуктивное здоровье и воспроизводительные качества свиноматок на фоне иммунокоррекции / Л. П. Гладких, Д. А. Никитин, В. А. Алексеев, Л. А. Семенова // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (27). С. 83–88. DOI 10.48612/vchngnx-nfpg-f117

15. Методические рекомендации по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных / М. И. Рецкий, А. Г. Шахов, В. И. Шушлебин и др. Воронеж: Истоки, 2005. 94 с.

16. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности статуса животных / А. Г. Шахов, Ю. Н. Бригадиров, А. И. Ануфриев [и др.]. Воронеж : Истоки, 2005. 62 с.

17. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов, Ю. Н. Масьянов, М. И. Рецкий [и др.]. Воронеж: Истоки, 2005. 116 с.

References

1. Pogodaev A.V., Pogodaev V.A., Peshkov A.D. Quality of the muscle and adipose tissue of piglets when using biogenic stimulants ST and Sitr // Pig breeding. 2010. No. 4. P. 38-42. EDN OXPHHN.

2. Pogodaev A.V., Pogodaev V.A., Peshkov A.D. Influence of biogenic stimulants ST and Sitr on fattening and meat qualities of young pigs // Zootechniya. 2010. No. 4. P. 25-26. EDN LPAAAX.

3. Pogodaev V., Kondratov R. Fattening, meat productivity and quality of pig meat depending on the technology of fattening // Pig breeding. 2009. No. 2. P. 8-11. EDN KZHZFR.

4. Efanova L.I., Saiduldin E.T. Protective mechanisms of the body. Immunodiagnostics and immunoprophylaxis of infectious animal diseases / Edited by A.G. Shakhov. Voronezh: VSAU, 2004. 391 p.

5. Some morpho-biochemical and immune parameters of sow blood in different periods of gestation / I.T. Shaposhnikov, V.N. Kotsarev, Yu.N. Brigadirov [et al.] // Transactions of the educational establishment “Vitebsk the Order of “the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine. 2025. Vol. 61, No. 2. P. 27-32. DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-27-32.

6. State of homeostasis in sows with inflammatory processes in the reproductive organs / Yu.N. Brigadirov, V.N. Kotsarev, T.G. Ermolova [et al.] // Transactions of the educational establishment “Vitebsk the Order of “the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine. 2020. Vol. 56, No. 4. P. 26-31. EDN PPGAHE.

7. Effect of a complex preparation based on interferons on the immune status of sows and its effectiveness in the prevention of postpartum diseases / A.G. Shakhov, L.Yu. Sashnina, M.Yu. Zheines [et al.] // Bulletin of Veterinary Pharmacology. 2020. No. 2 (11). P.49 – 54. DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.49.

8. Eremenko V.I., Belousov R.V., Suvorova V.N. Dynamics of total protein and total immunoglobulins in the blood of fattened purebred and crossbred pigs // Vestnik of Kursk state agricultural academy. 2025. No. 3. P. 194-197. – EDN EVSROL.

9. Lazareva M.V., Shkil N.A. Use of chelate compounds of trace elements and their effect on the physiological status of pigs // Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2025. No. 1(74). P. 177-185. DOI 10.31677/2072-6724-2025-74-1-177-185.

10. Goncharov N.P., Kolesnikova G.S. Corticosteroids: metabolism, mechanism of action and clinical use. Moscow, 2002. 320 p. EDN PFWAWP.
11. Svistunov S.V., Nekrasova L.V. Influence of suckling period duration on the reproductive qualities of sows // *Agricultural journal*. 2025. No. 2(18). P. 132-141. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.2.18.2025.
12. Reproductive qualities of young gilts on the background of immunocorrection / A.V. Kovalenko, D. A. Nikitin, V. G. Semenov [et al.] // *Agro-industrial Complex of Russia*. 2023. Vol. 30, No. 1. P. 67-70. DOI 10.55934/2587-8824-2023-30-1-67-70.
13. Immunocorrection in realizing the reproductive potential of young pigs / A.V. Kovalenko, D.A. Nikitin, V.G. Semenov, L.P. Gladkikh // *Vestnik Chuvash SAU*. 2023. No. 1(24). P. 68-72. DOI 10.48612/vch/ff11-m6m2-v1np.
14. Reproductive health and reproductive qualities of sows on the background of immunocorrection / L.P. Gladkikh, D.A. Nikitin, V.A. Alekseev, L.A. Semenova // *Vestnik Chuvash SAU*. 2023. No. 4(27). P. 83-88. DOI 10.48612/vchngnx-nfpg-f117.
15. Methodological recommendations for the diagnosis, therapy and prevention of metabolic disorders in productive animals / M.I. Retskii, A.G. Shakhov, V.I. Shushlebin [et al]. Voronezh: Istoki, 2005. 94 p.
16. Methodological recommendations for the assessment and correction of nonspecific resistance in animals / A.G. Shakhov, Yu.N. Brigadirov, A.I. Anufriev [et al.]. Voronezh: Istoki, 2005. 62 p.
17. Methodological recommendations for the assessment and correction of the immune status of animals / A.G. Shakhov, Yu.N. Masianov, M.I. Retskii [et al.]. Voronezh: Istoki, 2005. 116 p.

