

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (17), 2024

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, директор 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 ФГБНУ «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).

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).

Халилов Магомеднур Бурганудинович

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

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).

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).

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

Анисько 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 Yury 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 GalinaTimofeevna

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, Zootekhnicheskii, 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. 2024. №3 (17). С. 4-14
Agricultural journal. 2024. 17 (3). P. 4-14

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК632.7(470.61)
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.3.17.2024

ЗЛАКОВАЯ ЛИСТОВЕРТКА – ОПАСНЫЙ ВРЕДИТЕЛЬ ЗЕРНОВЫХ

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

Аннотация. Рост численности и вредоносности злаковой листовертки как нового вредителя отмечается в последнее десятилетие в ряде южных регионов России. Для Центрального Предкавказья, в засушливой зоне Ставропольского края злаковая листовертка (*Snerphasía pasiúana* (Hübner, 1799)) – также относительно новый вредитель, хотя как вид она широко распространена в Евразии. Слабо изучена вредоносность этого фитофага. До настоящего времени специалисты по защите растений часто относят поврежденные ею колосья к результатам питания клопа вредной черепашки и не придают большого значения борьбе с этим вредителем. В прогнозах филиалов ФГБУ «Россельхозцентр» южных краев и областей вредоносности вида также пока не уделяется должного внимания. Не установлены твердые пороги вредоносности и не определены потери урожая от листовертки. Зачастую в научной литературе они завышены. В 2024 году в засушливой зоне Ставропольского края, в Новоселицком районе, в фазу налива зерна на озимой пшенице были проведены учеты численности и вредоносности злаковой листовертки, повреждавшей от 20 до 3–7 колосьев на 1 м². Рассчитан ожидаемый экономический ущерб – 3,4 % урожая. Необходимо применять для борьбы с листоверткой контактно-кишечные инсектициды, разрешенные для использования на озимой пшенице [12] в период перехода личинок к открытому питанию и ухода во влагище флаг-листа, через 2-3 недели после появления гусениц на посевах. Обработку лесополос в период отрождения гусениц считаем недопустимой с целью охраны птиц и полезной энтомофауны, находящихся убежище только в необрабатываемых лесонасаждениях. Для снижения токсической нагрузки на экосистему желательно применение биологических препаратов Биослип БТ и Биослип БВ. Целесообразно изучить эффективность данных биопрепаратов в лесополосах при отрождении гусениц.

Ключевые слова: злаковая листовертка *Snerphasía pasiúana* (Hübner, 1799)), распространение, вредоносность, Центральное Предкавказье.

Для цитирования: Васильев Е.А., Ченикалова Е.В. Злаковая листовертка – опасный вредитель зерновых // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 4-14. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.3.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

CEREAL LEAFROLLER IS A DANGEROUS GRAIN PEST

Evgenii A. Vasilev, Elena V. Chenikalova

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

Abstract. An increase in the number and harmfulness of the cereal leafroller, as a new pest, has been noted in the recent decade in a number of southern regions of Russia. For the Central Ciscaucasia, in the arid area of the Stavropol Territory, the cereal leafroller (*Cnephasia pasiuana* (Hübner, 1799)) is also a relatively new pest, although as a species it is widespread in Eurasia. The harmfulness of this phytophage has been poorly studied. Until now, plant protection specialists often attribute its damage to ears to the results of the feeding of harmful shield-backed bugs and do not attach much importance to the control of this pest. In forecasts of the branches of the FSBI “Russian Agricultural Center” of the southern regions and districts, the harmfulness of the species also has not been given due attention yet. No solid thresholds of harmfulness have been established and crop losses from the leafroller have not been determined. They are often overestimated in the scientific literature. In 2024, in the arid zone of the Stavropol Territory, in the Novoselitsky District, during the grain filling period of winter wheat, considerations of the number and harmfulness of the cereal leafroller, which damaged from 20 to 3–7 ears per 1 m², were carried out. Economic damage was calculated – 3,4% of the yield. In order to control the leafroller, it is necessary to use contact-intestinal insecticides, which are approved for the use on winter wheat [12] during the period of the larvae transition to external feeding and leaving in the leaf sheath of flag leaf – 2-3 weeks after the caterpillars appear on the crops. We consider the treatment of forest belts during the hatching period of caterpillars unacceptable in order to protect birds and beneficial entomofauna, which find refuge only in uncultivated forest plantations. In order to reduce the toxic load on the ecosystem, it is desirable to use biological preparations BioSleep BT and BioSleep BW. It is advisable to study the effectiveness of these biological products in forest belts during caterpillar hatching.

Key words: cereal leafroller *Cnephasia pasiuana* (Hübner, 1799), distribution, harmfulness, Central Ciscaucasia.

For citation: Vasilev E.A., Chenikalova E.V. Cereal leafroller is a dangerous grain pest // Agricultural journal. 2024; No. 17 (3). P.4-14.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.3.17.2024

Введение. Проявление новых значимых вредителей сельскохозяйственных культур становится довольно привычным явлением последних десятилетий. В мире с растущим числом перевозок торговой продукции, изменением климата и уровней биоразнообразия защита растений играет все более важную роль. Причинами проявления вредоносности новых видов служат климатические изменения, а также разного характера антропогенные трансформации природных местообитаний не только в узком регионе или области, но и в Евразии в целом.

Таким образом, недавно обратившим на себя внимание аграриев юга России видом является злаковая листовёртка. В последние годы отмечается подъем численности злаковой листовёртки в ряде регионов юга России. Однако ей пока не отводится должного внимания [1].

Впервые листовёртка (*Cnephasia pasiuana* (Hübner, 1799)) – бабочка семейства Tortricidae – описана немецким художником и энтомологом Якобом Хюбнером в 1799

году. В европейской литературе отмечается распространение злаковой листовёртки в Европе, от Франции и Британских островов до европейской части России. В России известно, что злаковая листовёртка – широко распространенный вид в степной и лесостепной зонах европейской части нашей страны, на Кавказе, в Средней Азии. Вредителя отмечают в Российской Федерации в среднем и нижнем Поволжье, на Дону, в Центральном регионе, на Западном Кавказе, а также в более северных областях – на северо-западе России, в Калининградской области и Карелии, на южном Урале [2].

Интерес представляет неравномерное распределение популяций листовёртки по климатическим зонам Ставропольского края. Она вредит в настоящее время только в засушливой зоне края [3–5], а в центре Ставропольской возвышенности, в зоне неустойчивого, а также и достаточного увлажнения не выявлена. Однако в более увлажненном климате Западного Предкавказья листовёртка присутствует и наносит существенный вред [6]. По данным мониторинга в Гомельской области на юге Беларуси, регионах с достаточным увлажнением, выявлены повреждения растений кукурузы гусеницами злаковой листовёртки, повреждающей также озимые и яровые зерновые культуры, причем во всех агроклиматических зонах республики [7].

Отмечены значительные колебания в численности вредителя. Так, в Ростовской области после вспышки в 60-е годы прошлого века с последующей депрессией всплеск размножения вредителя на посевах пшеницы наблюдался в 2017-2018 годы [6, 8]. Злаковая листовёртка вновь достигла превышающей ЭПВ численности в данном регионе в 2019 г. [8].

Листовёртка (*Cnephasia pasiuana* (Hübner, 1799)) имеет много синонимов научного названия и является вредителем зерновых злаковых культур. Кроме нее, существует несколько близких видов листовёрток этого же рода [8, 9].

Представляет собой небольшую бабочку с телом серого цвета, со сложенными кровлеобразно крыльями, с длинной бахромкой по наружному краю, длиной менее 10 мм, а в размахе – 15–17 мм. Крылья также серого цвета. На переднем крыле от середины переднего края к заднему углу тянется тёмная, часто нечёткая полоса [10, 8]. Яйцо овальное, 0,3–0,5 мм, светло-оранжевое.

Гусеница в первом-втором возрастах белая, в третьем возрасте кремовая (рисунок 3), длиной до 10 мм. Тело покрыто чёрными блестящими хитинизированными бляшками. Голова, переднегрудной и анальный щитки желтовато-серые. На голове располагаются два темных пятна по бокам. Куколка длиной 5–8 мм, светло-коричневого цвета.

Зимуют гусеницы внутри яиц [10]. Весной вышедшие из яиц личинки перелетают на паутинках на посевы на расстояния до 250 и даже до 500 м при сильных порывах ветра, оседая большей частью на краю поля (рисунок 1), минируя листья злаков и повреждая флаговый лист и колос. С третьего возраста личинки мигрируют в пазуху флагового листа и питаются частями колоса и стебля, вызывая белоколосость (рисунок 2). Окукливаются за влагищем флагового листа, реже на колосе. Стадия куколки длится около 2 недель. Лёт бабочек наступает в конце мая-июне. Листовёртки в массе мигрируют в ближайшие лесополосы, откладывают яйца на кору деревьев, повсеместно развиваются в одном поколении [10].

Иногда неверно указывают, что гусеницы зимуют, отродившись из яиц, под корой деревьев [3]. Нельзя согласиться и с предположением, что зимуют бабочки в растительных остатках, например, при нулевой обработке почвы, а весной откладывают яйца [5]. В Предкавказье также встречаются и другие родственные виды листовёрток, повреждающие сложноцветные растения. Этот факт отмечался в Александровском районе

Ставропольского края в 2022 году при повреждении точек роста подсолнечника [3, 5]. Следует считать, что это вредил родственный вид. Например, многоядные виды листоверток этого же рода – *Cnephasia incertana* (Treitschke, 1835), *Cnephasia communana* (Herrich-Schaffer, 1851), *Cnephasia hellenica* Obratzov, 1956. *Cnephasia chrysanthæana* (Duponchel, 1843) – встречаются в степных и лугово-степных биотопах Евразии [2, 9].

В России вид как вредитель зерновых довольно слабо изучен. Так, в 2013 году в сводке по чешуекрылым Липецкой области авторы писали, что *C. pasiuana* (Hübner, [1799]) (= *pascuana* (Hübner, [1822])) – в регионе «локальный и очень редкий вид, приуроченный к остепнённым опушкам широколиственных лесов» [9]. Это объясняется, на наш взгляд, тем, что вид в тот период находился в депрессии.

Потери урожая от злаковой листовертки вследствие отмирания колосьев (белоколосицы), по данным разных авторов, разнятся. Установлены параметры вредоносности вредителя. Потенциальная вредоносность может достигать 70 % урожая [8]. Но при высокой численности злаковой листовертки ее вредоносность может снижаться болезнями гусениц. Хотя злаковая листовертка (*Cnephasia pascuana* Hbn.) является преимущественно вредителем зерновых культур и ярового ячменя, повреждения, например, растений кукурузы гусеницами на юге Беларуси достигали 26,7 % при численности 0,3 экз./растение очагами [7]. На Ставрополье данный вид листовертки также повреждает кукурузу [3, 5].

В регионах и природно-климатических зонах, где распространилась и вредит злаковая листовертка, следует проводить ежегодный мониторинг вредителя [1], учитывая при этом, что при среднесуточной температуре воздуха +10–12 °C начинается заселение посевов **гусеницами злаковой листовертки**. Обследования необходимо начинать с краев полей, прилегающих к лесополосам, определяя наличие мин с гусеницами на флаг-листе около центральной жилки или на вершине листа (лист в виде лодочки). Агроному важно тщательно осматривать флаговые листья в фазе выхода в трубку, применяя карманную лупу или гаджет, так как первые мины малозаметны и гусеницы второго возраста обладают небольшими размерами. С третьего возраста они переходят питаться внутри влагалища листа.

Рекомендуется: размещать посевы озимой пшеницы исключая повторные посевы, на смежных через лесополосы участках; посев травосмесей или посевы на кормовые цели, по краям полей, прилегающих к лесополосам; обработку инсектицидами краев полей, прилегающих к лесополосам, проводить в момент перехода личинок к питанию основанием колоса.

Важную роль в защите растений от листовертки играет соблюдение агротехники – предпосевная культивация почвы, уничтожение сорной растительности и ранняя уборка урожая. В послеуборочный период необходимо осуществлять традиционное лущение стерни и глубокую зяблевую вспашку с целью уничтожения сорной растительности и всходов падалицы.

В качестве истребительных мер борьбы также рекомендуется осуществлять раннюю и своевременную обработку инсектицидами до перехода гусениц с листьев в пазуху флагового листа к колосоножке. Обработку заселенных посевов проводят в период выхода гусениц из мин при численности более 40–50 гусениц/м² [8].

Для борьбы с листоверткой применяют контактно-кишечные инсектициды из группы пиретроидов и ФОС. Желательно применение биологических препаратов Биослип БТ и Биослип БВ, рекомендованных для защиты озимой пшеницы от комплекса вредителей при интегрированном и интенсивном земледелии, органическом земледелии [11, 12].

Цель исследований – определить вредоносность, фенологию, распределение по площади посевов озимой пшеницы гусениц злаковой листовертки как нового для зоны исследований вредителя. Определить потенциальные потери урожая и стратегию защиты посевов озимой пшеницы от листовертки в хозяйстве.

Материал и методы исследований. В условиях производственных посевов озимой пшеницы на землепользовании опытной станции «Рассвет-Ставрополье» (филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ») Новоселицкого района было обследовано пять полей сортов Зустріч, Паритет, Виктория 11 и Ирида на поврежденность колосьев злаковой листоверткой. Пробы брали на расстоянии 0, 50, 100 и 250, 500 м от краев посева, граничащих с лесополосами. В трех параллельных пробах на каждой полосе учета определяли количество поврежденных колосьев на 1 м². Затем были рассчитаны потери урожая от вредителя.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2024 году, 14 мая, на посевах озимой пшеницы филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» «Рассвет-Ставрополье» обнаружили новый для зоны вид вредителя – злаковую листовертку. Были отмечены повреждения листьев и проявление большого количества белоколосицы, особенно вблизи лесополос. Гусеницы минировали листья и стягивали с краев. Затем у колосьев подгрызали основание колосоножки, в результате чего сформировавшийся полностью колос отмирал. В фазу цветения-колошения-начала налива зерна белоколосица была хорошо заметна (рисунки 1, 2).



Рисунок 1. Повреждения листоверткой посевов озимой пшеницы, Новоселицкий район Ставропольского края, филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» «Рассвет-Ставрополье», 14.05.2024 (ориг.)

Figure 1. Leafroller damage to winter wheat crops, Novoselitsky District of the Stavropol Territory, branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” “Rassvet-Stavropol”, 14.05.2024 (orig.)



Рисунок 2. Результаты питания гусениц листовертки
основанием колосоножки озимой пшеницы (ориг.)
Figure 2. Results of leafroller caterpillars feeding on the
base of winter wheat stem (orig.)



Рисунок 3. Гусеница листовертки старшего возраста, 14. 05. 2024 (ориг.).
Бабочка листовертки при откладке яиц в лесополосе, 12.06.2024 (ориг.)
Figure 3. Leafroller caterpillar of old age, 14. 05. 2024 (orig.).
Leafroller butterfly laying eggs in a forest belt, 12.06.2024 (orig.)

На основании проведенных учетов была составлена таблица, показывающая, как изменяется степень поврежденности колосьев листовёрткой в зависимости от расстояния от края поля (таблица).

Таблица

Распределение поврежденных злаковой листовёрткой колосьев в посевах разных сортов озимой пшеницы (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», опытная станция «Рассвет-Ставрополье», 06.06.2024)

Table

Distribution of ears, which were damaged by cereal leafroller in crops of different varieties of winter wheat (FSBSI "North Caucasus Federal Agricultural Research Centre", experimental station "Rassvet-Stavropol", 06.06.2024)

№ поля	Предшественник	Сорт	Общее количество колосьев, экз./м ²	Удаление (м) от л/полосы	Количество поврежденных колосьев, экз./м ²	Снижение урожайности, т/га
1	Чистый пар	Зустріч	350–400	0	6	0,06
				50	4	0,04
				100	3	0,03
				250	менее 1	0,01
				500	менее 1	0,01
2	Чистый пар, с прилегающими полями колосовых зерновых	Паритет	300–350	0	10	0,10
				50	7	0,07
				100	4-5	0,005
				250	3	0,03
				500	3	0,03
3	Залежные земли	Иридаc	300–350	0	12–15	0,15
				50	10	0,1
				100	7	0,07
				250	7	0,07
				500	7	0,07
4	Чистый пар, с прилегающими полями колосовых зерновых	Виктория 11	250–300	0	10	0,01
				50	7–10	0,08
				100	5–7	0,07
				250	2-3	0,03
				500	менее 1	0,01
5	Озимая пшеница, летняя пахота	Паритет	300–350	0	16–20	0,20
				50	10–15	0,15
				100	7	0,07
				250	7	0,07
				500	7	0,07

В зависимости от предшественника и состояния посевов озимой пшеницы поврежденность колосьев кардинально различалась. Наблюдались существенные повреждения на посевах по колосовым предшественникам, а наименьшие – по чистому пару. Сильные повреждения отмечены на изреженных посевах по залежным землям.

Было выявлено, что поврежденные колосья преимущественно встречались в полосе до 50 м от края поля. Меньше встречалось повреждений на расстоянии 100–250 м, а на расстоянии более 250 м повреждения быоказались незначительными. Однако отдельные колосья были повреждены и на расстоянии до 500 м от края поля.

Для расчета вредоносности листовертки исследовали массив общей площадью 600 га, разделенный лесными полосами на две части по 300 га.

На участках, прилегающих к лесным полосам (около 80 га), недобор продукции составил 5-6%. На участках поля, удалённых от лесных насаждений (520 га), недобор насчитывал около 2-3%.

Среднее снижение урожайности на данном массиве равнялось 3,4 %.

Заключение. Наблюдения по развитию и вредоносности злаковой листовертки в условиях засушливой зоны Ставропольского края на посевах озимой пшеницы опытной станции «Рассвет-Ставрополье» ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2024 году показали значительные заселения посевов вредителем. Отмечены сжатые сроки развития вредителя в условиях высоких температур. В условиях современного потепления климата и повышенной солнечной активности текущего периода сроки ее развития сместились на 15–30 дней. Развитие гусениц протекает раньше, ускоряется вследствие повышенных температур развитие куколок: вместо 2-3 недель протекает за 8–10 дней, по нашим наблюдениям. Лет бабочек также заканчивается примерно на месяц раньше, чем указывают для этого вида – в середине мая происходит лет, спаривание бабочек и откладка яиц.

Вредоносность проявлялась в виде отмирания и белоколосицы сформировавшихся колосьев. Потери урожая от листовертки на учетном массиве составили 3,4 % от потенциального урожая.

Стратегия защиты посевов озимой пшеницы от листовертки в регионе должна строиться на следующих мероприятиях:

1. Мониторинг вредителя.
2. При выявлении вредителя в хозяйстве в первую очередь необходимо обращать внимание на посевы по колосовым предшественникам.
3. Соблюдение рекомендованной традиционной агротехники возделывания культуры.
4. Выявление сроков переноса из лесополос и начала минирования листьев гусеницами листовертки.
5. Оперативное проведение краевых обработок инсектицидами посевов на ширину 250 метров и более в момент перехода гусениц из мин к питанию во влагище листа.
6. Испытание и применение нехимических мер борьбы – скашивания краевых полос посевов и применение биологических препаратов, поиск экологических мер борьбы со злаковой листоверткой.
7. В районах, где потенциально может распространиться листовертка, возможно использование феромонных ловушек в лесополосах для выявления лета бабочек вредителя и откладки яиц, что поможет прогнозировать распространение и необходимость мер борьбы с вредителем в следующем году.

Рекомендации по производству:

1. При мониторинге вредителя учитывать, что при среднесуточной температуре воздуха +10–12 °С начинается заселение посевов гусеницами злаковой листовёртки.
2. Обследования начинать с краев полей, прилегающих к лесополосам, определяя наличие мин с гусеницами на флаг-листе около центральной жилки или на вершине листа, лист в виде лодочки.
3. Агроному необходимо тщательно осматривать флаговые листья в фазе выхода в трубку, применяя карманную лупу или гаджет, так как первые мины малозаметны и гусеницы второго возраста обладают небольшими размерами. С третьего возраста они переходят питаться внутрь влагалища листа.
4. Рекомендуются исключать повторные посевы озимой пшеницы. Возможен посев по краям полей, прилегающим к лесополосам, травосмесей или посевов зерновых на кормовые цели.
5. Необходимо применять для борьбы с листовёрткой зарегистрированные контактно-кишечные инсектициды разных групп, разрешенные для использования на озимой пшенице [12] в период перехода личинок к открытому питанию и ухода во влагалище флаг-листа, через 2-3 недели после появления гусениц на посевах, оценивая их эффективность против данного вредителя.
6. Некоторые авторы рекомендуют обработку лесополос в период отрождения гусениц. Считаем это недопустимым с целью охраны птиц и полезной энтомофауны, находящихся убежище только в необрабатываемых лесонасаждениях. С целью снижения токсической нагрузки на экосистему желателен биологический препарат Биослип БТ и Биослип БВ [13]. Целесообразно изучить перспективы и эффективность данных биопрепаратов в лесополосах при отрождении гусениц.

Список источников

1. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2023 году и прогноз развития вредных объектов в 2024 году. М., 2024. 1281 с.
2. К фауне чешуекрылых (Lepidoptera) Липецкой области. Дополнение 2. / Л. В. Большаков, А. В. Свиридов, С. Г. Мазуров и др. // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. Вып. 36. 27.XII.2013. С. 11–35.
3. Черкашин В. Н., Коломыцева В. А. Фитосанитарное состояние посевов полевых культур, выращиваемых по технологии без обработки почвы // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 2 (15). С. 21–28. DOI 10.25930/2687-1254/003.2.15.2022.
4. Черкашин В. Н., Черкашин Г. В., Коломыцева В. А. Болезни и вредители, вызывающие белоколосицу у озимой пшеницы // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (14). С. 20–27.
5. Черкашин В. Н. Злаковая листовёртка – опасный вредитель полевых культур. URL: <https://fnac.center/news-fnac/zlakovaya-listovyortka-opasnyj-vreditel-polevykh-kultur/>. Дата обращения: 27.06.24 г.
6. Полтавский А. Н., Артохин К. С. Массовые размножения и миграции насекомых в Ростовской области в 2019 году // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России. Материалы XXII международной научной конференции. Махачкала, 2020. С. 347–350.
7. Трепашко Л. И., Бойко С. В., Козич И. А. Экономическое обоснование применения пестицидов на посевах зерновых культур в Беларуси // Защита и карантин растений.

2019. № 8. С. 21–28.

8. Артохин К. С., Полтавский А. Н. Злаковая листовёртка в Ростовской области // Защита и карантин растений. 2018. № 8. С. 28–30.

9. Будашкин Ю. И. Материалы по фауне чешуекрылых (Lepidoptera) Казантипского природного заповедника // Труды Никитского ботанического сада – Национального научного центра. 2006. Том 126. С. 263–291.

10. Орлов В. Н. Вредители зерновых культур. М.: Печатный Город, 2006. 104 с.

11. Интегрированная защита озимой пшеницы / В. А. Павлюшин, В. И. Долженко, А. М. Шпанев и др. // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 5, 2015. С. 38 (1)–72 (34).

12. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть I. Пестициды. Минсельхоз России. М. 2024.

13. Эффективность биологической защиты озимой пшеницы от вредителей / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницына и др. // Земледелие. 2019. № 8. С. 44–47.

References

1. Review of the phytosanitary state of agricultural crops in the Russian Federation in 2023 and forecast of the development of harmful objects in 2024. M., 2024. 1281 p.

2. Revisiting the fauna of lepidopterous insects (Lepidoptera) of the Lipetsk Region. Addendum 2. / L. V. Bolshakov, A. V. Sviridov, S. G. Mazurov et al. // Eversmannia. Entomological research in Russia and neighboring regions. Vol. 36. 27.XII.2013. P. 11–35.

3. Cherkashin V.N., Kolomytseva V.A. Phytosanitary condition of field crops, which are grown according to no-till technique // Agricultural Journal. 2022. No. 2 (15). P. 21–28. DOI 10.25930/2687-1254/003.2.15.2022.

4. Cherkashin V.N., Cherkashin G.V., Kolomytseva V.A. Diseases and pests that cause ear leucochroism on winter wheat // Agricultural Journal. 2021. No. 1 (14). P. 20–27.

5. Cherkashin V.N. Cereal leafroller is a dangerous pest of field crops. URL: <https://fnac.center/news-fnac/zlakovaya-listovyortka-opasnyj-vreditel-polevykh-kultur/>. Date of access: 27.06.24

6. Poltavskii A. N., Artokhin K. S. Mass reproduction and migration of insects in the Rostov Region in 2019 // Biological diversity of the Caucasus and the south of Russia. Materials of the XXII international scientific conference. Makhachkala, 2020. P. 347–350.

7. Trepashko L. I., Boiko S. V., Kozich I. A. Economic justification of the use of pesticides on grain crops in Belarus // Plant protection and quarantine. 2019. No. 8. P. 21–28.

8. Artokhin K. S., Poltavskii A. N. Cereal leafroller in the Rostov Region // Plant protection and quarantine, 2018, No. 8, P. 28–30.

9. Budashkin Yu. I. Materials on the fauna of lepidopterous insects (Lepidoptera) of the Kazantyp Nature Reserve // Works of the Nikita Botanical Garden – National Research Center. 2006. Volume 126. P. 263–291.

10. Orlov V. N. Pests of grain crops. M.: Print City, 2006. 104 p.

11. Integrated protection of winter wheat. / V. A. Pavliushin, V. I. Dolzhenko, A. M. Shpanev et al. // Supplement to the journal “Plant protection and quarantine”, No. 5, 2015. P. 38 (1)–72 (34).

12. State catalog of pesticides and agrochemicals, which are approved for the use on the territory of the Russian Federation. Part I. Pesticides. Ministry of Agriculture of the Russian Fed-

eration. M., 2024.

13. The effectiveness of biological protection of winter wheat from pests / N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, L. V. Maznitsyna et al. // Zemledelie. 2019. No. 8. P. 44–47.

Сведения об авторах

Евгений Александрович Васильев, директор опытной станции «Рассвет-Ставрополье» – филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, г. Михайловск.

Тел.: 8 (903) 446 64 41, e-mail: vasilev.ea@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0008-6435-5018>

Елена Владимировна Ченикалова, главный научный сотрудник лаборатории защиты растений, д.б.н., проф. ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Тел.: 8 (989) 988 81 64, e-mail: entomolsgau@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0009-0001-4626-5085>

Information about the authors

E. A. Vasiliev, Director of the experimental station “Rassvet-Stavropol”, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Mikhailovsk, Tel. 8 (903) 446 64 41, e-mail: vasilev.ea@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0008-6435-5018>

E. V. Chenikalova, Chief Researcher of the Plant Protection Laboratory, Doctor of Biological Sciences, Professor, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”. Tel.: 8 (989) 988 81 64, e-mail: entomolsgau@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0009-0001-4626-5085>

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

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

Статья поступила в редакцию 10.07.2024; одобрена после рецензирования 21.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 10.07.2024; approved after reviewing 21.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №3 (17). С. 15-26
Agricultural journal. 2024. 17 (3). P.15-26

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК 633.11«324»:631.5(470.62/.67)

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.3.17.2024

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ВОСТОЧНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ**

**Николай Александрович Морозов¹, Нина Артёмовна Ходжаева¹,
Иванна Владимировна Прохорова¹, Александр Иванович Хрипунов²**

¹Прикумская опытно-селекционная станция – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, г. Буденновск, e-mail: fgupross@mail.ru

²ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, г. Михайловск, e-mail: info@fnac.center

Аннотация. Исследования велись в 2020–2023 гг. в посевах озимой пшеницы по трём предшественникам на естественном и удобренном фоне отдела агроэкологии и земледелия Прикумской опытно-селекционной станции. Цель исследований – изучить влияние предшествующих культур, фона питания и климата на урожайность озимой пшеницы и формирование элементов структуры в аридных условиях Ставропольского края. ГТК в исследуемые годы, по сравнению с 1990–2019 гг., ухудшился в августе на 0,35 единицы, октябре – на 0,27 единицы и в апреле – на 0,62 единицы, что самым негативным образом сказалось на обработке почвы, получении всходов и темпах накопления биомассы. Дефицит влаги по предшественникам в посевной период в пахотном слое почвы составил 31–51%, а к весне в метровом слое – 27–64% от среднееголетнего значения. Доля осадков за апрель – июнь в суммарном водопотреблении насчитывала по чистому пару 67 %, занятому пару – 77 % и полупару – 79%, а из почвы влаги потреблялось 21–33 %. Наиболее эффективно она использовалась по парам, где коэффициент водопотребления уменьшался на 43–49 мм/т, по сравнению с полупаром. Наибольшая густота стояния и количество продуктивных стеблей по всем предшественникам наблюдались в 2020 и 2022 годах. Средняя урожайность по чистому пару на контроле равнялась 2,93 т/га, на удобренном фоне – 3,51 т/га, занятому пару – 2,48 и 2,76 т/га и полупару – 1,06 и 1,67 т/га. Применение удобрений способствовало по чистому пару увеличению количества стеблей на 14 %, занятому пару количества зёрен в колосе – на 5,3%, выхода зерна с колоса – 7,8%. По полупару показатели следующие: рост количества стеблей – на 13,0 %, числа зёрен в колосе – на 34,6%, выхода зерна с колоса – на 37,5%.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, предшественник, погодные условия, минеральные удобрения, структура урожая

Для цитирования: Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Прохорова И.В., Хрипунов А.И. Влияние климата, минеральных удобрений и предшественников на урожайность озимой пшеницы в Восточном Предкавказье // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 15-26. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.3.17.2024

**INFLUENCE OF CLIMATE, MINERAL FERTILIZERS AND PREVIOUS CROPS
ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE EASTERN FORE-CAUCASUS**

Nikolai A. Morozov¹, Nina A. Khodzhaeva¹, Ivanna V. Prokhorova¹, Aleksandr I. Khripunov²

¹ Prikumsk Experimental Plant Breeding Station – branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Budyonnovsk, e-mail: fgupposs@mail.ru

² FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Mikhailovsk, e-mail: info@fnac.center

Abstract. The research was conducted in 2020–2023 on winter wheat crops after 3 previous crops on a natural and fertilized background by the Department of Agroecology and Agriculture of the Prikumsk Experimental Plant Breeding Station. The purpose of the research was to study the influence of previous crops, nutrient status and climate on the yield of winter wheat and the formation of structural elements in arid conditions of the Stavropol Territory. In comparison with 1990 – 2019, the hydrothermal coefficient in the studied years deteriorated in August by 0,35, October – by 0,27 and April – by 0,62 units, which had the most negative effect on soil cultivation, germination and the rate of biomass accumulation. The moisture deficit on the previous crops in the sowing period in the arable layer amounted to 31–51 %, and by spring in the meter layer 27–64 % of the annual average value. The share of precipitation in April – June in total water consumption was 67% for complete fallow, 77% for seeded fallow and 79 % for semifallow land, and 21–33 % of moisture was consumed from the soil. It was used most effectively in fallow, where the coefficient of water consumption decreased by 43–49 mm/t, in comparison to semifallow land. The highest density and the number of productive stems in all previous crops were observed in 2020 and 2022. The average yield for complete fallow in the control was 2,93 t/ha, with fertilizers – 3,51 t/ha, for a seeded fallow – 2,48 and 2.76 t/ha and a semifallow land – 1,06 and 1,67 t/ha. The use of fertilizers contributed to an increase in the number of stems by 14 % on complete fallow, on seeded fallow – the number of grains in the ear by 5,3 %, grain yield from the ear by 7,8 %. As for semifallow land, the parameters are as follows: growth in the number of stems by 13,0 %, the number of grains in the ear by 34,6 %, grain yield from the ear by 37,5%.

Key words: winter wheat, yield, previous crop, weather conditions, mineral fertilizers, yield formula.

For citation: Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Prokhorova I.V., Khripunov A.I. Influence of climate, mineral fertilizers and previous crops on the yield of winter wheat in the Eastern Fore-Caucasus // Agricultural journal. 2024; No. 17 (3). P. 15-26.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.3.17.2024

Введение. На процесс формирования урожая озимой пшеницы существенное влияние оказывает целый комплекс различных факторов, таких как климатические условия, почвенное плодородие, сортовые особенности культуры, агротехнические мероприятия, включая сроки сева и нормы высева, внесение минеральных удобрений,

применение средств защиты растений и другие факторы интенсификации сельскохозяйственного производства [1,2,3].

В процессе постепенного развития растительный организм вначале формирует листья, функция которых заключается в создании первичных ассимилятов для обеспечения исходным строительным материалом и энергией все остальные органы растений и протекающие в них процессы, последовательный цикл образования которых завершается плодоношением и реализуется в урожае общей биомассы и зерна [4,5,6].

Величина урожая складывается из таких общепризнанных элементов структуры, как густота стояния растений, продуктивная кустистость, количество зёрен в колосе и масса 1000 зёрен, формирующихся в определённые фазы развития растений и в совокупности определяющих уровень продуктивности посева [7,8]. В начальный период роста и развития, обычно осенью, но, может быть, и весной, определяются густота стояния растений и коэффициент кущения, в весенний период – озернённость колоса, а во время цветения и налива – масса зерна [9,10,11].

Процесс формирования различных элементов структуры урожая происходит в отличающихся друг от друга внешних специфических условиях каждого отдельного года, определяющего тот или иной уровень урожайности. В одних природных условиях величина урожая существенно зависит от массы зерна с колоса, в других – от количества стеблей к уборке на единице площади, что часто и эффективно применяется в селекционном процессе для создания высокоинтенсивных сортов озимой пшеницы [12,13,14].

С целью усовершенствования агротехнических приёмов возделывания необходимо подробное изучение механизма взаимоотношения между растительным организмом и внешними факторами с учётом их влияния на отдельные элементы продуктивности. В связи с этим нами использовались климатические и урожайные данные за соответствующий период исследований и определялась степень влияния погодных условий, минеральных удобрений и предшествующих культур на элементы структуры урожая озимой мягкой пшеницы.

Цель исследований – изучить влияние предшествующих культур, фона питания и климата на урожайность озимой пшеницы и формирование элементов структуры в аридных условиях Ставропольского края.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2020–2023 гг. на полях Прикумской опытно-селекционной станции – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» в шестипольном зернопаротравяном севообороте: озимая пшеница (N₃₅) - чистый пар - озимая пшеница (P₃₀) - яровой ячмень + эспарцет - эспарцет на зелёный корм - озимая пшеница (P₄₀). Опыт с данным севооборотом заложен в 1969 г. и развёртывался постепенно ежегодно одним полем, а с 1976 г. по настоящее время располагается всеми полями во времени и пространстве. Районированные сорта полевых культур возделывали на удобренном фоне по общепринятой для засушливой зоны технологии. Минеральные удобрения под озимую пшеницу вносили под предпосевную культивацию после чистого и занятого пара в виде суперфосфата или аммофоса, а в повторных посевах озимой пшеницы внекорневую подкормку проводили аммиачной селитрой. Расположение делянок последовательное. Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь делянки – 448,5 м², учётная – 210 м².

Почва опытного участка каштановая среднесуглинистая, карбонатная. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составило 1,56% (по Тюрину, ГОСТ 26213-91). Общего азота содержалось от 0,13 до 0,14% (по Грандваль-Ляжу), подвижного фосфора –

21,2 мг/кг и обменного калия – 306 мг/кг (по Мачигину, ГОСТ 26205-91). Плотность почвы насчитывала 1,32 г/см³, pH солевой вытяжки – 7,0–7,1. В полуметровом слое почвы карбонатов содержалось 7,14%.

Динамику природно-климатических условий анализировали с помощью информационно-аналитической системы «Агроклимат». Климат засушливой зоны среднеконтинентальный со среднегодовым количеством осадков за 1990–2019 гг. 430,3 мм, среднегодовой температурой воздуха 11,2°C и суммой активных температур 3819°C. По сравнению с предыдущим 30-летием (1990–2019 гг.) погодные условия для возделывания озимой пшеницы в среднем за 2020–2023 гг. значительно ухудшились, что выразилось в увеличении среднегодовой температуры воздуха на 1,27°C, суммы активных температур – на 293°C и снижении среднегодового количества осадков на 11 мм. Самое большое снижение ГТК отмечено в апреле (-0,62), августе (-0,35) и октябре (-0,27), что свидетельствует об ухудшении погодных условий в период посева, получения всходов и усиленного роста биомассы в фазу выхода растений в трубку. Весь вегетационный период с апреля по октябрь за эти годы уменьшился на 0,10 единиц (таблица 1).

Таблица 1

Гидротермические условия 2020–2023 гг.
в сравнении со среднесуточным значением за 1990–2019 гг.

Table 1

Hydrothermal conditions in 2020–2023 in comparison with the long-term average
for 1990–2019.

Годы	ГТК, месяц									
	4	5	6	7	8	9	10	4–6	7–10	4–10
2020	0,25	0,79	0,66	0,68	0,26	0,47	0,27	0,64	0,44	0,52
2021	0,80	1,05	1,17	0,28	0,35	0,34	0,10	1,05	0,28	0,61
2022	0,57	1,39	0,80	0,88	0,06	1,56	0,01	0,92	0,67	0,77
2023	0,28	0,51	1,15	1,02	0,05	0,25	1,24	0,74	0,52	0,61
Среднее	0,48	0,94	0,94	0,66	0,15	0,59	0,44	0,84	0,44	0,59
Средне-многолетнее	1,10	1,00	0,79	0,50	0,50	0,60	0,71	0,94	0,54	0,69

С целью выявления влияния погодных условий на формирование урожая озимой пшеницы и элементов его структуры использовались метеоданные Будёновской метеостанции за 2020–2023 гг. и урожайные показатели по трём предшественникам за исследуемый период в засушливой зоне Восточного Предкавказья.

Учёт урожая в фазу полной спелости зерна и элементов его структуры проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15]. Статистическую обработку данных осуществляли по Б.А. Доспехову [16], используя стандартную программу AgCStat для Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Летне-осенний период с июля по октябрь 2019 г. был засушливым (ГТК 0,44). Осадков за это время выпало на 32 мм меньше, чем за предыдущее 30-летие (1990–2019 гг.). В пахотном слое почвы запасы влаги по предшественникам составили всего 1–9 мм, а в метровом слое – 7–58 мм. В связи такими жёсткими условиями по влагообеспеченности всходы по всем предшественникам появились очень поздно и были не дружными и слаборазвитыми. Прекращение осенней вегетации произошло в конце первой декады декабря, а весенняя вегетация в 2020 г. началась очень рано, в третьей декаде февраля, и характеризовалась по-

вышенным температурным режимом. Всё это способствовало значительному улучшению состояния посевов к началу апреля, но к концу первой декады апреля недельные заморозки сильно повредили растения, особенно по парам и на удобренных вариантах. Запасы влаги в метровом слое почвы к весне, в зависимости от предшественника, составили 57–93 мм, что на 33,3–80,7% ниже среднеемноголетнего значения, а к концу апреля – всего 13–41 мм. Гидротермические условия всей весенне-летней вегетации характеризовались существенным недобором осадков и повышенными температурами воздуха.

Вегетационный период 2020г. с апреля по октябрь был очень засушливым (ГТК = 0,41), осадков выпало на 146,2 мм меньше среднеемноголетнего значения, а сумма активных температур составила 4 218°C. Эти показатели касаются вегетации пшеницы и посева, следующего далее, – надо бы отделить одно от другого. Речь идёт не о вегетации пшеницы, а о климатической характеристике тёплого периода года, так как ГТК учитывает только среднемесячные температуры 10 °C и выше, поэтому ничего отделять не надо. К началу посева влага в посевном слое по всем предшественникам полностью отсутствовала, а в метровом слое её запасы были только по чистому пару (22 мм). Всходы озимой пшеницы по всем предшественникам появились только в начале февраля. Весенняя вегетация началась в средние сроки, с 20 марта 2021 г., при пониженной температуре воздуха. Растения развивались медленно в связи с отсутствием вторичной корневой системы. К фазе колошения влаги в 1 м слое, в зависимости от предшественника, содержалось 22–37 мм. Обильные дожди прошли в конце мая и июне.