Сведения об авторах

Иван Тихонович Шапошников, доктор биологических наук, профессор кафедры общей зоотехнии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», главный научный сотрудник лаборатории доклинических исследований и моделирования биологических систем федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», тел.: +7 903 858-65-04, e-mail: 36011958@mail.ru, ORCID 0000-0003-0190-9083

Владимир Николаевич Коцарев, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории доклинических исследований и моделирования биологических систем федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», e-mail: icrsa@mail.ru, ORCID 0000-0002-9114-7176

Юрий Николаевич Бригадиров, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории доклинических исследований и моделирования биологических систем федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», e-mail: vnivipat@mail.ru, ORCID 0000-0003-3804-1732

Евгений Сергеевич Артемов, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, заместитель руководителя по науке передовой инженерной школы «Агроген» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», тел.: +7 920 423-25-79, e-mail: evgeartemov@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6159-842X

Information about the authors

I.T. Shaposhnikov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of General Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great”, Chief Researcher at the Laboratory of Preclinical Research and Modeling of Biological Systems, FSBSI “All-Russian Scientific Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy”, tel.: 8-903-858-65-04, e-mail: 36011958@mail.ru, ORCID 0000-0003-0190-9083

V.N. Kotsarev, Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Pre-clinical Research and Modeling of Biological Systems, FSBSI “All-Russian Scientific Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy”, e-mail: icrsa@mail.ru, ORCID 0000-0002-9114-7176

Yu.N. Brigadirov, Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher at the Laboratory of Pre-clinical Research and Modeling of Biological Systems, FSBSI “All-Russian Scientific Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy”, e-mail: vnivipat@mail.ru, ORCID 0000-0003-3804-1732

E.S. Artemov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, Deputy Head of Science of the advanced Engineering School “Agrogen”, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great”, tel.: 8-920-423-25-79, e-mail: evgeartemov@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6159-842X

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.12.2025; одобрена после рецензирования 12.01.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 24.12.2025; approved after reviewing 12.01.2026; accepted for publication 17.03.2026

Шапошников И.Т., Коцарев В.Н., Бригадиров Ю.Н., Артемов Е.С.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Козелец Я. О., Михайленко И. И., Шестопалов И. О. Оценка сортов озимой пшеницы по урожайности и стабильности в условиях Белгородской области.	4
Чернов А. В. Минирующая муха лириомиза – вредитель нута и испытание препаратов для борьбы с ней.	15
Юферова Е. В., Белоусова Е. Н. Динамика содержания подвижной серы в агропочвах лесостепной зоны Южно-Минусинского округа Красноярского края.	25