Осенний период в 2021 г. по влагообеспеченности для озимых культур сложился благоприятно. В сентябре выпало 64,9 мм, в октябре – 33,0 мм. Влага в пахотном горизонте почвы содержалась 14–17 мм, что было достаточно для получения всходов в оптимальные сроки (с 20 по 22 октября) и их хорошего развития в начальный период. Зима выдалась тёплой с небольшим количеством осадков. Возобновление вегетации произошло в начале третьей декады февраля, но с 6 по 28 марта она прекратилась из-за понижения среднесуточной температуры ниже 5°C. С 4 по 6 марта дул ураганный ветер со скоростью до 26 м/с, в результате чего наблюдались частичная гибель и большие повреждения растений. Апрель был засушливым (ГТК = 0,57), а май и июнь – увлажнёнными (ГТК = 1,39 и 0,80).

Август (ГТК=0,05) и сентябрь (ГТК=0,25) 2022 г. выдались очень засушливыми, а октябрь – умеренно влажным (ГТК = 1,24), с количеством осадков в первой декаде 13,6 мм, а во второй – 20,6 мм, что позволило получить всходы с 21 по 25 октября и раскуститься растениям до ухода в зиму (28 ноября). Первые всходы получены по чистому пару. Развитие растений сильно различалось по предшественникам. Запасы влаги по всем предшественникам к началу весенней вегетации оказались существенно ниже нормы в связи с низкими осенними запасами в почве и малым количеством осадков в холодный период, с ноября по март. Вегетация началась 7 марта. Весной в условиях дефицита влаги и кратковременных заморозков озимая пшеница по занятому пару и полупару замедлила рост и развитие. В 2023 г. агроклиматические условия весенне-летней вегетации в целом были засушливыми (ГТК = 0,74), с очень сильной засухой в апреле (ГТК = 0,28), средней – в мае (ГТК = 0,51) и только налив зерна и июне стал благоприятным (ГТК = 1,15).

По чистому пару влаги в пахотном слое почвы в период посева в среднем за 2020–2023 гг. содержалось 10,0 мм, а в метровом слое – 55,3 мм, по занятому пару – 5,9 и 18,8 мм и в повторных посевах озимой пшеницы – 6,5 и 16,4 мм, что от среднеемноголетнего значения составило соответственно 63,7 и 73,3; 49,2 и 35,8; 69,1 и 45,7%, то есть

дефицит увлажнения слоя почвы 0–20 см составил по предшественникам 30,9–50,8%, а метрового слоя – 26,7–64,2%.

В предыдущем 30-лети (1990–2019 гг.) за холодный период, с ноября по март, влаги в метровом слое почвы в нашем опыте накапливалось по чистому пару 48,7 мм, по занятому пару – 63,7 мм и полупару – 67,2 мм, а средние её запасы к весне составили соответственно 124, 116 и 103 мм. В среднем за 4 года исследований содержание влаги к возобновлению весенней вегетации насчитывало по чистому пару 75,7 %, занятому пару – 51,0 % и озимой пшенице – 58,6% от среднемноголетнего значения за 1990–2019 гг.

В среднем по предшественникам минимальное количество влаги весной наблюдалось в 2021 г. (63,8 мм) и 2022 г. (66,1 мм), а максимальное – в 2023 г. (82,3 мм). В связи с этим в 2021 и 2022 гг. потребление влаги из почвы составило по чистому пару 15,2 и 33,8%, по занятому пару – 11,6 и 18,6% и непаровому предшественнику – 12,4 и 13,6%, то есть основным источником влаги в эти годы стали атмосферные осадки (66,2–88,4%). В среднем за 4 года доля осадков за апрель – июнь насчитывала по чистому пару 66,5%, занятому пару – 77,2% и полупару – 79,0% от суммарного водопотребления.

Коэффициент водопотребления по занятому пару в среднем увеличивался на 9,5%, а по озимой пшенице – на 76,7%, по сравнению с чистым паром. Для создания 1 т зерна влага наиболее эффективно использовалась по чистому пару и полупару в 2022 и 2023 гг., а по занятому пару – в 2022 и 2020 гг. (таблица 2).

Таблица 2

Слагаемые суммарного водопотребления озимой пшеницы
на удобренном фоне по предшественникам

Table 2

Components of the total water consumption of winter wheat on a fertilized background
after previous crops

Годы	Содержание продуктивной влаги в 1м слое почвы, мм		Осадки За весенне-летнюю вегетацию, мм	Использование влаги из почвенных запасов, мм	Суммарное водопотребление, мм	Урожай зерна, т/га	Коэффициент водопотребления, мм/т
	к ВВВ В	перед уборкой					
Чистый пар							
2020	93,3	12,4	122,2	80,9	203,1	2,86	71,0
2021	74,2	36,5	211,1	37,7	248,8	3,06	81,3
2022	97,1	22,1	147	75,0	222,0	4,10	54,1
2023	111	3	117	108	225	4,01	56,1
Среднее	93,9	18,5	149,3	75,4	224,7	3,51	64,0
Занятый пар							
2020	67,6	4,7	122,2	62,9	185,1	3,02	61,3
2021	54,1	26,4	211,1	27,7	238,8	2,48	96,3
2022	53,4	19,8	147	33,6	180,6	3,30	54,7
2023	62	10	117	52	169	2,22	76,1
Среднее	59,3	15,2	149,3	44,1	193,4	2,76	70,1

Продолжение таблицы 2							
Озимая пшеница							
2020	56,9	18,3	122,2	38,6	160,8	0,64	251,2
2021	63,1	33,2	211,1	29,9	241,1	2,02	119,3
2022	47,7	24,6	147	23,1	170,1	2,10	81,0
2023	74	7	117	67	184	1,90	96,8
Среднее	60,4	20,8	149,3	39,6	188,9	1,67	113,1

Наибольшая густота стояния растений по всем предшественникам наблюдалась в 2020 и 2022 гг. Осенью 2019 г. всходы озимой пшеницы хотя и появились с запозданием в ноябре, продолжительная вегетация до второй декады декабря и очень ранняя и тёплая весна позволили растениям сформировать хороший стеблестой. Особенно благоприятные условия сложились в 2022 г., когда коэффициент кушения по чистому пару на естественном фоне составил 1,7, а на удобренном – 1,8 при наибольшем количестве продуктивных стеблей к уборке 418 и 475 шт./м², что и предопределило самую высокую урожайность.

Второй по величине урожай по чистому пару получен в 2023 г. за счёт самого высокого числа зёрен в колосе и выхода зерна с колоса и выше среднего значения массы 1000 зёрен. Минимальная урожайность сформировалась в 2020 г. за счёт весенне-летней засухи и низких апрельских температур и в 2021 г. – за счёт поздних февральских всходов и холодной весны. По сравнению с контролем внесение фосфорных удобрений в дозе 30 кг д.в. на 1 га способствовало росту продуктивных стеблей на 14% и достоверному увеличению урожайности – на 19,8% (таблица 3).

Таблица 3
Элементы структуры урожая озимой пшеницы на различных фонах
питания по чистому пару

Table 3
Elements of the yield formula of the winter wheat with various nutrient status
on a complete fallow.

Годы	Густота стояния, шт./м ²	Количество		Масса, г		Урожайность, т/га
		стеблей, шт./м ²	зёрен, шт.	1000 зёрен	зерна с колоса	
Контроль (естественный фон)						
2020	260	388	20,0	34,4	0,69	2,68
2021	180	258	21,3	44,1	0,94	2,43
2022	248	418	20,6	41,8	0,86	3,60
2023	177	256	27,1	43,2	1,17	3,00
Среднее	216,3	330	22,2	40,9	0,91	2,93
Удобрённый фон						
2020	304	404	21,0	33,8	0,71	2,86
2021	194	282	23,8	45,4	1,08	3,06
2022	265	475	20,2	42,5	0,86	4,10
2023	204	345	27,1	42,8	1,16	4,01
Среднее	241,8	376,5	23,0	41,1	0,95	3,51
НСР ₀₅	11,6	14,6	1,1	1,7	0,10	0,30

Аналогичная картина по густоте стояния растений и количеству стеблей к уборке прослеживалась по занятому пару. На контрольном варианте эти показатели оказались в среднем практически одинаковыми с чистым паром, тогда как на удобренном фоне продуктивный стеблестой снижался на 13,5%, по сравнению с чистым паром. Самый высокий урожай по занятому пару получен в 2022 г., но он на контроле оказался на 0,17 т/га, а на удобренном варианте на 0,35 т/га ниже среднееголетнего значения. Применение фосфорных удобрений в дозе 40 кг д.в./га способствовало повышению выхода зерна с колоса на 7,8% и достоверному росту урожая зерна – на 11,3% (таблица 4).

Таблица 4

Элементы структуры урожая озимой пшеницы
на различных фонах питания по занятому пару

Table 4

Elements of the yield formula of the winter wheat with
various nutrient status on a seeded fallow

Годы	Густота стояния, шт./м ²	Количество		Масса. г		Урожайность, т/га
		стеблей, шт./м ²	зёрен, шт.	1000 зёрен	зерна с колоса	
Контроль (естественный фон)						
2020	252	392	19,6	34,6	0,68	2,66
2021	176	235	20,8	46,1	0,96	2,27
2022	260	419	17,2	41,8	0,72	3,00
2023	200	281	17,1	41,6	0,71	2,00
Среднее	222	331,8	18,8	41,0	0,77	2,48
Удобренный фон						
2020	248	316	26,8	35,8	0,96	3,02
2021	202	311	17,3	46,3	0,80	2,48
2022	245	399	19,5	42,6	0,83	3,30
2023	211	301	17,0	43,0	0,73	2,22
Среднее	226,5	331,8	19,8	41,9	0,83	2,76
НСР ₀₅	15,5	40,7	1,7	1,9	0,13	0,20

Такая же тенденция по стеблестой наблюдалась и в повторных посевах озимой пшеницы. Максимальные показатели отмечались, как и по другим предшественникам, в 2020 и 2022 гг. Самый низкий урожай на всех фонах питания получен в 2020 г. в связи с очень неблагоприятными условиями, уже подробно описанными по парам особенно негативным образом сказавшимися по самому худшему предшественнику. В остальные 3 года (2021–2023) урожайность озимой пшеницы по полупару на естественном фоне была практически одинаковой (1,20–1,25 т/га), а на удобренном фоне урожайность была очень близкой (1,90–2,10 т/га). Азотные удобрения, внесённые под предпосевную культивацию в дозе 35 кг д.в./га, способствовали статистически значимому увеличению густоты стояния растений и количества продуктивных стеблей на 13,0%, количества зёрен в колосе – на 34,6%, массы зерна с колоса – на 37,5%, а урожая зерна – на 57,5% (таблица 5).

Таблица 5

Элементы структуры урожая озимой пшеницы на различных
фонах питания по полупару

Table 5

Elements of the yield formula of the winter wheat with
various nutrient status on a semifallow land

Годы	Густота стояния, шт./м ²	Количество		Масса, г		Урожайность, т/га
		стеблей, шт./м ²	зёрен, шт.	1000 зёрен	зерна с колоса	
Контроль (естественный фон)						
2020	264	296	6,3	32,0	0,20	0,59
2021	89	139	24,4	36,8	0,90	1,25
2022	205	319	9,5	40,0	0,38	1,20
2023	134	136	23,3	37,8	0,88	1,20
Среднее	173	222,5	13,0	36,7	0,48	1,06
Удобрённый фон						
2020	272	312	6,2	32,2	0,20	0,64
2021	150	225	22,8	39,5	0,90	2,02
2022	228	318	16,0	41,2	0,66	2,10
2023	134	151	33,1	38,1	1,26	1,90
Среднее	196	251,5	17,5	37,8	0,66	1,67
НСР ₀₅	15,4	22,7	0,9	1,8	0,17	0,27

По сравнению со средним значением за 1990–2019 гг. снижение урожайности озимой пшеницы по всем предшественникам и фонам питания в исследуемые годы (2020–2023) связано с более низкой густотой стояния растений и стеблестоем, меньшим количеством зёрен в колосе при практически одинаковом выходе зерна с колоса. При этом масса 1000 зёрен оказалась существенно выше среднеемноголетнего значения (таблица 6).

Таблица 6

Элементы структуры урожая озимой пшеницы по предшественникам
на удобренном фоне в 2020–2023 гг. по сравнению с 1990–2019 гг.

Table 6

Elements of the yield formula of the winter wheat on a fertilized background after pre-
vious crops in 2020-2023 in comparison to 1990-2019

Предшественник	Густота стояния, шт./м ²	Количество		Масса, г		Урожай, т/га
		стеблей, шт./м ²	зёрен, шт.	1000 зёрен	зерна с колоса	
Чистый пар	241,8	376,5	23,3	41,1	0,96	3,51
Среднее за 1990–2019 гг.	294,0	441,0	25,8	37,2	0,96	4,27
Занятый пар	226,5	331,8	19,8	41,9	0,83	2,76
Среднее за 1990–2019 гг.	257,0	411,2	24,4	36,4	0,89	3,65
Полупар	196	251,5	17,5	37,8	0,66	1,67
Среднее за 1990–2019 гг.	232,0	324,8	19,6	35,1	0,69	2,28
НСР ₀₅	14,1	16,6	1,5	1,9	0,13	0,13

Вывод. В среднем за 2020–2023 гг. условия с июля по октябрь выдались очень засушливыми (ГТК = 0,44), а с апреля по октябрь – засушливыми (ГТК = 0,59), то есть весь период с активными среднемесячными температурами выше 10°C складывался очень неблагоприятно. В 2020 г. отмечалась весенне-летняя трёхмесячная засуха (ГТК = 0,64), а в 2023 г. – весенняя двухмесячная засуха (ГТК = 0,28–0,51). По сравнению с 1990–2019 гг., недобор осадков за 2018–2020 гг. составил 337 мм, а ужесточение условий увлажнения в августе, октябре и апреле негативным образом сказалось на влагообеспеченности посевов. Даже по чистому пару к началу посева влаги содержалось в

слое почвы 0–20 см 10,0 мм, а в 0–100 см – 55,3 мм, что соответствовало 63,7 и 73,3% от среднееголетнего значения. Использование влаги на парах оказалось на 38–43% более эффективным, чем по полупару.

Средняя урожайность по чистому пару на контроле составила 2,93 т/га, на удобренном фоне – 3,51 т/га, по занятому пару – 2,48 и 2,76 т/га и полупару – 1,06 и 1,67 т/га, что соответствовало 82% от урожайности культуры за предшествующие 30 лет по чистому пару, 76–78% – по занятому пару и 68–73% – полупару. Достоверная разница между фонами питания по элементам структуры урожая наблюдалась по чистому пару по густоте стояния и количеству продуктивных стеблей, полупару – по густоте стояния, числу зёрен в колосе и массе зерна с колоса. По занятому пару различий не отмечено. Урожайность на удобренном фоне оказалась по всем предшественникам достоверно выше, чем на контроле.

Список источников

1. Современное состояние зерновой отрасли АПК Ставропольского края и пути его оптимизации / Е. И. Годунова, А. И. Хрипунов, Л. Р. Оганян и др. // АПК: экономика, управление. 2023. №5. С.83–92. DOI:10.33305/235-83.
2. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. // Ставрополь: Агрус. 2013. 520с.
3. Characterizing agricultural impacts of recent large-scale US droughts and changing technology and management. / J. Elliott, M. Glotter, A. Ruane. et al. // Agricultural Systems. 2018. Vol. 159. P. 275–281.
4. Variability of winter wheat yield in France under average and unfavorable weather conditions. Urruty N., Guyomard H., Tailliez Lefebvre D. et al. // Field Crops Research. 2017. Vol. 213. P. 29–37.
5. Петров Г. И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. // Из-во: Прикумье. 1996. 342 с.
6. Шеховцов Г. А., Чайкина Н. Н. Мониторинг плодородия почв, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в почвах восточной части Ставропольского края. // Земледелие. 2018. № 6. С. 21–26. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10606.
7. Елисеев В. И., Сандакова Г. Н.. Влияние погодных факторов и различных доз минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. №2 (76). С. 37–39.
8. Гончаров Н.П., Косолапов В.М.. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
9. Филатова И. А. Продуктивность гороха и элементы структуры урожая в зависимости от норм высева // Земледелие. 2019. № 2. С. 36–38. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10210.
10. Соколенко Н.И., Комаров Н.М. Оценка исходного материала озимой пшеницы по элементам структуры урожайности. // Известия Горского ГАУ. 2019. №56 (4). С. 26-31.
11. Коваленко С.А., Грабовец А.И., Кадушкина В.П. Корреляционные взаимосвязи между урожаем и элементами его структуры у сортов яровой твёрдой пшеницы донской селекции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 31–33.

12. Цымбеков Б.Б., Билтуев А.С. Связь урожайности яровой пшеницы с элементами продуктивности в аридных условиях Бурятии // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. №3 (34). С. 75–79.
13. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н., Сухарева А. А. Урожайность и элементы её структуры у новых генотипов пшеницы мягкой озимой Северо-Кавказского ФНАЦ. // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. №2 (76). С. 55–58.
14. Влияние условий весенне-летней вегетации и предшественников на урожайность озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополя / Н.А. Морозов, Н.А. Ходжаева, И. В. Прохорова и др. // Земледелие. 2023. № 4. С.28–32. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-3-1-48.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск I. Общая часть. М. 2019. 329 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

1. Godunova E. I., Khripunov A. I., Oganian L. R., et al. Current state of the grain industry of the agroindustrial complex of the Stavropol Territory and ways of its optimization.// AIC: economics, management 2023. No. 5. P. 83–92. DOI:10.33305/235-83
2. Kulintsev V.V., Godunova E.I., Zhelnakova L.I., et al. System of agriculture of the new generation of the Stavropol Territory. // Stavropol: Agrus. 2013. 520 p.
3. Characterizing agricultural impacts of recent large-scale US droughts and changing technology and management. / J.Elliott, M. Glotter, A. Ruane. et al. // Agricultural Systems. 2018. Vol. 159. P. 275–281.
4. Variability of winter wheat yield in France under average and unfavorable weather conditions. Urruty N., Guyomard H., TailliezLefebvre D. et al. // Field Crops Research. 2017. Vol. 213.P. 29–37.
5. Petrov G. I. Influence of agrometeorological conditions on the formation of winter wheat harvest in the dry steppe zone of Stavropol. // Publishing House Prikume. 1996. 342 p.
6. Shekhovtsov G. A., Chaikina N. N. Monitoring of soil fertility, dynamics of the use of mineral and organic fertilizers, the balance of nutrients in the soils of the eastern part of the Stavropol Territory // Zemledelie.2018. No. 6. P. 21–26. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10606
7. Eliseev V. I., Sandakova G. N. Influence of weather factors and various doses of mineral fertilizers on the formation of elements of the structure of the harvest of spring soft wheat in the Orenburg Cis-Ural region // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019. No.2 (76), P. 37–39.
8. Goncharov N.P., Kosolapov V.M. Plant breeding is the basis of food security in Russia // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. P. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
9. Filatova I. A. Productivity of peas and elements of the crop structure depending on seeding rates // Agriculture. 2019. No. 2. P. 36–38. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10210.
10. Sokolenko N.I., Komarov N.M. Evaluation of the parent material of winter wheat by elements of the yield structure.// Proceedings of Gorsky state agrarian university. 2019. No. 56 (4), P. 26–31.
11. Kovalenko S.A., Grabovets A.I., Kadushkina V.P. Correlation relationships between the harvest and elements of its structure in varieties of spring durum wheat of the Don selection // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2017. No. 5 (67). P. 31–33.

12. Tsymbekov B.B., Biltuev A.S. Correlation of spring wheat yield with productivity elements in arid conditions of Buryatia // Bulletin of Northern Trans-Ural state agricultural university. 2016. No.3 (34). P. 75–79.
13. Kovtun V. I., Kovtun L. N., Sukhareva A. A. Productivity and elements of its structure in new genotypes of soft winter wheat of the North Caucasus Federal Agricultural Research Centre. // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 2 (76), P. 55–58.
14. Morozov N. A., Khodzhaeva N. A., Prokhorova I. V., et al. Influence of spring-summer vegetation conditions and previous crops on the yield of winter wheat in the arid zone of Stavropol. // Zemledelie. 2023. No.4. P. 28–32. DOI:10.24412/0044-3913-2023-3-1-48
15. Methods of state variety testing of agricultural crops. //Issue I. General part. Moscow, 2019. 329 p.
16. Dospekhov B.A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). //5th edition, updated and revised edition. Moscow: Alliance, 2014. 351 p.

Информация об авторах

Николай Александрович Морозов, директор Прикумской опытно-селекционной станции, кандидат сельскохозяйственных наук, тел.: +7(962)400-51-01, e-mail: fgupposs@mail.ru, ORCID 0009-0003-0520-5400

Нина Артёмовна Ходжаева, старший научный сотрудник отдела агроэкологии и земледелия, тел.: +7(962)440-49-04, e-mail: support@prima-inform.ru, ORCID 0000-0002-2353-1862

Иванна Владимировна Прохорова, младший научный сотрудник отдела агроэкологии и земледелия, тел.: +7(918)860-25-83, e-mail: prohorova@fnac.center, ORCID 0009-0005-3202-5936

Александр Иванович Хрипунов, заведующий лабораторией агроландшафтов, кандидат сельскохозяйственных наук, тел.: +7(919)741-08-50, e-mail: info@fnac.center, [https:// ORCID.org/0000-0003-4024-0458](https://ORCID.org/0000-0003-4024-0458)

Information about the authors

N. A. Morozov, Director of the Prikumsk Experimental Plant Breeding Station, Candidate of Agricultural Sciences, tel.: +7 (962) 400-51-01, e-mail: fgupposs@mail.ru ORCID 0009-0003-0520-5400

N. A. Khodzhaeva, Senior Researcher of the Department of Agroecology and Agriculture, tel.: +7 (962) 440-49-04, e-mail: support@prima-inform.ru, ORCID 0000-0002-2353-1862

I. V. Prokhorova, Junior Researcher of the Department of Agroecology and Agriculture, tel.: +7 (918) 860-25-83, e-mail: prohorova@fnac.center ORCID 0009-0005-3202-5936

A. I. Khripunov, Head of the Laboratory of Agricultural Landscapes, Candidate of Agricultural Sciences, tel.: +7 (919) 741-08-50, e-mail: info@fnac.center, [https:// ORCID.org/0000-0003-4024-0458](https://ORCID.org/0000-0003-4024-0458)

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

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

Статья поступила в редакцию 01.07.2024; одобрена после рецензирования 10.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 01.07.2024; approved after reviewing 10.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Прохорова И.В., Хрипунов А.И., 2024

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 27-36

Agricultural journal. 2024. 17 (3). P. 27-36

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК 631.416.12, 631.811.1

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.3.17.2024

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА
В ПРОФИЛЕ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЙМЫ РЕКИ МИАСС**

Игорь Васильевич Синявский, Татьяна Александровна Синявская

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Троицк,
Россия. E-mail: tvi_t@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований, направленных на изучение поведения минеральных форм азота в профиле полугидроморфных лугово-чернозёмных почв центральной части поймы на примере реки Миасс Челябинской области, с целью определения их содержания и распределения по генетическим горизонтам в период активной вегетации фитоценоза территории при установлении стабильного состояния водного баланса и температурного режима. Объектами проведения исследований выступили почва и минеральные формы азота, наряду с рядом агрохимических показателей, участвующих в формировании потенциального плодородия почвы. По результатам полевых и лабораторных исследований осуществили диагностику объекта с точки зрения современной классификации почв.

Определено, что экологические условия формирования и эволюции данного типа почв способствуют накоплению значительного количества органоминеральных и минеральных форм азота практически по всем биологически активным генетическим горизонтам. При этом нитратный азот по классификации агрохимической службы находится в количествах, позволяющих отнести его в группы с высоким и очень высоким содержанием, а его наибольшее количество накапливается в иллювиальном горизонте на глубине 60–75 см. Аммонийная форма распределяется более равномерно и присутствует как в элювиальном, так и в иллювиальном горизонтах. Наибольшее количество аммонийного азота отмечено нами на глубине 10–20 см.

В статье представлено мнение авторов по прохождению почвенных процессов, формирующих данное распределение минеральных форм азота в профиле полугидроморфных лугово-чернозёмных почв. Кроме того, авторы считают, что производственно-экологические условия позволяют наиболее эффективно использовать данные почвы при производстве кормовой или овощной продукции.

Ключевые слова: центральная пойма, полугидроморфная лугово-чернозёмная почва, азот нитратный и аммонийный, минеральные формы азота в профиле почвы.

Для цитирования: Синявский И.В., Синявская Т.А. Распределение минеральных форм азота в профиле полугидроморфных лугово-чернозёмных почв центральной поймы реки Миасс // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 27-36.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.3.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

**DISTRIBUTION OF MINERAL FORMS OF NITROGEN
IN THE PROFILE OF SEMITERRESTRIAL MEADOW-CHERNOZEMIC
SOILS OF THE CENTRAL FLOODPLAIN OF THE MIASS RIVER**

Igor V. Siniavskii, Tatiana A. Siniavskaia

FSBEI HE “South Ural State Agrarian University”, Troitsk, Russia. E-mail: tvi_t@mail.ru

Abstract. The results of the research, which is aimed at studying the behavior of mineral forms of nitrogen in the profile of semiterrestrial meadow-chnozemic soils of the central part of the floodplain, are presented using the example of the Miass River in the Chelyabinsk Region, in order to determine their content and distribution along genetic horizons during the period of active vegetation of the phytocenosis of the territory when establishing a stable state of water balance and temperature conditions. The objects of the research were soil and mineral forms of nitrogen, along with a number of agrochemical indicators, which were involved in the formation of potential soil fertility. Based on the results of field and laboratory studies, the object was diagnosed from the point of view of modern soil classification.

It has been determined that the environmental conditions of the formation and evolution of this type of soil contribute to the accumulation of a significant amount of organomineral and mineral forms of nitrogen in almost all biologically active genetic horizons. At the same time, nitrate nitrogen, according to the classification of the agrochemical service, is in quantities that allow it to be classified into groups with high and very high content, and its largest amount accumulates in the illuvial horizon at a depth of 60–75 cm. The ammonium form is distributed more evenly and is present both in the eluvial and illuvial horizons. The largest amount of ammonium nitrogen was noted at a depth of 10–20 cm.

The article presents the authors' opinion on the soil processes that form this distribution of mineral forms of nitrogen in the profile of semiterrestrial meadow-chnozemic soils. In addition, the authors believe that production and environmental conditions allow the most efficient use of these soils in the production of fodder or vegetable products.

Key words: central floodplain, semiterrestrial meadow-chnozemic soil, nitrate and ammonium nitrogen, mineral forms of nitrogen in the soil profile.

For citation: Siniavskii I.V., Siniavskaia T.A. Distribution of mineral forms of nitrogen in the profile of semiterrestrial meadow-chnozemic soils of the central floodplain of the Miass River // Agricultural journal. 2024; No. 17 (3). P. 27-36.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.3.17.2024

Введение. Почвенный покров Зауралья разнообразен, и наряду с зональными и интразональными группами в нём занимают особое место пойменные, формирование и эволюция которых проходит в специфических природно-экологических условиях. Они имеют определённые отличия от почв водораздельных территорий как по многим признакам и свойствам генетических горизонтов, создающих их неповторимый облик, так и по производственному потенциалу, определяющему хозяйственную ценность. В сравнении с почвами чернозёмного типа по занимаемой площади их доля небольшая, но с точки зрения параметров плодородия и производства растениеводческой продукции обладают не меньшей привлекательностью [1, 2, 3]. Их общий облик и сформированные генетические горизонты напоминают черты чернозёмных почв и также выде-

ляются высоким потенциальным плодородием. При этом экосистемы, в которых они функционируют, обладают достаточно сложной и своеобразной структурой, высокой биопродуктивностью. Но в настоящее время изученность биогеоценозов пойм малых рек недостаточна, особенно с точки зрения почвообразовательных процессов и динамично меняющихся во времени и в пространстве агрохимических параметров. Для разработки экологически обоснованных путей использования полугидроморфных лугово-чернозёмных почв недостаточно знаний по режимам протекания биологических, химических и физико-химических процессов, динамики формирования водного и теплового режимов [4, 5, 6].

Лугово-чернозёмные пойменные почвы поймы реки Миасс сформированы на суглинисто-супесчаных наносах, обладают слоистым сложением. По всему профилю этих почв имеются песчаные прослойки и пятна, придающие окраске почвенных горизонтов белесоватые тона с ясно выраженной их биогенной структурой.

Сложность оценки минерального питания растений в почвах пойменных территорий малых рек связана со множеством природно-экологических факторов, основными из которых являются: условия развития микробиологических процессов, особый состав их твёрдой фазы, формируемые физико-химические свойства, своеобразные водный, воздушный и тепловой режимы периодов активной вегетации фитоценоза. При этом необходимо учитывать, что полученный результат анализа почвенного образца даёт представление о содержании элемента питания только для определённого временного периода. Особенно это актуально для оценки содержания и распределения минеральных форм азота в профиле лугово-чернозёмных полугидроморфных почв [7, 8, 9].

Многие исследователи отмечают, что в центральной части пойм рек на аллювиально-луговой почве содержание нитратного азота ($N-NO_3$) достаточно высокое – 15,0–20,0 мг/кг почвы, что связано с более тяжелым гранулометрическим составом наносов и высоким содержанием гумуса. Близкая к нейтральной реакция среды и особый водно-воздушный режим создают условия вовлечения образовавшегося в процессе разложения органического вещества аммиака в процесс нитрификации. Количество образованного нитратного азота нарастает от весны к лету, снижаясь к более холодным осенним периодам. При этом июльские ливневые дожди способствуют его перемещению в иллювиальные горизонты пойменных почв. В ранний весенний период, после спада паводковых вод, азот в большей степени представлен соединениями аммония. При повышении температуры нитрифицирующая способность возрастает. По годам количество нитратного азота и соотношение его с другими формами данного элемента в разных частях поймы также меняются. Во влажные и теплые годы процесс нитрификации идет интенсивнее, нитратного азота образуется больше, чем в годы с жарким и холодным или жарким и сухим летом [4, 5, 10]. При проведении исследований была поставлена **цель** изучить распределение минеральных форм азота в профиле полугидроморфных лугово-черноземных почв в период активной вегетации фитоценоза. Объекты – почвы лугово-чернозёмные полугидроморфные поймы реки Миасс, азот минеральных форм.

Материал и методы исследований. Для определения минеральных форм азота нами были сформированы почвенные образцы. Временной период их отбора был привязан к самому тёплому месяцу года, июлю. В этот период стабилизируются грунтовые воды, идет активное развитие растительности. Уровень аэрации и температурный режим способствуют максимальной микробиологической активности. В отобранных почвенных образцах по горизонтам определяли минеральные формы азота, причем определение проводилось как в образцах почвенных горизонтов, так и с интервалом в 10 см. Определение азота нитратных и аммонийных форм осуществляли по методике ГОСТ Р

53219-2008, ИСО 14255:1998 [11].

Проведены полевые рекогносцировочные исследования с целью определения места закладки почвенного разреза, отбора почвенных образцов в прикопках. Участок характеризуется как центральная пойма, слабоволнистая, занятая луговой растительностью, используется как сенокос, укосы проводятся 1 раз во второй декаде августа. Профиль с указанием генетических горизонтов по современной классификации представлен на рисунке 1. Почва диагностирована как синлитогенная, аллювиальная тёмногумусовая, гидрометаморфизованная, насыщенная, маломощная, глубоко оглеенная, сильно гумусированная, супесчаная почва со среднеразвитым профилем, сформированная на аллювиальных отложениях [12]. Почва по классификации и диагностики почв СССР, принятой в 1977 году [13], определена нами как полугидроморфная лугово-чернозёмная.



Рисунок 1. Стрoение профиля почвы центральной части поймы
Figure 1. Structure of the soil profile in the central part of the floodplain

Современная классификация и диагностика почв России 2004 года несколько меняет подход к определению групп почв. Нами в полевых и лабораторных исследованиях почвенного покрова использован полевой определитель, предложенный в 2008 году почвенным институтом им. В.В. Докучаева [14].

Результаты исследований и их обсуждение. При оценке азотного режима лугово-черноземных полугидроморфных почв изучены содержание нитратной и аммонийной форм азота в слое 04–20 см и распределение их по профилю почвы. Проводилось определение аммонийного и нитратного азота в изучаемой почве в слое 0–130 см с интервалом в 10 см. Результаты представлены в таблице.

Нитратный азот распределяется следующим образом: в слое 0–10 см его содержание – 6,24 мг/кг почвы; в слое до 20 см количество NO_3 возрастает и составляет 8,12 мг/кг. В пахотном слое данный показатель насчитывает 6–8 мг/кг почвы. Повышенное содержание NO_3 за пределами пахотного слоя может быть связано с миграцией азота вследствие вертикального перемещения влаги и растворённых в ней солей. При этом важную роль играет гидроморфизм, связанный с близким залеганием грунтовых вод. Далее происходит снижение содержания азота до 3,58 мг/кг, и, начиная с 30–40 см, его количество начинает возрастать и достигает максимума на глубине 70–80 см (13,56 мг/кг). Через 10 см количество азота составляет 12,91 мг/кг, а на глубине 90–100 см резко падает до 2,45 мг/кг. Наименьшее его содержание (0,67 мг/кг) зафиксировано в слое 100–110 см. На бóльшей глубине отмечены лишь следы нитратного азота.

Таблица

Содержание гумуса и минеральных форм азота по профилю лугово-черноземной полугидроморфной почвы, июль 2023 г.

Table

Content of humus and mineral forms of nitrogen according to the profile of semiterrestrial meadow-chernozemic soil, July 2023.

Горизонт почвы	Мощность горизонта	Глубина отбора образцов	Гумус, %	Формы азота, мг/кг				Отношение $\frac{\text{N-NO}_3}{\text{N-NH}_4}$
				N _{лг}	минеральный			
					N-NO ₃	N-NH ₄	сумма	
Ад	0–4	0–10	8,13	346,7	6,24±0,07	7,13±0,07	13,37	0,875
AU ₁	4–20	10–20			8,12±0,10	12,45±0,07	20,57	0,652
AU ₂	20–45	20–30	5,16	267,4	3,58±0,12	10,32±0,04	13,90	0,347
		30–40			4,19±0,03	5,20±0,08	9,39	0,806
		40–50			4,80±0,07	4,98±0,15	9,78	0,964
В		50–60	1,93	118,9	5,25±0,09	5,05±0,06	10,30	1,040
		60–70			8,71±0,08	6,24±0,06	14,95	1,396
		70–80			13,56±0,05	6,92±0,07	19,40	1,960
BgC	77–110	80–90	1,00	19,13	12,91±0,04	5,84±0,08	18,75	2,211
		90–100			2,45±0,04	3,71±0,06	6,16	0,660
		100–110			0,67±0,07	2,91±0,04	3,58	0,230
С		110–120	0,64	следы	следы	1,04±0,03	1,04	–
		130 и более			следы	следы	следы	–

Максимальное содержание аммонийного азота отмечено в слое 10–20 см, в пахотном слое – 7,13 мг/кг почвы. Пониженное количество элемента на глубине 0–10 см объясняется потреблением его растениями, участием в процессе нитрификации. Вниз по профилю содержание NH_4 уменьшается до 5,05 мг/кг, но на глубине 60–80 см снова возрастает до 6,24–6,92 мг/кг. Это можно объяснить миграцией минеральных веществ с

дождевыми водами. В более нижних слоях содержание азота постепенно уменьшается.

В поле, на котором произрастают сельскохозяйственные культуры сплошного сева, в благоприятные годы содержание нитратов в почве всегда невысокое, так как образующееся в результате минерализации органического вещества. Нитратный достаточно быстро вовлекается в биохимические процессы и поглощается вегетирующими растениями. Повышенное содержание NO_3 за пределами пахотного слоя может быть связано с миграцией азота с вертикальным перемещением воды (почвенного раствора) в периоды активного выпадения осадков в виде ливневых дождей. При этом в центральной части поймы, как правило, происходит подъём каймы грунтовых вод до переходных горизонтов, что также способствует перемещению лабильных соединений азота в более глубокие горизонты почвы.

Кроме того, особенностью лугово-черноземных почв центральной поймы реки Миасс является механический состав твердой фазы, относящийся по классификации к супесчаным и суглинистым группам. При этом создаются благоприятные условия прохождения процессов аммонификации и нитрификации даже в горизонтах, находящихся на значительной глубине. Данным процессам способствует и наличие значительного количества мобильного органического вещества, что подтверждается высоким его содержанием во фракции легкогидролизуемого азота.

Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в 346,7 мг/кг почвы отмечено нами в слое 0–20 см. Далее его количество снижается в горизонте AU_2 до 267,4 мг/кг и даже в оглееных слоях составляет 19,13 мг/кг. В первую очередь образование лабильных органических форм азота зависит от содержания гумусовых веществ. Это подтверждается и в наших исследованиях. Так, содержание гумуса меняется с 8 % верхних горизонтов до 5,16 % в иллювиальных.

Окисление аммиака до солей азотной кислоты происходит в пойменных почвах при отсутствии водоупора на значительной глубине, поэтому в случае резкой смены условий за счет подъема грунтовых вод и создания аэробных условий полученный в результате денитрофикации молекулярный азот не переходит в атмосферу, а участвует в химических и микробиологических процессах, в образовании амидных и аммонийных соединений азота, которые в свою очередь обеспечивают питание растений (рисунок 2).

Органическая мобильность проявляется за счет гумуса почвы и наноса органического вещества в условиях поемных периодов. В нашем случае на поверхности почвы преобладает аммонийный азот. С увеличением глубины до 50 см начинает преобладать нитратный азот. Содержание нитратного азота превышает содержание аммонийного азота почти в 2 раза на глубине около 80 см, а в дальнейшем идет его уменьшение, рисунок 2. На наш взгляд, это объясняется условием прохождения процессов аммонификации и нитрификации и интенсивностью миграции нитратных форм.

Кривые распределения построены на основании результатов, полученных в полевых исследованиях в период стабильного водного режима и наиболее активной фазы нарастания биомассы растений. В условиях лесостепной зоны Челябинской области этот период наступает во 2-3 декаду июля, когда водный баланс территории близок к нулю. При этом уровень грунтовых вод стабилизируется, а водный режим биологически активных горизонтов в условиях лугово-черноземных полугидроморфных почв затрагивает эллювиальные и иллювиальные горизонты.