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Гапонов, Н.В., Крылова А. Р. Показатели продуктивности и метаболический профиль цыплят-бройлеров при использовании в рационе (<i>Lupinus angustifolius</i> L.) люпина узколистного.	43
Гриценко С. А., Белооков А. А., Ермолов С. М. Биохимические показатели крови ремонтных свиноматок и их потомства в зависимости от уровня производственной статусности.	57
Ерохина А. В., Сазонова И. А. Влияние кормовой добавки с использованием чины посевной на рост перепелов.	68
Лашин А. П., Симонова Н. В., Коненкова Н. В., Штарберг М. А. Выбор оптимальной длительности экспозиции шумового воздействия для моделирования окислительного стресса у лабораторных животных.	76
Лебедько Е. Я., Погодаев В. А. Инновационное развитие животноводства в Республике Беларусь на основе государственного регулирования и поддержки (обзор).	84
Маркевич А. В., Карпеня М. М. Качество молока и экономическая эффективность его производства при включении в рацион коров в транзитный период концентрата кормового энергетического «Энергопак».	103
Полоз С. В., Дегтярик С. М., Голушкова И. К., Стрельченя И. И. Повышение резистентности карпа и форели при применении белков крови.	115
Пшеничная Е. А., Белооков А. А. Продуктивность поросят-отъемышей при использовании в рационе кормовой добавки «СвитФит».	128
Свистунов С. В., Бондаренко Н. Н., Свитенко О. В., Дикарев А. Г. Оптимизация технологии вывода пчелиных маток <i>Apis mellifera caucasica</i> в условиях Краснодарского края.	136
Степаненко В. А., Карпова Е. Д., Суров А. И. Полиморфизм генов <i>PRL</i> , β - <i>LG</i> и <i>LEP</i> у овец дагестанской горной породы и их помесей.	144
Усенко Т. А., Комлацкий Г. В. Ранневесеннее наращивание пчелиных семей с использованием инструментального осеменения пчелиных маток.	153
Шапошников И.Т., Коцарев В.Н., Бригадиров Ю.Н., Артемов Е.С. Иммуно-гормональный статус свиноматок во время супоросности и лактации.	168

CONTENT

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER INDUSTRY

Kozelets Ya. O., Mikhailenko I. I., Shestopalov I. O. Evaluation of winter wheat varieties for yield and stability under the conditions of Belgorod Region.	4
Chernov A.V. Liriomyza leaf-miner fly – a pest of chickpea and testing of preparations to control it.	15
Yuferova E. V., Belousova E. N. Dynamics of mobile sulfur content in the agro-soils of the forest-steppe zone of the Juzhno-Minusinsk district of the Krasnoyarsk territory.	25

ZOOTECNHY AND VETERINARY SCIENCE

Gaponov, N.V., Krylova A. R. Productivity indicators and metabolic profile of broiler chickens in response to dietary inclusion of narrow-leaf lupine (<i>Lupinus Angustifolius</i> L.).	43
Gritsenko S.A., Belookov A.A., Ermolov S.M. Biochemical blood parameters of replacement gilts and their offspring depending on the level of production status.	57
Erokhina A.V., Sazonova I.A. Effect of a feed additive containing grass pea on the growth of quails.	68
Lashin A.P., Simonova N.V., Konenkova N.V., Shtarberg M.A. Determining the optimal noise exposure duration to induce oxidative stress in laboratory animal models.	76
Lebedko E. Ya., Pogodaev V.A. Innovative development of animal husbandry in the Republic of Belarus on the basis of state regulation and support (overview).	84
Markevich A. V., Karpenia M. M. Milk quality and economic efficiency of milk production when including the energy feed concentrate “energopak” in the diet of cows during the transit period.	103
Poloz S.V., Degtiarik S.M., Golushkova I.K., Strelchenia I.I. Enhancement of carp and trout resistance through the use of blood proteins.	115
Pshenichnaia E.A., Belookov A.A. Productivity of weaned piglets when using “SweetFit” feed additive in their diet.	128
Svistunov S.V., Bondarenko N.N., Svitenko O.V., Dikarev A.G. Optimization of queen rearing technology for <i>Apis Mellifera Caucasicus</i> in the Krasnodar Territory.	136
Stepanenko V.A., Karpova E.D., Surov A.I. Polymorphism of <i>PRL</i> , β - <i>LG</i> and <i>LEP</i> genes in Dagestan Mountain sheep and their cross-breeds.	144
Usenko T.A., Komlatskii G.V. Early-spring build-up of honeybee colonies using instrumental insemination of queen bees.	153
Shaposhnikov I.T., Kotsarev V.N., Brigadirov, Artemov E.S. Immune and hormonal status of sows during gestation and lactation.	168

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
№1 (19), 2026**

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

Теоретический
и научно-практический журнал

Заказ № . Подп. к печ. 17.03.2026 г. Дата выхода в свет 20.03.2026 г.
Формат 60x84-1/8 Тираж 300 экз. Объем 12,4 печ. л.

Цех оперативной полиграфии «Северо-Кавказский ФНАЦ»,
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15