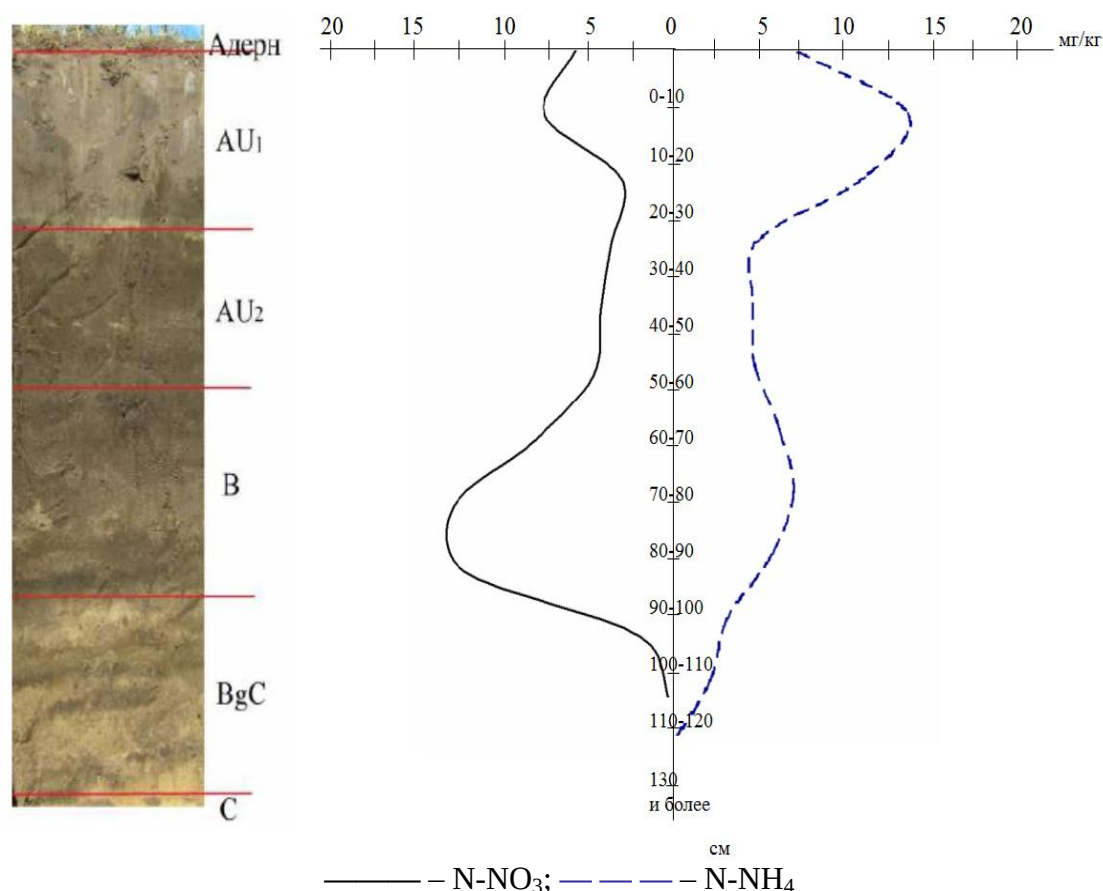


Рисунок 2. Распределение минеральных форм азота по профилю лугово-черноземной гидроморфной почвы, июль 2023 г.
Figure 2. Distribution of mineral forms of nitrogen according to the profile of hydrogenic meadow-chernozemic soil, July 2023.

Заключение. Лугово-чернозёмные полугидроморфные почвы центральной части поймы реки Миасс обладают высокими показателями потенциального и эффективного плодородия и наряду с чернозёмами лесостепной природно-климатической зоны Южного Урала их можно отнести к почвам, имеющим значительный производственно-экологический потенциал. Существенный вклад в основные оценочные показатели вносят такие параметры, как высокое содержание гумуса и легкогидролизуемых форм азота, представленного в активных органических соединениях; близкий к оптимальному для большинства сельскохозяйственных культур, складывающийся по периодам их вегетации азотный режим.

Немаловажную роль играют и экологические условия эволюции этих почв. Благоприятные водный и температурный балансы, гранулометрический состав способствуют накоплению значительного количества органоминеральных и минеральных форм азота практически по всем биологически активным их генетическим горизонтам. Исследования показали, что нитратный азот по классификации агрохимической службы находится в количествах, позволяющих отнести его в группы с высоким и очень высоким содержанием. При этом происходит его накопление в иллювиальном горизонте на глубине 60–75 см. Аммонийная форма распределяется более равномерно и присутствует как в элювиальном, так и в иллювиальном горизонтах. Наибольшее количество аммонийного азота отмечено нами на глубине 10–20 см.

Вопрос эффективного использования лугово-чернозёмных почв пойм актуален и в настоящее время. Относительно небольшие площади, которые занимает рассматриваемый тип почв, и условия сезонного увлажнения ограничивают их включение в пахотные угодья. По этой причине, на наш взгляд, данные территории наиболее эффективно занимать кормовыми или овощными культурами.

Список источников

1. Добровольский Г. В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 2005. 293 с.
2. Сенькова Л. А. Эколого-почвенная характеристика Челябинской области. Челябинск: ЧГАУ. 2007. 315 с.
3. Sinyavskiy, I. V. Study of the problems and consequences of the use of reclamation fund lands of the forest-steppe of the Chelyabinsk region, allocated as unowned / I. V. Sinyavskiy, T. A. Sinyavskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Scientific and Practical Conference: Food and Environmental Security in Modern Geopolitical Conditions: Problems and Solutions (EPFS-2023), Kostanay, 21–22 февраля 2023 года. Vol. 1206. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd. 2023. P. 012010. DOI 10.1088/1755-1315/1206/1/012010. EDN CMHMP.
4. Моторин А.С., Букин А.В. Пойменные почвы лесостепной зоны Северного Зауралья. Новосибирск: ГНУ НИИСХ Северного Зауралья Россельхозакадемии. 2014. 228 с.
5. Синявский И. В. Состояние плодородия почв и экологическая устойчивость агроландшафтов Челябинской области // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1 (13). С. 2–7.
6. Убугунова, В. И., Убугунов Л. Л., Убугунов В. Л. Почвы пойм горных рек Верхнекеруленской котловины (Монголия) // Почвоведение. 2022. № 2. С. 193–207. DOI 10.31857/S0032180X22020125.
7. Завалин, А. А. Биологический и минеральный азот в земледелии России // Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова. 2022. 256 с. ISBN 978-5-9238-0268-93.
8. Добрачев Ю. П., Бубер А. А. Сценарные исследования миграции минерального азота с орошаемых земель на имитационной гидрологической модели водосбора малой реки // Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения (Костяковские чтения). Том I. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова. 2020. С. 26–32. DOI 10.37738/VNIIGiM.2020.49.15.004.
9. Суренкова Т. А. Изменение плодородия среднееродированных лугово-черноземных почв южной лесостепи Западной Сибири продуктом биоэнергетической переработки навоза: специальность 06.01.03 «Агрофизика»: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук Омск. 2007. 233 с. EDN NOXYSH.
10. Казанова Е. Ю., Казанов В. В. Содержание минерального азота в профиле агрочерноземов Канской лесостепи // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика. п. Рассвет: Общество с ограниченной ответственностью «АзовПринт». 2022. С. 37–41. DOI 10.34924/FRARC.2022.66.44.001.
11. ГОСТ Р 53219-2008, ИСО 14255:1998 КАЧЕСТВО ПОЧВЫ Определение содержания нитратного азота, аммонийного азота и общего азота в воздушно-сухих почвах с помощью хлорида кальция в качестве экстрагирующего вещества.

12. Куприянова К. А. Характеристика почвы центральной части поймы реки Миасс лесостепной зоны Челябинской области // *Агрономия и биотехнологии*. Челябинск. ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. 2017. С. 49–53.
13. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос. 1977. 224 с.
14. Полевой определитель почв. Москва: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. 2008. 182 с.

References

1. Dobrovolskii G. V. Soils of river floodplains in the center of the Russian Plain. Mos-cow : Publishing House of Moscow State University, 2005. 293 p.
2. Senkova L. A. Ecological and soil characteristics of the Chelyabinsk Region. Chelyabinsk : ChSAU, 2007. 315 p.
3. Sinyavskiy, I. V. Study of the problems and consequences of the use of reclamation fund lands of the forest-steppe of the Chelyabinsk region, allocated as unowned / I. V. Sinyavskiy, T. A. Sinyavkaya // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Scientific and Practical Conference: Food and Environmental Security in Modern Geopolitical Conditions: Problems and Solutions (EPFS-2023)*, Kostanay, February 21–22, 2023. Vol. 1206. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2023. – P. 012010. – DOI 10.1088/1755-1315/1206/1/012010. – EDN CMHMUP.
4. Motorin A. S., Bukin A.V. Floodplain soils of the forest-steppe zone of the Northern Trans-Urals. Novosibirsk: SSI Agricultural Research Institute of the Northern Urals of the Russian Agricultural Academy, 2014. 228 p.
5. Siniavskii I.V. State of soil fertility and environmental sustainability of agricultural landscapes of the Chelyabinsk Region // *Agro-food policy in Russia*. 2015 No. 1 (13). P. 2–7.
6. Ubugunova, V.I., Ubugunov L.L., Ubugunov V.L. Soils of the floodplains of mountain rivers of the Upper Kerulen Basin (Mongolia) // *Eurasian Soil Science*. – 2022. No. 2. P. 193–207. DOI 10.31857/S0032180X22020125.
7. Zavalin, A. A. Biological and mineral nitrogen in Russian agriculture // Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, 2022. – 256 p. – ISBN 978-5-9238-0268-93.
8. Dobrachev Yu. P., Buber A. A. Scenario studies of the migration of mineral nitrogen from irrigated lands on a simulation hydrological model of a minor river catchment // *Modern problems of land reclamation development and ways to solve them (Kostiakov Readings): Materials of the international scientific and practical conference, Moscow, March 25-26, 2020. Volume I*. – Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostiakov, 2020. – P. 26–32. – DOI 10.37738/VNIIGiM.2020.49.15.004.
9. Surenkova T. A. Change in the fertility of moderately eroded meadow-chernozemic soils of the southern forest-steppe of Western Siberia by the product of bioenergetic processing of manure: specialty 06.01.03 “Agrophysics”: dissertation for the degree of candidate of biological sciences – Omsk, 2007. 233 p. EDN NOXYSH.
10. Kazanova E. Yu., Kazanov V. V. Content of mineral nitrogen in the profile of agrochernozems of the Kansk forest-steppe // *Current issues in the development of agricultural sectors: theory and practice: Materials of the IV All-Russian Conference of Young Scientists of the Agro-Industrial Complex, Rassvet village, May 19-20, 2022*. – v. Rassvet: Limited Liability Company “AzovPrint”, 2022. P. 37–41. DOI 10.34924/FRARC.2022.66.44.001.
11. GOST R 53219-2008, ISO 14255:1998 SOIL QUALITY Determination of the content of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and total nitrogen in air-dry soils using calcium chloride

as an extractant.

12. Kupriianova K. A. Characteristics of the soil in the central part of the floodplain of the Miass River in the forest-steppe zone of the Chelyabinsk Region // Agronomy and biotechnology: materials of a student scientific conference / Chelyabinsk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education South Ural State Agrarian University, 2017. P. 49–53.

13. Classification and diagnostics of soils of the USSR. Moscow: Kolos, 1977. 224 p.

14. Field soil guide. Moscow: Soil. Institute named after V.V. Dokuchaev, 2008. 182 p.

Информация об авторах

Игорь Васильевич Синявский, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры агротехнологий и экологии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Тел.: 8952-528-60-16. E-mail: ivsin63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0893-0160>

Татьяна Александровна Синявская, кандидат биологических наук, доцент кафедры агротехнологий и экологии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Тел.: 8-951-433-54-44. E-mail: surenta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4190-5215>

Information about the authors

I. V. Siniavskii, Doctor of Biological Science, Associate Professor, Professor of the Department of Agrotechnology and Ecology, FSBEI HE “South Ural State Agrarian University”, Tel. 8952-528-60-16. E-mail: ivsin63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0893-0160>

T. A. Siniavskaia, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agrotechnology and Ecology, FSBEI HE “South Ural State Agrarian University”, Tel. 8-951-433-54-44. E-mail: surenta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4190-5215>

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

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

Статья поступила в редакцию 28.06.2024; одобрена после рецензирования 10.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 28.06.2024; approved after reviewing 10.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 37-50
Agricultural journal. 2024. 17 (3). P. 37-50

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК 633.2.031
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.3.17.2024

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАВСТОЯ УЛУЧШЕННЫХ СЕНОКОСНО-ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ

Олеся Викторовна Хонина

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

Аннотация. Решающим условием развития животноводства является создание прочной кормовой базы. Особое внимание при этом должно быть уделено повышению продуктивности природных кормовых угодий, созданию улучшенных сенокосов и пастбищ при правильном их использовании. Основой проведения научных изысканий по данной тематике считаются исследования по выявлению определённых способов использования травостоя улучшенных сенокосно-пастбищных угодий, направленных на получение и сохранение высокой продуктивности кормов. Полевые опыты проводились в третьей агроклиматической зоне Ставропольского края с 2019 по 2023 год, где изучались и оценивались по видовому составу и продуктивности три способа использования травостоя: сенокосный, пастбищный и комбинированный (сенокос + выпас по отаве). Исследованиями установлено, что наиболее эффективный способ эксплуатации кормовых угодий – комбинированное использование травостоя путём рационального сочетания сенокосения и выпаса, позволивший получить в среднем за четыре года продуктивной жизни травостоя 21,2–32,5 т/га зелёной массы и 3,15–6,13 т/га сухого вещества, 74,9 кг кормовых единиц, 18,5 кг переваримого протеина в 100 кг воздушно-сухой массы при самой низкой энергоёмкости сухого вещества. Существенная прибавка обменной энергии и низких затрат совокупной энергии у данного способа отразилась на получении чистого энергетического дохода и составила 9,2 ГДж/га, что в 1,7 раза выше, в сравнении с сенокосным и пастбищным использованием. Одностороннее пастбищное использование дало более низкую урожайность, на 25–42 % меньше, чем при сенокосном, и на 36–48 % – чем при комбинированном использовании, но молодая пастбищная трава имела более высокую питательность, составляющую 87,9 кг кормовых единиц и 20,2 кг переваримого протеина в 100 кг воздушно-сухой массы в среднем за четыре года продуктивной жизни, что является важным источником энергии в кормлении животных. Сенокосный способ использования по урожайности и кормовой ценности близок к комбинированному способу, но чистый энергетический доход (5,4 ГДж/га), полученный при этом способе, был ниже на 41,3 %, по сравнению с комбинированным.

Ключевые слова: пастбище, сенокос, бобово-злаковый агрофитоценоз, многолетние травы, поверхностное улучшение.

Для цитирования: Хонина О.В. Оценка различных способов использования травостоя улучшенных сенокосно-пастбищных угодий // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 37-50. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.3.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

ASSESSMENT OF VARIOUS WAYS OF USING THE HERBAGE OF IMPROVED HAYFIELDS AND PASTURES

Olesia V. Khonina

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

Abstract. A crucial condition for the development of animal husbandry is the creation of a solid fodder base. Special attention should be paid to increasing the productivity of natural forage lands, creating improved hayfields and pastures with proper use. The basis for the scientific research on this topic is the study on the identification of certain ways of using the herbage of improved hayfields and pastures, which is aimed at obtaining and maintaining high feed productivity. Field experiments were conducted in the 3rd agroclimatic zone of the Stavropol Territory from 2019 to 2023, where 3 methods of using grass were studied and evaluated by species composition and productivity: haymaking, pasture and combined (haymaking + aftermath pasture). The studies have found that the most effective way for forage lands is the combined use of herbage through a rational combination of haymaking and pasture. This method of forage lands use made it possible to obtain an average of 21,2–32,5 t/ha of green mass and 3,15–6,13 t/ha of dry matter, 74,9 kg of feed units, 18,5 kg of digestible protein per 100 kg of air-dry matter in 4 years of productive life of the herbage with the lowest energy intensity of dry matter. A significant increase in the exchange energy and low total energy costs of this method was reflected in the net energy gain and amounted to 9,2 GJ/ha, which was 1,7 times higher compared to haymaking and pasture use. Unilateral pasture use gave a yield of 25–42% lower than with haymaking and 36–48% lower than with combined use, but young pasture grass had a higher nutritional value of 87,9 kg of feed units and 20.2 kg of digestible protein per 100 kg of air-dry matter on average for 4 years of productive life, which was an important source of energy in animal feeding. The haymaking method of use was close to the combined method in terms of yield and forage value, but the net energy gain (5,4 GJ/ha), obtained with this method, was 41,3% lower compared to the combined method.

Key words: pasture, hayfield, legume-grass agrophytocenosis, perennial grasses, surface-level improvement

For citation: Khonina O.V. Assessment of various ways of using the herbage of improved hayfields and pastures // Agricultural journal. 2024; No. 17 (3). P. 37-50. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.3.17.2024

Введение. В условиях интенсификации сельского хозяйства основные задачи в кормопроизводстве – повышение продуктивности всех кормовых угодий, обеспечение потребности высокопродуктивных животных в объеме кормов и их качестве, снижение затрат в расчете на единицу продукции. Для решения этих задач важное значение имеет

создание высокопродуктивных кормовых угодий с длительным сроком использования [1, 2].

Применение на практике таких мер, как использование высокопродуктивных многолетних трав, устойчивых к скашиванию и стравливанию, улучшение природных кормовых угодий и выявление способа использования травостоя, способны обеспечить наибольший выход кормов [3].

Естественные кормовые угодья являются основным источником пастбищного корма и сена, однако в последние десятилетия в результате недостаточного внимания к природным сенокосам и пастбищам, бессистемного выпаса, перегрузки и отсутствия мероприятий по улучшению и уходу значительная часть пастбищ пришла в неудовлетворительное состояние. На огромных массивах зачастую собирают с гектара всего по 0,5–0,7 т сена невысокого качества при очень высокой его себестоимости. На больших площадях природных кормовых угодий выпали хозяйственно ценные виды трав – вместо них произрастают сорные и низкопитательные растения [4, 5].

Высокую продуктивность сенокосов и пастбищ и их кормовую ёмкость можно обеспечить комплексом агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, важнейшими из которых считаются правильная эксплуатация и проведение их улучшения [6].

Опыт передовых хозяйств и экспериментальные данные научно-исследовательских учреждений показывают, что изреженный и малопродуктивный сенокосно-пастбищный травостой с определенным количеством ценных многолетних трав можно значительно улучшить поверхностным способом – подсевом семян многолетних трав в обработанную дернину [7, 8, 9].

Затраты на поверхностное улучшение меньше, по сравнению с коренным, в 10 раз за счёт меньшего количества работ, при этом отмечается прибавка урожая травостоя, а срок окупаемости затрат составляет один год [10].

Сократить потребность в концентрированных кормах в животноводстве на 15–50 % можно посредством хороших сенокосов и пастбищ, тем самым снизив себестоимость товарной продукции данной отрасли [11, 12].

Многочисленными исследованиями установлено, что продуктивное долголетие кормовых травостоев зависит не только от подбора соответствующих видов растений и особенностей их агротехники, но и от методов использования угодий. Улучшенные пастбища и сенокосы оправдывают себя только при рациональном их использовании, поэтому осуществление на практике сенокосно-пастбищеоборотов – хорошо проверенный путь высокопродуктивного использования угодий [13, 14, 15].

Цель исследования – изучить эффективность различных способов использования травостоя кормовых угодий, обеспечивающих высокую урожайность дешёвых полноценных сочных кормов.

Материал и методы исследований. Исследования проведены в период с 2019 по 2023 год на выродившихся старосеянных кормовых угодьях (сенокосы, пастбища) опытной станции ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», расположенной в 40 км от города Ставрополя, близ посёлка Цимлянского.

По агроклиматическому районированию Ставропольского края территория опытной станции ВНИИОК относится к зоне неустойчивого увлажнения (третья зона) с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 1,0–1,3. За год выпадает до 560 мм осадков. Осадки выпадают неравномерно, преимущественно в виде ливней, часто с грозами и сильными ветрами. Годовой коэффициент испарения составляет 0,9–1,1. Сумма поло-

жительных температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ за вегетационный период насчитывает 2 870 $^{\circ}\text{C}$. В летний период довольно часто наблюдаются засухи и суховеи, число которых равно 42–61 дню. Со второй половины июля устанавливается сухая и жаркая погода. Многолетние травы и естественная растительность могут выгорать. Начало осени характеризуется увеличением количества осадков, динамичным снижением температуры окружающей среды, при этом испаряемость почвенной влаги в атмосферу уменьшается, что служит стимулом к возобновлению вегетационного периода растений, общая продолжительность которого за год составляет в среднем 205 дней.

Почва места проведения исследований – чернозём предкавказский, глубокомиллярно-карбонатный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса (по Тюрину) – 4,7–6,5 %, реакция пахотного слоя близка к нейтральной – pH 6,8–7,3. Обеспеченность пахотного слоя почвы подвижными формами питательных веществ: азотом и фосфором – средняя, калием – повышенная.

До проведения поверхностного улучшения опытный участок характеризовался сильной степенью засорённости (50 %) с общим проективным покрытием 50–55 % и урожайностью сена не более 0,8–0,9 т/га. Поверхностная обработка почвы дисковой бороной для восстановления и улучшения качества травостоя с перспективой увеличения его продуктивности проводилась в весенний период 2019 года с движением дискового агрегата перекрестно по диагонали в двухкратной повторности на глубину 10–12 см с предварительным внесением аммиачной селитры (P_{60}). Подсев травосмеси (люцерна посевная, пырей средний, кострец безостый, житняк гребневидный) осуществлялся сеялкой с последующим прикатыванием (рисунок 1).



Рисунок 1. Последействие поверхностного улучшения деградированного травостоя, третий год жизни (2021 г.)

Figure 1. Aftereffect of surface-level improvement of degraded herbage, the 3rd year of life (2021)

Частичные отборы данных на сенокосных и пастбищных угодьях были проведены в 2019 году, а основной полномасштабный цикл исследований начался в 2020 году.

Делянки под опытом по площади составляли 360 м², при этом учетная площадь – 50 м².

Изучаемые способы использования травостоя:

- сенокосный;
- пастбищный;
- комбинированный (сенокос + выпас по отаве).

Вегетационный период конца колошения (вымётывания) злаковых трав и цветение бобовых трав являлся основанием для сенокосения (сенокосный способ использования).

Пастбищный способ использования, с частичным удалением объема растительного корма, достигшего определенной кормовой спелости в фазе полного кущения злаковых трав, предусматривает его стравливание при высоте травостоя не менее 20 см (имитационное использование пастбищ). В период накопления в корнях растений питательных веществ и при обсеменении трав стравливание нежелательно.

Комбинированный способ использования предусматривал сенокосение в фазе начала колошения (вымётывания) злаковых трав и бутонизации бобовых трав, а затем стравливание – при высоте травостоя не ниже 20 см.

За время проведения исследований метеорологические условия складывались вполне благоприятно для выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе и многолетних трав.

Температурный режим за период проведения исследований характеризовался следующими данными (таблица 1).

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха (°C), по данным Ставропольского метеопоста

Table 1

Average monthly air temperature (°C) according to the Stavropol meteorological post

Месяцы	Среднее многолетнее	Годы				
		2019	2020	2021	2022	2023
Январь	-2,3	-0,6	-0,1	0,5	1,0	2,0
Февраль	-2,3	0,3	1,1	-1,4	6,0	1,0
Март	2,3	4,0	6,7	1,0	3,0	10,0
Апрель	9,6	9,5	8,6	9,7	17,0	14,0
Май	14,8	17,1	15,0	16,8	17,0	19,0
Июнь	19,2	23,9	21,3	20,3	26,0	24,0
Июль	22,3	21,8	24,9	25,0	26,0	27,0
Август	21,8	22,6	22,8	29,0	30,0	31,0
Сентябрь	16,4	16,4	19,7	18,0	22,0	24,0
Октябрь	10,0	12,7	14,6	12,0	13,0	18,0
Ноябрь	3,4	4,2	3,3	10,0	7,0	7,8
Декабрь	-0,7	1,9	-1,4	5,0	3,0	2,3
Средняя годовая	10,5	11,2	11,4	10,6	14,2	15,0

Среднегодовая температура воздуха за все годы проведения исследований колебалась от 10,6 до 15 °С. Наибольший её среднемесячный показатель (29,0–30,0 °С) отмечался в августе, а самый низкий (-1,4 °С) – в феврале. Среднемесячные температуры воздуха за годы исследований были выше среднемноголетних, особенно в 2022 и 2023 годах, в которых средняя годовая температура составила 14,2–15 °С, что в 1,3-1,4 раза выше, по сравнению со средней многолетней.

Осадки по годам распределялись неравномерно (таблица 2).

Таблица 2

Сумма осадков (мм), по данным Ставропольского метеопоста

Table 2

Amount of precipitation (mm) according to the Stavropol meteorological post

Месяцы	Среднее многолет- нее	Годы				
		2019	2020	2021	2022	2023
Январь	29	24	33	31	35	8
Февраль	28	20	27	88	23	18
Март	35	52	13	50	27	17
Апрель	45	22	8	66	26	30
Май	64	44	81	111	111	159
Июнь	83	28	80	67	97	98
Июль	58	73	62	75	69	50
Август	43	20	5	96	26	38
Сентябрь	47	106	3	93	70	4
Октябрь	49	28	12	29	40	8
Ноябрь	46	2	53	41	22	16
Декабрь	33	7	7	10	14	33
Средняя годовая	560	417	384	757	560	479

За годы проведения исследований среднегодовое количество осадков: в 2021 году превышало среднемноголетние показатели на 26 %, в 2019, 2020, 2023 годах было ниже среднемноголетних показателей, 2022 год по увлажнению соответствовал среднемноголетней норме. Благоприятные по увлажнению условия 2021 и 2022 годов дали возможность проведения трёх укосов, а в засушливые 2020 и 2023 годы – два укоса. Большая часть осадков (72,4 %) приходилась на весенне-летний период. Таким образом, наиболее лимитирующим фактором является влага.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведённые исследования представили возможность установить некоторые закономерности, происходящие в травяном покрове кормовых угодий под влиянием разных способов его использования.

Плотность травостоя улучшенных сенокосов и пастбищ зависела от способа и интенсивности его отчуждения (таблица 3).

При пастбищном использовании установлено значительное снижение наличия стеблей люцерны с 1 м² по годам исследований при интенсивном использовании травостоя на пастбище. Если в первый год жизни количество её стеблей равнялось 382 шт./м², то к четвёртому году жизни их количество составило 15 шт./м², то есть к четвёртому году жизни количество стеблей люцерны сократилось на 96 %, при этом в следующем году вегетации (пятый год жизни) установлено полное отсутствие люцерны в травостое, чему способствовало частое её скашивание в фазе стеблевания.

Таблица 3

Плотность травостоя при трёх способах его использования по годам жизни

Table 3

Herbage density with three ways of using it by years of life

Способ использо- вания	Травостой	Годы жизни				
		количество стеблей, шт./м ²				
		1*	2*	3*	4*	5*
Сенокосный	Люцерна	424	511	264	110	38
	Злаки	1 103	2 051	2 316	2 824	2 235
Пастбищный	Люцерна	382	261	99	15	0
	Злаки	1 148	2 172	2 870	3 444	2 874
Комбинированный	Люцерна	412	461	206	78	25
	Злаки	1 061	1 884	2 016	2 663	2 019
НСР ₀₅ , шт./м ²	Люцерна	18,44	12,63	15,12	8,09	5,03
НСР ₀₅ , шт./м ²	Злаки	29,82	30,97	29,50	15,07	13,02

* - годы исследований: 1 – 2019 г., 2 – 2020 г., 3 – 2021 г., 4 – 2022 г., 5 – 2023 г.

Отмечается более интенсивное отрастание злаков после скашивания на пастбищном варианте, в сравнении с сенокосным и комбинированным использованиями травостоя. Если в первый год исследований наличие стеблей злаков составляло 1 148 шт./м², то к четвёртому году жизни их количество насчитывало 3 444 шт./м², то есть к четвёртому году жизни количество стеблей злаков увеличилось на 300 %, или в 3 раза. Это связано отчасти с тем, что на пастбище после проведения стравливания ассимиляция не прекращается, так как сохраняется еще значительная листовая поверхность у злаковых трав.

Период скашивание люцерны в фазах бутонизации и цветения соответствует её биологическим особенностям, что обусловило сохранение количества растений к пятому году её жизни до 38 шт./м² при сенокосном использовании травостоя, а при комбинированном использовании – до 25 шт./м². Отчуждение с урожаем всех листьев при скашивании злаков, с начала и до полного их колошения (вымётывания), послужило причиной медленного отрастания листьев из почек, находящихся в узлах кущения. Тем не менее отмечается увеличение количества стеблей злаковых трав на сенокосном и комбинированном вариантах в 2,5 раза на протяжении первых четырех лет жизни травостоя.

С пятого года жизни количество растений злаков начало уменьшаться при всех способах использования: до 2 235 шт./м² – при сенокосном, 2 019 шт./м² – при комбинированном и 2 874 шт./м² – при пастбищном.

Пастбищный способ наиболее пригоден для кратковременного использования, в то время как сенокосный и комбинированный варианты ориентированы на сохранение высокой продуктивности более длительный промежуток времени.

Необходимо отметить, что при всех способах использования травостоя (сенокосный, пастбищный, комбинированный) по годам жизни происходило постепенное снижение количества растений люцерны и увеличение количества растений злаковых трав. Однако с пятого года жизни количество злаковых трав начало снижаться, а люцерна практически полностью выродилась. В травостой интенсивно начала внедряться сорная растительность. С пятого года жизни питательность травостоя резко снижается и необходим подсев бобовых трав (рисунок 2).

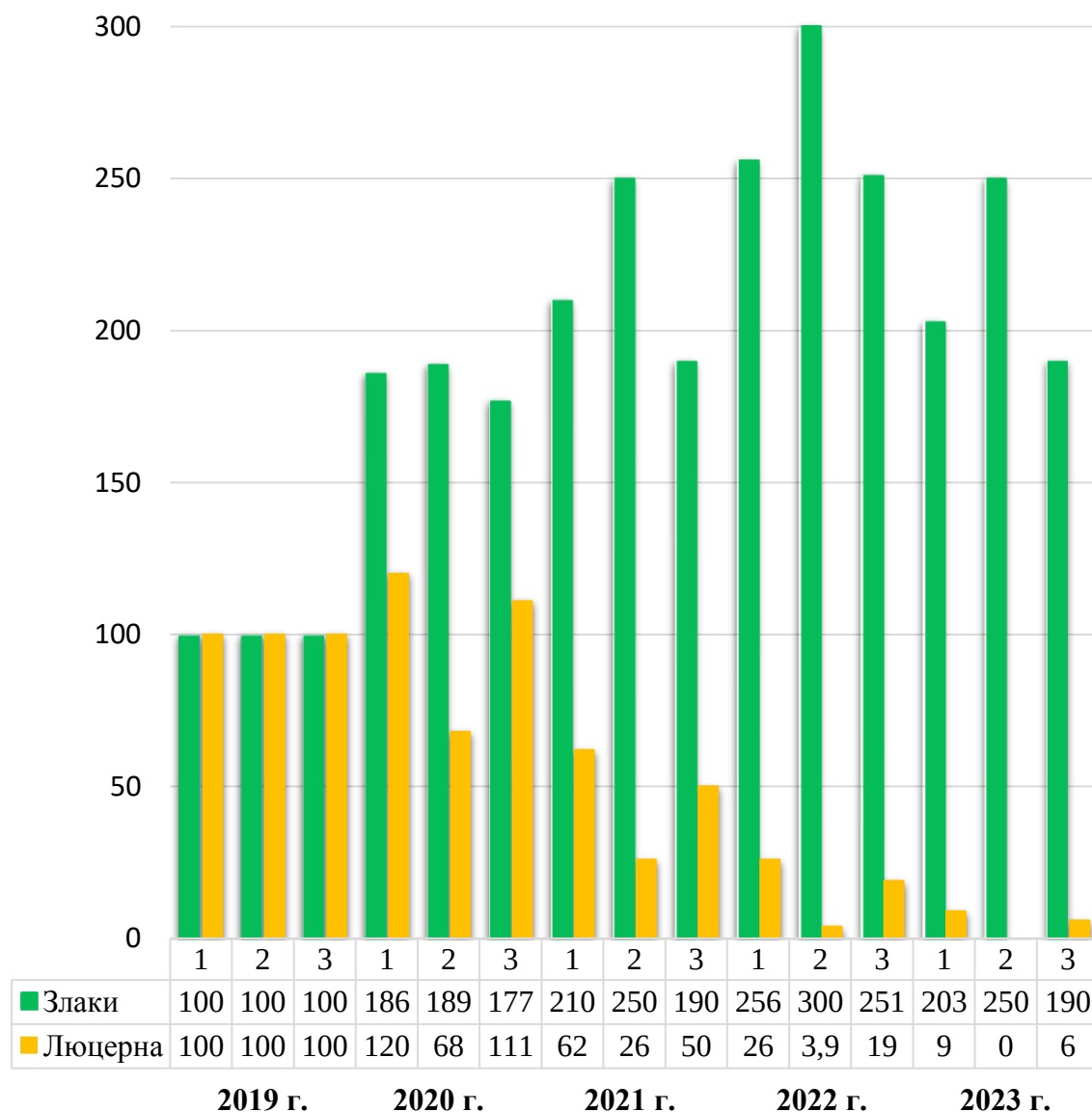


Рисунок 2. Плотность травостоя по годам жизни
в зависимости от способа его использования, %:

1 – сенокосное использование; 2 – пастбищное использование;
3 – комбинированное использование.

Figure 1. Herbage density by years of life, depending on the method of its use, %

Note: 1 – haymaking use; 2 – pasture use; 3 – combined use.

Основные результаты исследований по сравнительной оценке различных способов использования травостоя приведены в таблице 4. Различия по урожайности травостоя зависели от метеорологических условий, года жизни и способа использования травостоя многолетних трав.

Таблица 4

Урожайность зеленой массы и воздушно-сухого вещества
при трёх способах использования травостоя по годам продуктивной жизни, т/га

Table 4

Yield of green mass and air-dry matter in three ways of using herbage
by years of productive life, t/ha

Способ использо- вания	1-й укос		2-й укос		3-й укос		В сумме	
	зеле- ная масса	сухая масса	зеленая масса	сухая масса	зеленая масса	сухая масса	зеленая масса	сухая масса
2020 г. (первый год продуктивной жизни)								
Сенокосный	21,0	3,86	—	—	—	—	21,0	3,47
Пастбищный	7,6	1,30	5,8	0,93	—	—	13,4	2,23
Комбинированный	14,9	2,48	6,3	1,02	—	—	21,2	3,50
НСР ₀₅ , т/га							2,4	
2021 г. (второй год продуктивной жизни)								
Сенокосный	29,3	5,49	—	—	—	—	29,3	5,49
Пастбищный	10,0	1,67	9,0	1,50	6,6	0,94	25,6	4,11
Комбинированный	21,2	4,24	6,1	1,02	5,2	0,87	32,5	6,13
НСР ₀₅ , т/га							2,2	
2022 г. (третий год продуктивной жизни)								
Сенокосный	30,7	6,10	—	—	—	—	30,7	6,10
Пастбищный	9,4	1,57	7,2	1,20	4,5	0,75	21,1	3,52
Комбинированный	23,7	4,74	5,7	1,14	4,9	0,98	34,3	6,86
НСР ₀₅ , т/га							2,0	
2023 г. (четвертый год продуктивной жизни)								
Сенокосный	22,6	4,50	—	—	—	—	22,6	4,50
Пастбищный	6,6	1,14	5,2	0,89	—	—	11,8	2,03
Комбинированный	19,8	4,02	4,8	0,98	—	—	24,6	5,00
НСР ₀₅ , т/га							2,3	

При пастбищном использовании травостоя в первые три года использования установлена более низкая, на 25–42 %, урожайность кормовой массы, в сравнении с сенокосным, со снижением данного показателя в следующем году до 50 %. Аналогичные данные получены при сравнении пастбищного варианта с комбинированным, где спад урожайности составил 36–48 % и 59 % по вышеозначенным периодам времени соответственно.

Известно, что молодая пастбищная трава отличается более высоким кормовым достоинством, чем сено, убранное в фазе колошения-цветения, поэтому, хотя пастбищное использование многолетних трав дает меньше зеленой и сухой массы, чем сенокосное и комбинированный способ, животные, поедая молодую траву, более богатую протеином и минеральными веществами, получают в такой массе больше питательных веществ, чем они извлекали бы в равном количестве травы, скошенной в фазе цветения.

Для нормального развития и получения высокой урожайности многолетних трав большое значение имеет достаточное содержание в них запасных питательных веществ. Расход и накопление этих веществ зависят в большей мере от режима использования растений. При частом скашивании в пастбищном использовании травостоя процессы

роста и развития растений и отложения в них запасных питательных веществ нарушаются, что ведет к ослаблению растений. С целью образования новых побегов и отрастания их после каждого стравливания многолетним травам необходим бо́льший запас питательных веществ и влаги в почве.

Однако в период долголетнего сенокосного режима травостой теряет некоторые ценные качества. Скашивание многолетних трав в сенокосной спелости, конец колошения (вымётывания) злаковых трав – цветения бобовых трав резко снижают удельный вес бобовых компонентов в составе травостоя. В тех случаях, когда злаково-бобовая осенняя отава остается нестравленной, злаковые травы, сильно развиваясь, затеняют и угнетают люцерну.

С практической точки зрения комбинированный способ использования (сенокос + выпас по отаве) для получения высоких урожаев многолетних трав наиболее продолжительное время представляет большой интерес. Так, по нашим данным, во все года пользования травостая этот способ имел наиболее высокую урожайность – 21,2–34,3 т/га зелёной и 3,50–6,86 т/га сухой массы, что на в среднем на 10 % выше, по сравнению с сенокосным вариантом, и на 35–50 % превышает пастбищное использование.

Для получения максимальных урожаев многолетних трав необходимо учитывать неравномерность отрастания по отдельным периодам. Обычно 2/3 урожая приходится на весну и начало лета, поэтому, кроме пастбы, следует проводить ранее скашивание.

Необходимо отметить, что для всех способов использования травостоя с пятого года жизни наблюдается резкое снижение урожайности. Причиной этому служит как старение травостоя, так и не вполне благоприятные климатические условия 2023 г.

В зависимости от метеорологических условий года в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края при пастбищном использовании можно проводить два-три цикла стравливания, при сенокосном – один укос, а при комбинированном – один укос и одно-два стравливания в год.

Питательность кормовой массы изменялась в зависимости от способов использования травостоя (таблица 5).

Таблица 5

Содержание кормовых единиц и переваримого протеина в травостое при разных способах использования (среднее за 2020–2023 гг.)

Table 5

Content of feed units and digestible protein in the herbage with different ways of use (average for 2020–2023)

Способ использования	В 100 кг воздушно-сухой массы, кг		Переваримого протеина на 1 кормо- вую единицу, г	Выход, т/га	
	кормовых единиц	переваримо- го протеина		кормовых единиц	переваримо- го протеина
	2020 г. (первый год продуктивной жизни)				
Сенокосный	69,4	16,7	218,0	8,77	1,86
Пастбищный	87,9	20,2	220,3	9,69	2,23
Комбинирован- ный	74,9	18,5	219,1	8,98	2,03

В 100 кг сухого корма при сенокосном использовании содержание кормовых единиц составило 69,4 кг, при комбинированном оно было несколько выше – 74,9 кг, а

при пастбищном – самое высокое – 87,9 кг. При сенокосном использовании обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином составила 218 г, при пастбищном – 220,3 г и при комбинированном использовании – 219,1 г.

При интенсификации использования травостоя (пастбищный режим) снижается урожайность зелёной массы и сухого вещества, но увеличиваются сбор кормовых единиц и переваримого протеина. С целью более полного обеспечения скота кормовой массой целесообразно создавать травостой комбинированного использования.

Все способы использования травостоя в среднем за четыре года продуктивной жизни обеспечивали стабильный агроэнергетический эффект (таблица 6).

Таблица 6

Агроэнергетическая эффективность разных способов использования травостоя
(в среднем за четыре года)

Table 6

Agroenergetic efficiency of different ways of using herbage (average for 4 years)

Способ использования	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергоёмкость сухого вещества, МДж/кг	Выход обменной энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Чистый энергетический доход, ГДж/га
Сенокосный	35,2	7,0	40,6	1,15	5,4
Пастбищный	21,5	6,9	26,7	1,24	5,2
Комбинированный	36,0	6,0	45,2	1,45	9,2

По нашим данным, самой низкой энергоёмкостью сухого вещества характеризовался комбинированный способ использования травостоя. Существенная прибавка обменной энергии и низких затрат совокупной энергии отразились на полученном чистом энергетическом доходе, составившем 9,2 ГДж/га, что в 1,7 раза выше, в сравнении с сенокосным и пастбищным использованиями.

При пастбищном использовании травостоя уменьшаются производственные затраты на скашивание, подвоз, раздачу по кормушкам, уборку и вывоз несъеденных остатков. Однако низкая урожайность, когда общий выход растительной массы с единицы площади ежегодно снижается, не позволяет данному способу быть наиболее рентабельным.

Большая часть затрат на улучшение агрофитоценоза приходилась на год посева. В последующие годы затраты перераспределялись по годам использования травостоя и включали затраты на комплекс приёмов по уходу и уборке урожая.

Оценивая результаты, полученные при комбинированном использовании травостоя, и принимая во внимание закономерности динамики роста трав при выпасе, считаем целесообразным увеличить такие площади, особенно для молодняка, потребность которого в кормах в течение вегетационного периода увеличивается пропорционально приросту живой массы.

Заключение. Наши исследования по изучению эффективности различных способов использования кормовых угодий показали преимущество комбинированного (сенокос + выпас по отаве) способа, имеющего во все года пользования травостоем наиболее высокую урожайность – 21,2–34,3 т/га зелёной и 3,50–6,86 т/га сухой массы, что в

среднем на 10 % выше, по сравнению с сенокосным, и на 35–50 % превышает пастбищное использование; самый высокий коэффициент энергетической эффективности (1,45) и чистый энергетический доход (9,2 ГДж/га).

При благоприятных по увлажнению погодных условиях года в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края при пастбищном использовании рекомендуется проводить два-три цикла стравливания, при сенокосном – один укос, а при комбинированном – один укос и одно-два стравливания в год. В условиях экстремальных погодных условий можно рекомендовать однократное сенокошение с однократным использованием травостоя в пастбищном режиме.

В связи с практически полным выпадением растений люцерны на пятый год жизни из при сенокосном, пастбищном и комбинированном использованиях травостоя необходим подсев бобовых трав в дернину.

Организация скашивания трав в системе сенокосо-пастбищеоборота является экономически эффективным приёмом, направленным на поддержание и повышение продуктивности сенокосов и пастбищ путем рационального их использования.

Список источников

1. Усовершенствованные системы лугопастбищного кормопроизводства на Юге России: монография / В.Г. Гребенников, В.В. Кулинцев, И.А. Шипилов, О.В. Хонина, Н.Г. Лапенко. Ставрополь: Ставрополь-Сервис-Школа. 2021. 315 с. ISBN 978-5-6046652-2-0.
2. Ugorets V.I., Kozyrev S.G., Soldatova I.E., Khairbekov S.U., Lagkueva E.A., Gogaev O.K. Effect of quality management of pasture lands in the mountain zone of Central Caucasus on dairy cow production // Journal of Livestock Science. 2021. V. 12. No. 4. P. 317–320. DOI 10.33259/JLivestSci.2021.317-321.
3. Насиев Б.Н., Беккалиев А.К. Влияние технологии выпаса сельскохозяйственных животных на содержание гумуса и подвижного фосфора пастбищ каштановых типов почв // Аграрная наука. 2020. № 3. С. 78–80. DOI 10.32634/0869-8155-2020-336-3-78-80.
4. Магомедов К.Г., Шахмурзова А.В., Бесланев Э.В. Естественные кормовые угодья Кабардино-Балкарии и их рациональное использование: монография. Нальчик, 2021. 180 с. ISBN 978-5-89125-164-9.
5. Шипилов И.А., Хонина О.В. Рациональное использование улучшенных травостоев в сенокосно-пастбищном режиме для повышения эффективности отрасли животноводства // Зоотехния. 2022. № 9. С. 17–20. DOI 10.25708/ZT.2022.25.24.005.
6. Угорец В.И., Солдатова И.Э., Гулуева Л.Р. Современные тенденции и приоритетные направления улучшения горных кормовых угодий Северного Кавказа: методические указания. Владикавказ: ООО НПКи «Мавр». 2023. 54 с. ISBN 978-5-605-09466-1.
7. Ханбабаев Т.Г. Организация рационального использования естественных кормовых угодий в Дагестане // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (13). С. 48–54. DOI 10.25930/2687-1254/008.5.13.2020.
8. Насиев Б.Н., Беккалиев А.К. Оценка влияний технологии выпаса на состояние почвенного покрова пастбищ полупустынной зоны // Агропромышленные технологии Центральной России. 2020. № 4 (18). С. 88–95. DOI 10.24888/2541-7835-2020-18-88-95.
9. Лазарев Н.Н., Тюлин В.А. Создание и использование сеяных сенокосов и пастбищ: монография. Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия. 2019. 184 с. ISBN 978-5-907112-04-9.

10. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом бобовых трав в дернину (обзор) / Н.Н. Лазарев, С.М. Авдеев, А.Ю. Бойцова, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Кормопроизводство. 2023. № 7. С. 3–9. DOI 10.25685/krm.2023.7.2023.009.
11. Солдатова И.Э., Солдатов Э.Д. Рациональное использование сенокосов и пастбищ горной зоны РСО-Алания. Владикавказ: ООО НПКП «Мавр», 2023. 62 с. ISBN 978-5-605-09465-5.
12. Бедило Н.А. Экологические аспекты безопасности получения органической продукции в кормопроизводстве // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 99. С. 187–194. DOI 10.21515/1999-1703-99-187-194.
13. Хонина О.В. Способы использования травостоя многолетних трав на улучшенных сенокосах и пастбищах // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 10. С. 47–52. DOI 10.53859/02352451_2023_37_10_47.
14. Костицын Р.Д., Хонина О.В. Создание и рациональное использование разнопоспевающих травостоев в зоне неустойчивого увлажнения // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 9. С. 24–30. DOI 10.53859/02352451_2023_37_9_24.
15. Бедило Н.А. Наиболее засухоустойчивые травосмеси с различными сортами люцерны жёлтой и злаковыми травами на Кубани // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 164. С. 298–303. DOI 10.21515/1990-4665-164-024.

References

1. Improved systems of grassland forage production in the South of Russia: monograph / V.G. Grebennikov, V.V. Kulintsev, I.A. Shipilov, O.V. Khonina, N.G. Lapenko. Stavropol: Stavropol-Service-School, 2021. 315 p. ISBN 978-5-6046652-2-0.
2. Ugorets V.I., Kozyrev S.G., Soldatova I.E., Khairbekov S.U., Lagkueva E.A., Gogaev O.K. Effect of quality management of pasture lands in the mountain zone of Central Caucasus on dairy cow production // Journal of Livestock Science. 2021. V. 12. No. 4. P. 317–320. DOI 10.33259/JLivestSci.2021.317-321.
3. Nasiev B.N., Bekkaliev A.K. Influence of grazing technology of farm animals on the content of humus and mobile phosphorus of pastures of chestnut soil types // Agrarian science. 2020. No. 3. P. 78–80. DOI 10.32634/0869-8155-2020-336-3-78-80.
4. Magomedov K.G., Shakhmurzova A.V., Beslaneev E.V. Natural grasslands of Kabardino-Balkaria and their rational use: monograph. Nalchik, 2021. 180 p. ISBN 978-5-89125-164-9.
5. Shipilov I.A., Khonina O.V. Rational use of improved plant stands in the mowing-and-grazing regime to increase the efficiency of the livestock industry // Zootechniya. 2022. No. 9. P. 17–20. DOI 10.25708/ZT.2022.25.24.005.
6. Ugorets V.I., Soldatova I.E., Gulueva L.R. Current trends and priority areas for improving the mountain forage lands of the North Caucasus: methodological guidelines. Vladikavkaz: ООО Scientific and Production Commercial Enterprise “Mavr”, 2023. 54 p. ISBN 978-5-605-09466-1.
7. Khanbabaev T.G. Organization of rational use of natural grasslands in Dagestan // Agricultural Journal. 2020. No. 5 (13). P. 48–54. DOI 10.25930/2687-1254/008.5.13.2020.
8. Nasiev B.N., Bekkaliev A.K. Assessment of the effects of grazing technology on the state of the soil cover of pastures in the semi-desert zone // Agro-industrial technologies of Central Russia. 2020. No. 4 (18). P. 88–95. DOI 10.24888/2541-7835-2020-18-88-95.

9. Lazarev N.N., Tiulin V.A. Creation and use of seeded hayfields and pastures: monograph. Tver: Tver State Agricultural Academy, 2019. 184 p. ISBN 978-5-907112-04-9.
10. Improvement of hayfields and pastures by sowing legumes in sod (review) / N.N. Lazarev, S.M. Avdeev, A.Yu. Boitsova, O.V. Kukharenskova, E.M. Kurenkova // Fodder production. 2023. No. 7. P. 3–9. DOI 10.25685/krm.2023.7.2023.009.
11. Soldatova I.E., Soldatov E.D. Rational use of hayfields and pastures of the mountainous zone of the Republic of North Ossetia-Alania. Vladikavkaz: OOO Scientific and Production Commercial Enterprise “Mavr”, 2023. 62 p. ISBN 978-5-605-09465-5.
12. Bedilo N.A. Environmental aspects of the safety of obtaining organic products in feed production // Works of the Kuban State Agrarian University. 2022. No. 99. P. 187–194. DOI 10.21515/1999-1703-99-187-194.
13. Khonina O.V. Methods of using perennial grasses herbage on improved hayfields and pastures // Achievements of Science and Technology of AIC. 2023. V. 37. No. 10. P. 47–52. DOI 10.53859/02352451_2023_37_10_47.
14. Kostitsyn R.D., Khonina O.V. Creation and rational use of different ripening plant stands in the zone of unstable moisture // Achievements of Science and Technology of AIC. 2023. V. 37. No. 9. P. 24–30. DOI 10.53859/02352451_2023_37_9_24.
15. Bedilo N.A. The most drought-tolerant grass mixtures with various varieties of yellow alfalfa and grasses in the Kuban // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2020. No. 164. P. 298–303. DOI 10.21515/1990-4665-164-024.

Информация об авторах

Олеся Викторовна Хонина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лугопастбищного кормопроизводства, тел.: 8(8652) 35-04-82, e-mail: honina.o@mail.ru, ORCID 0000-0002-8509-862X

Information about the authors

O.V. Khonina, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Grassland Forage Production, tel.: 8(8652) 35-04-82, e-mail: honina.o@mail.ru, ORCID 0000-0002-8509-862X

Статья поступила в редакцию 30.07.2024; одобрена после рецензирования 10.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 30.07.2024; approved after reviewing 10.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 51-62
Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 51-62

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК 636.32|38/.082.453.5
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.3.17.2024

РАЗРАБОТКА СРЕДЫ ДЛЯ РАЗБАВЛЕНИЯ СПЕРМЫ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА

Али-Магомет Муссаевич Айбазов¹, Марина Ивановна Селионова²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, Михайловск, e-mail: info@fnac.center

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: selionova@rgau-msha.ru; тел.: +7(499)976-34-34

Аннотация. Исследование было направлено на изучение влияния экспериментального препарата из плазмы крови (ЭППК) в составе синтетической среды для разбавления на качественные характеристики спермы барана. Сперму получали в половой сезон (октябрь) от трех взрослых баранов при помощи искусственной вагины. Всего получили 24 эякулята. При каждом получении эякуляты объединяли, чтобы исключить влияние индивидуальных особенностей самца и разделяли на равные четыре части. Затем одну часть разбавляли синтетической средой на основе TRIS (контроль), а три aliquots – этой же средой, дополненной различными пропорциями ЭППК (соответственно 5%, 10% и 15%). В итоге получилось четыре группы. В дальнейшем все образцы были криоконсервированы в жидком азоте. Изучали общую подвижность, скорость движения спермиев, целостность акросомы и плазматической мембраны спермиев на разных стадиях криоконсервации (разбавление, уравнивание и после замораживания-дефростации).

Результаты показали, что сперма, разбавленная средой с добавлением 10% ЭППК, имеет значительно более высокую общую подвижность ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной и другими группами после уравнивания (эквilibрации) и в замороженной-оттаянной сперме. Кроме того, в разбавителе с добавлением 5% и 10% ЭППК после уравнивания и замораживания-оттаивания достоверно ($P < 0,05$) повысился процент спермиев с быстрым движением по сравнению с контролем и группой с 15% ЭППК. Добавление 10% ЭППК привело к улучшению прогрессивной подвижности и жизнеспособности спермиев после криоконсервации ($P < 0,05$), а также увеличению сохранности акросомы и целостности плазматической мембраны по сравнению с контролем. В заключение отмечается, что добавление ЭППК в целом улучшило криорезистентность спермы барана, что позволяет прогнозировать более высокую оплодотворяющую способность криоконсервированной спермы за счет повышения ее качественных показателей.

Ключевые слова: баран, сперма, ЭППК, разбавление, криоконсервация, качество спермы.

Для цитирования: Айбазов А.-М. М., Селионова М. И. Разработка среды для разбавления спермы мелкого рогатого скота// Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С.51-62. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

DEVELOPMENT OF A DILUTION MEDIUM FOR SEMEN OF SMALL CATTLE

Ali-Magomet M. Aibazov¹, Marina I. Selionova²

¹Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: info@fnac.center

²FSBEI HE “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy”, Russia, Moscow, e-mail: selionova@rgau-msha.ru

Abstract. The research was aimed at studying the effect of experimental blood plasma preparation (EBPP) in a synthetic dilution medium on the qualitative characteristics of ram semen. The semen was obtained during the mating season (October) from 3 adult rams using an artificial vagina. 24 ejaculates were obtained. With each collection, the ejaculates were combined to exclude the influence of the individual characteristics of the ram and divided into 4 equal parts. Then, one part was diluted with synthetic TRIS-based medium (control), and three aliquots with the same medium supplemented with different proportions of EBPP (5%, 10% and 15%, respectively). In the end there were 4 groups. All samples were subsequently cryopreserved in liquid nitrogen. We studied the general motility, speed of sperm cells movement, integrity of the acrosome and plasma membrane of sperm cells at different stages of cryopreservation (dilution, equilibration and after freezing-defrosting).

The results showed that semen, which was supplemented with 10% EBPP had significantly higher overall motility ($P < 0,05$) compared to the control and other groups after equilibration and in frozen-thawed semen. In addition, in sperm supplemented with 5% and 10% EBPP, the percentage of fast-moving sperm cells increased significantly ($P < 0,05$) compared to the control group and 15% EBPP group after equilibration and freeze-thawing. The addition of 10% EBPP resulted in improved progressive semen motility and viability after cryopreservation ($P < 0,05$), as well as increased acrosome preservation and plasma membrane integrity in comparison to the control. In conclusion, it was noted that the addition of EBPP improved the cryoresistance of ram sperm in general, which allowed us to predict a higher fertilizing ability of cryopreserved semen due to improved quality parameters.

Keywords: ram, semen, EBPP, dilution, cryopreservation, semen quality.

For citation: Aibazov A.-M. M., Selionova M. I. Development of a dilution medium for semen of small cattle // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 51-62. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.3.17.2024

Введение. Существующие технологии криоконсервации спермы животных включают разбавление спермы специальными в большинстве случаев видоспецифическими синтетическими средами (разбавителями), основной функцией которых является защита спермиев от деструкции при замораживании при сверхнизких температурах[1]. В России и в мире для разбавления спермы барана перед криоконсервацией разработаны десятки синтетических сред, различающихся по своему составу[2]. Как правило, в них в виде проникающего криопротектора используется трехатомный спирт

глицерин, в качестве непроникающих криопротекторов – сахараиды (моно-, ди- и трисахара), а остальные компоненты сред служат для поддержания pH, осмотического давления и т.д. [3]. Состав разбавителя, используемого при криоконсервации, играет решающую роль в сохранении целостности спермиев[4]. Лучшие синтетические среды обеспечивают сохранность подвижности спермиев после замораживания-оттаивания в пределах 50% от качества исходной нативной спермы, а фертильность криоспермы варьирует в пределах от 35 до 55% [5]. Причин, повреждающих спермий в процессе подготовки к замораживанию, собственно криоконсервации и последующей дефростации, достаточно много, однако многие авторы в качестве основной проблемы при криоконсервации спермы барана указывают перекисное окисление липидов, увеличивающее выработку активных форм кислорода (АФК)[6], при этом такая восприимчивость к криодеструкции может быть связана с особенностями спермы барана, а именно с высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот[7].

Увеличение выработки АФК в процессе криоконсервации приводит к нарушению плазматической мембраны спермиев, значительно снижает подвижность и жизнеспособность спермиев после оттаивания[8], увеличивает повреждения ДНК [9]. С целью минимизации последствий образования АФК некоторые исследователи изучали возможность добавления в сперму антиоксидантов, чтобы улучшить качественные характеристики криоспермы [10]. Следует подчеркнуть, что благодаря усилиям многих ученых достигнуты определенные успехи в решении проблем криобиологии спермы мелкого рогатого скота, но, даже спустя более 75 лет после начала работ по криоконсервации спермы барана, мы не можем с достаточным основанием сказать о том, что проблема сохранения высокой функциональной способности замороженной спермы барана успешно решена.

Цель настоящего исследования – создание новой синтетической среды для разбавления спермы барана перед криоконсервацией, обладающей высокими защитными характеристиками, и тем самым улучшения качества замороженной-оттаянной спермы.

Научная идея состоит в том, чтобы в качестве депрессанта выработки АФК и перекисного окисления в сперме барана при криоконсервации использовать экспериментальный препарат из плазмы крови (ЭППК). Данный препарат представляет собой вещество, богатое совместимыми, гомогенными и неантигенными факторами роста, такими как эпидермальный фактор роста (EGF), инсулиноподобный фактор роста (IGF), фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), фактор роста нервов (NGF) и фактор роста фибробластов (FGF) [11, 12, 13]. Кроме того, ЭППК содержит плотные гранулы тромбоцитов, состоящие из гистамина, ионов цинка, ионов кальция, супероксиддисмутазы (СОД), серотонина и аденозинтрифосфата (АТФ), играющих решающую роль в поддержании тканевого и клеточного гомеостаза.

Исследований оценки потенциального воздействия различных концентраций ЭППК в разбавителе на качество спермы барана, целостность мембран и акросомальных структур после разбавления, уравнивания, криоконсервации и последующего оттаивания в доступной литературе мы не нашли.

Таким образом, настоящее исследование, по-видимому, является одним из первых в России для выяснения, может ли добавление различных концентраций препарата, полученного из аутологичной крови, к разбавителю спермы улучшить качество, функциональность и антиоксидантную активность спермы барана после разбавления, уравнивания и после оттаивания.

Материал и методы исследований. Исследование проводилось на опытной

станции ВНИИОК. Баранов содержали на отдельном полукрытом дворе, кормили грубыми кормами (сено луговое разнотравное) и концентрированными кормами с тем, чтобы обеспечить рацион случного периода. Животным был обеспечен неограниченный доступ к чистой питьевой воде и минерально-солевым брикетам. В половой сезон (сентябрь–ноябрь 2023 года) образцы спермы отбирали у трех баранов (4–5 лет) два раза в неделю утром (09:00) с использованием искусственной вагины. Всего получено 24 эякулята. Все эякуляты первоначально оценивались сразу после сбора визуально и затем под микроскопом в соответствии с требованиями действующей Инструкции. К дальнейшему использованию допускались эякуляты, объем которых составлял не менее 0,8 мл, подвижность спермиев – не менее 8 баллов, а концентрация – 2,5 млрд спермиев/мл. Чтобы исключить различия между отдельными самцами, эякуляты одной партии объединяли.

Кровь для получения ЭППК отбирали у баранов в стерильных условиях в тот же день, когда собирали сперму. Кровь собирали в стерильные пробирки с антикоагулянтом (цитрат натрия). Эритроциты экстрагировали из образца центрифугированием при 300 G в течение 5 минут. Для получения ЭППК собранную плазму впоследствии повторно центрифугировали при 700 G в течение 17 минут, после чего отбирали супернатант для использования в этом исследовании. Все эякуляты спермы объединяли, еще раз оценивали качество и делили на четыре равные аликвоты. Базовой средой являлась синтетическая среда на основе TRIS (78 мМ лимонной кислоты, 254 мМ ТРИС, 70 мМ фруктозы, 5% (по объему) глицерина и 15% (по объему) яичного желтка, pH среды – 6,8), выступавшей контролем. К ней добавляли ЭППК в различных концентрациях (5%, 10% и 15%). Таким образом, были созданы четыре экспериментальные группы: контрольная и три опытные группы, различающиеся только количеством ЭППК в разбавителе. Конечная концентрация спермиев в каждом разведении составляла 600×10^6 спермиев/мл. После разведения образцы помещали во французские соломинки IMV с маркировкой и емкостью 0,25 мл (150×10^6 спермиев) и уравнивали при $3 \dots 4^\circ\text{C}$ в течение 3 часов. Затем сперму замораживали с помощью цифрового замораживающего аппарата (Digitcool, IMV, Франция) с запрограммированной скоростью – $3^\circ\text{C}/\text{мин}$ от $+5$ до -10°C ; $-40^\circ\text{C}/\text{мин}$ от -10 до -100°C ; $-20^\circ\text{C}/\text{мин}$ от -100 до -140°C . Затем соломинки хранили в резервуаре с азотом от трех недель до трех месяцев до оценки. Перед оценкой спермы соломинки оттаивали, погружая их в водяную баню с температурой 37°C на 30 секунд.

Все образцы спермы оценивались после разведения, уравнивания и последующего замораживания-оттаивания. Используя компьютеризированное оборудование для анализа движения спермиев (CASA; SpermVision™, программное обеспечение, Minitube), оценивали общую и прогрессивную подвижность спермиев, а также быстрое, среднее и медленное движение спермиев после разбавления, после уравнивания и оттаивания после криоконсервации. Подвижность спермиев рассчитывали с использованием стандартов скорости, установленных как быстрая ($\text{VCL} > 75$ мкм/с), средняя ($\text{VCL} 45\text{--}75$ мкм/с), медленная ($\text{VCL} < 45$ мкм/с). Свежие образцы разбавляли 1:40 (по объему) 0,9% NaCl, а уравновешенные и размороженные образцы – 1:10 (по объему) 0,9% NaCl. После 10 мкл разведенной спермы загружали в счетную камеру, предварительно нагретую до 37°C на термопластине. Каждый образец оценивали в шести полях микроскопа и проводили автоматизированный анализ.

Жизнеспособность спермиев и процент аномалий оценивали путем смешивания 5 мкл спермы и нигрозина и нанесения смеси на предметное стекло перед сушкой над пламенем Бунзена. Для классификации спермиев на живые и мертвые использовали

световой микроскоп при 400-кратном увеличении. Головки живых спермиев были прозрачными, а головки мертвых спермиев – красными [14]. Не менее 200 спермиев в каждом образце подсчитаны в пяти микроскопических областях для определения структурных повреждений и аномалий.

Для определения целостности акросомы спермия применяли окрашивание флуоресцеин-изотиоцианат-арахисовым агглютинином (FITC-PNA). Процедура окрашивания включала отбор 10 мкл спермы и добавление к ней красителя при 37 °С и экспозицию в течение 15 минут. Затем 5 мкл смеси наносили на предметное стекло и фиксировали 96% этанола в течение 30 секунд. Добавляли 15 мкл раствора FITC-PNA и предметному стеклу давали реагировать в течение 30 минут при 4 °С. Пятно удаляли с помощью фосфатно-солевого буфера [15]. Целостность акросом 200 спермиев исследовали в пяти отдельных областях с использованием флуоресцентного микроскопа (CX-31; Olympus, Токио, Япония). Спермии с интактными акросомами флуоресцировали интенсивно зеленым светом на акросомальной шляпке, в то время как поврежденные спермии представляли собой пятнистую, фрагментированную зеленую картину.

Целостность плазматической мембраны оценивали с помощью теста гипосмотического набухания (HOST). Процедура включает объединение 10 мкл спермы со 100 мкл гипотонического раствора фруктозы и цитрата натрия (13,5 г/л фруктозы и 7,35 г/л цитрата) и выдерживание в течение 60 минут при температуре 37 °С. Для исследования использовали фазово-контрастный микроскоп с 1000-кратным увеличением. Головка спермия расширяется, а хвост набухает и скручивается внутри неповрежденной плазматической мембраны.

Цифровые значения результатов представлены как среднее значение и стандартная ошибка среднего. Различия были значимыми при пороге $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В предварительных опытах выясняли влияние добавления различных концентраций ЭППК к сперме на общую подвижность после разбавления, уравнивания и криоконсервации.

Было выяснено, что подвижность спермы сразу после разбавления не различалась во всех четырех подопытных группах и находилась в пределах 8,0...8,7 баллов (таблица 1). В то же время в среде с ЭППК 10% наблюдалась тенденция к снижению числа спермиев с медленным движением.

Таблица 1

Влияние добавления различных концентраций ЭППК
к сперме на подвижность после разбавления

Table 1

Effect of adding different concentrations of EBPP to semen on motility after dilution

Группы	Подвижность спермы после разбавления, %			
	Общая	В том числе по скорости движения		
		быстрые (> 75 мкм/с)	средние (45–75 мкм/с)	медленные (< 45 мкм/с)
Контроль	82,7 $\pm$ 0,92	48,7 $\pm$ 0,62	24,2 $\pm$ 0,61	9,8 $\pm$ 0,25
ЭППК 5%	84,5 $\pm$ 0,85	51,1 $\pm$ 0,68	25,0 $\pm$ 0,76	8,4 $\pm$ 0,19
ЭППК 10%	87,0 $\pm$ 1,66	55,0 $\pm$ 1,43	25,3 $\pm$ 0,86	6,7 $\pm$ 0,23
ЭППК 15%	80,3 $\pm$ 0,97	45,5 $\pm$ 0,78	24,8 $\pm$ 0,35	10,0 $\pm$ 0,18

После уравнивания течение 3 часов при 3...4 °С наблюдались различия по подвижности в исследуемых образцах (таблица 2). Так, наилучшие показатели общей подвижности спермиев наблюдались в сперме, дополненной 10% ЭППК и были значи-

мо выше ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной и другими подопытными группами. В этой группе лучшая подвижность складывалась из повышения числа спермиев с быстрой и средней скоростью движения и достоверного снижения числа спермиев с медленным движением.

Таблица 2

Влияние добавления различных концентраций ЭППК
на подвижность спермы после уравнивания

Table 2

Effect of adding different concentrations of EBPP to semen on motility after equilibration

Группы	Подвижность спермы после уравнивания, %			
	Общая	В том числе по скорости движения		
		быстрые (> 75 мкм/с)	средние ($45-75$ мкм/с)	медленные (< 45 мкм/с)
Контроль	$67,6 \pm 0,53$	$30,7 \pm 0,68$	$23,2 \pm 0,40$	$13,5 \pm 0,56$
ЭППК 5%	$72,6 \pm 0,48$	$32,0 \pm 0,61$	$24,7 \pm 0,66$	$15,0 \pm 0,58$
ЭППК 10%	$77,5 \pm 0,77$	$41,6 \pm 0,85$	$27,8 \pm 0,63$	$7,8 \pm 0,48$
ЭППК 15%	$65,1 \pm 0,51$	$29,3 \pm 0,73$	$25,0 \pm 0,87$	$10,7 \pm 0,35$

После оттаивания были получены следующие результаты подвижности спермиев (таблицы 3). Как видно, разбавление спермы средой с добавлением 10% ЭППК значительно ($P < 0,05$) улучшало общую подвижность спермиев после оттаивания ($64,1\%$ против $55,2\%$ в контроле).

Следует указать, что повышение концентрации ЭППК в разбавителе до 15%, наоборот, привело к ухудшению показателя подвижности по сравнению даже с контролем. Так же, как и в случае с разбавленной спермой, лучшая общая подвижность спермиев в группе с 10% ЭППК складывалась из повышения доли спермиев с быстрой и средней скоростями движения и уменьшения процента спермиев с медленной скоростью.

Таблица 3

Влияние добавления различных концентраций ЭППК
к сперме на подвижность после оттаивания

Table 3

Effect of adding different concentrations of EBPP to semen on motility after thawing

Группы	Подвижность спермы после оттаивания, %			
	Общая	В том числе по скорости движения		
		быстрые (> 75 мкм/с)	средние ($45-75$ мкм/с)	медленные (< 45 мкм/с)
Контроль	55,2	$21,44 \pm 0,41$	$14,89 \pm 0,54$	$18,89 \pm 0,90$
ОТПК 5%	58,6	$27,44 \pm 0,65$	$13,11 \pm 0,39$	$18,11 \pm 0,69$
ОТПК 10%	64,1	$32,22 \pm 0,62$	$18,22 \pm 0,43$	$13,89 \pm 0,68$
ОТПК 15%	53,3	$21,89 \pm 0,56$	$10,78 \pm 0,43$	$20,67 \pm 0,46$

Известно, что подвижность спермиев является одной из важнейших качественных характеристик как свежеполученной, так и разбавленной и замороженно-оттаянной спермы. Считается, что чем выше процент спермиев с прямолинейно-поступательным движением, тем выше полноценность и оплодотворяющая способность спермы. В то же время функциональная полноценность спермиев, т.е. способность к оплодотворению

яйцеклетки, в большей степени зависит от целостности акросомы и плазматической мембраны. Результаты изучения влияния добавления различных концентраций ЭППК к сперме на целостность акросомы и плазматической мембраны спермиев представлены в таблицах 4 и 5

Таблица 4

Влияние добавления различных концентраций ЭППК
к сперме на целостность акросомы спермиев

Table 4

Effect of adding different concentrations of EBPP to semen on
the integrity of the acrosome of sperm cells

Группы	Целостность акросомы спермиев, %		
	после разбавления	после уравновешивания	после замораживания-оттаивания
Контроль	54,4±1,26	50,3±0,71	45,8±0,87
ЭППК 5%	59,0±1,00	52,5±0,80	48,2±0,85
ЭППК 10%	63,2±1,21	58,7±0,69	56,1±0,87
ЭППК 15%	53,8±0,92	51,5±0,68	44,6±0,73

Как видно из материалов таблицы 4, число спермиев с интактной акросомой существенно снижается уже после разбавления. Однако наибольшую сохранность акросомального аппарата демонстрировали гаметы из группы 3 (63,2%), в то время как большая повреждаемость головки наблюдалась в контроле (54,4%) и в среде с ЭППК 15% (53,8%). Тенденция к лучшей защите акросомы спермия в среде с ЭППК 10% сохранялась и после эквilibрации спермы и после замораживания-оттаивания.

Таблица 5

Влияние добавления различных концентраций ЭППК
к сперме на целостность плазматической мембраны спермиев

Table 5

Effect of adding different concentrations of EBPP to semen on
the integrity of plasma membrane of sperm cells

Группы	Целостность плазматической мембраны спермиев, %		
	после разбавления	после уравновеши- вания	после замораживания-оттаивания
Контроль	55,7±0,99	52,6±0,94	45,4±1,17
ЭППК 5%	56,3±0,96	53,7±1,02	50,2±0,76
ЭППК 10%	66,5±1,31	61,5±0,77	60,6±1,14
ЭППК 15%	55,2±0,78	52,3±0,82	44,1±0,66

Что касается целостности плазматической мембраны спермиев, то она также зависела как от технологического этапа подготовки и криоконсервации спермы, так и от состава синтетической среды. Лучшие параметры спермиев наблюдались при разбавлении спермы средой, содержащей 10% ЭППК (таблица 5).

Результаты наших исследований показали, что ЭППК может улучшить подвижность спермиев, сохранить долю спермиев с быстрым движением и их выживаемость во время и после криоконсервации. Это может быть связано с различными факторами

роста в ЭППК, в частности с NGF, который модулирует свой рецептор в средней части спермия для улучшения их жизнеспособности и подвижности [16]. Другие считают, что NGF увеличивает внутриклеточные уровни NO, снижает апоптоз в здоровых спермиях и уменьшает окислительное повреждение, вызванное криоконсервацией [17].

FGF – еще один важный фактор роста в ЭППК – усиливает фосфорилирование рецептора FGF в жгутиках и акросомальной области спермиев, активируя сигнальные пути протеинкиназы B и киназу, регулируемую внеклеточными сигналами, что приводит к улучшению кинематики и подвижности спермиев [18].

Установлено, что использование ЭППК успешно поддерживает целостность акросомы во время криоконсервации. Такое сохранение может быть связано с инсулиноподобным фактором роста-1 (IGF-1), компонентом богатой тромбоцитами плазмы, который защищает белки, связанные с акросомальной мембраной, уменьшая повреждение при криоконсервации [19]. Кроме того, наши результаты показывают, что сперма, обогащенная ЭППК, улучшает целостность плазматической мембраны спермиев, что, по-видимому, можно объяснить наличием NGF в плазме, взаимодействующим с рецепторами в головке спермия, активирующим киназы и сохраняющим целостность мембраны. Белковый состав ЭППК обеспечивает буферную функцию, снижающую осмотический стресс и защищающую механическую целостность мембран спермиев во время криоконсервации. Данная функция помогает предотвратить образование или таяние кристаллов льда на разных стадиях процесса [20].

Недостаточное количество антиоксидантов во время криоконсервации может привести к снижению жизнеспособности, подвижности и целостности плазматической мембраны спермиев. Это исследование показало, что добавление ЭППК к разбавителю спермы барана значительно увеличивает антиоксидантные параметры во время уравнивания и после оттаивания. Наши результаты подтверждают хорошие антиоксидантные свойства ЭППК и согласуются с исследованием [21], показавшими, что 2% ЭППК может противодействовать пагубному воздействию окислительного стресса, вызванного H_2O_2 , в спермиях человека.

Однако стоит отметить, что более высокая концентрация ЭППК (15%) способна иметь побочные эффекты, как в наших экспериментах. Возможные причины этого могут быть связаны с повышенным уровнем аминокислот-наполнителей, тогда как IGF-1 в ЭППК представляет собой небольшой пептид, состоящий из 70 аминокислот с молекулярной массой 7649 Да, что может приводить к повышению осмотического давления и гипертонуса. Эти побочные эффекты способны значительно снизить качество спермы и содержание антиоксидантных ферментов ней.

Заключение. Экспериментально доказано, что криоконсервация спермиев барана в стандартном разбавителе на основе TRIS с добавлением 10% ЭППК имеет значительные преимущества перед контрольной синтетической средой. Комбинация с ЭППК улучшает качество спермы, целостность акросомы и плазматической мембраны, одновременно снижая профили перекисного окисления липидов во время и после криоконсервации спермы.

Учитывая сказанное, а также простоту экстракции ЭППК и ее невысокую стоимость, можно говорить о перспективности использования богатой тромбоцитами плазмы в составе разбавителя спермы барана. Следующим этапом, по-видимому, должно стать более тщательное изучение кинетики и взаимосвязи между добавлением ЭППК и морфологическими аномалиями спермиев, а также влияние добавления богатой тромбоцитами плазмы на оплодотворяющую способность криоспермы.

Список источников

1. Айбазов А.-М.М., Мамонтова Т.В. Эффективное воспроизводство овец и коз: монография. Ставрополь: «Ставрополь-Сервис-Школа». 212 с.
2. Мамонтова Т.В., Селионова М.И., Айбазов А.-М. Половая активность и производство спермы у баранов пород шароле и иль-де-франс в разные сезоны // Сельскохозяйственная биология. Т. 56, 4, С. 752–762 doi: 10.15389/agrobiology.2021.4.752rus
3. Силукова Ю.Л., Станишевская О.И., Плешанов Н.В., Курочкин А.А. Эффективность использования комбинаций сахаридов в средах для криоконсервации спермы петухов / Сельскохозяйственная биология. Т. 55. № 6. С. 1148–1158. doi: 10.15389/agrobiology.2020.6.1148rus.
4. Toker M.B., Alcaay S., Gokce, E., Ustuner B. Cryopreservation of ram semen with antioxidant supplemented soybean lecithin-based extenders and impacts on incubation resilience. Cryobiology 72, 205–209. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2016.05.001>.
5. Айбазов А.-М.М., Мамонтова Т.В., Сердюков И.Г., Губаханов М. А. Результаты и перспективы использования вспомогательных репродуктивных технологий в воспроизводстве мелких жвачных животных // Овцы, козы и шерстяное дело. №2. С. 8–14. DOI:10.26897/2074-0840-2022-2-8-14.
6. Kargar R., Forouzanfar M., Ghalamkari G., Esfahan, M.H.N. Dietary flax seed oil and/or vitamin E improve sperm parameters of cloned goats following freezing- thawing. Cryobiology 74, 110–114. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2016.11.007>.
7. Wahjuningsih S., Ihsan M., Siswoyo D.A., Fatmila D.T., Firmawati A., 2021. Extract of Cincau (*Mesonapalustris* B.) supplementation in semen extender improves boer goat sperm cryopreservation. J. Adv. Vet. Res. 11 (4), 247–253. <https://advetresearch.com/index.php/AVR/article/view/762> .
8. Peris-Frau P., Soler A.J., Iniesta-Cuerda M., Martín-Maestro A., S´anchez-Ajofrín, I., Medina-Ch´avez D.A., Fern´andez-Santos M.R., Garc´ıa-´Alvarez O., Maroto- Morales A., Montoro V., Garde J.J. Sperm cryodamage in ruminants: understanding the molecular changes induced by the cryopreservation process to optimize sperm quality. Int. J. Mol. Sci. 21, 2781. <https://doi.org/10.3390/ijms21082781>.
9. Mustofa I., Susilowati S., Wurlina W., Hernawati T., Oktanella Y. Green tea extract increases the quality and reduced DNA mutation of post-thawed Kacang buck sperm. Heliyon 7, e06372. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.e06372>.
10. Len J.S., Koh W.S.D., Tan S.-X. The roles of reactive oxygen species and antioxidants in cryopreservation. BSR20191601 Biosci. Rep. 39. <https://doi.org/10.1042/BSR20191601>.
11. Samadi P., Sheykhhassan M., Khoshinani H.M. The use of platelet-rich plasma in aesthetic and regenerative medicine: a comprehensive review. Aesthet. Plast. Surg. 43, 803–814. <https://doi.org/10.1007/s00266-018-1293-9>. SAS, 2004. Statistical Analysis System User’s Guide, 7th edition. SAS Institute Inc, Cary, USA.
12. Yan B., Zhang Y., Tian S., Hu R., Wu B. Effect of autologous platelet-rich plasma on human sperm quality during cryopreservation. Cryobiology 98, 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2021.01.009>.
13. Irmak G., Demirtas T.T., Gms, derelio glu M. Sustained release of growth factors from photoactivated platelet rich plasma (PRP). Eur. J. Pharm. Biopharm. 148, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2019.11.011>.
14. Susilowati S., Triana I.N., Sardjito T., Suprayogi T.W., Wurlina W., Mustofa I. Effect of

Simmental bull seminal plasma protein in egg yolk-citrate extender on Kacang buck semen fertility. *Cryobiology* 97, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.10.013>.

15. Da França C.S., Bezerra P.A., Mendes C.D., Rocha L.F., Santana A.L., Souza R.S., Bitencourt R.F., Machado W.M., Snoeck P.P., Barbosa L.P. Docosahexaenoic acid associated vitamin E in the diluent for cryopreservation of goat semen. *Semin. Ciênc. Agrar.* 4, 255–266. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p255>.

16. Castellini C., Mattioli S., Dal Bosco A., Collodel G., Pistilli A., Stabile A.M., Macchioni L., Mancuso F., Luca G., Rende M. In vitro effect of nerve growth factor on the main traits of rabbit sperm. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 17, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12958-019-0533-4>.

17. Ferraguti G., Fanfarillo F., Tarani L., Blaçon`a G., Tarani F., Barbato C., Minni A., Ralli M., Francati S., Greco A., Petrella C., Fiore M. NGF and the male reproductive system: potential clinical applications in infertility. *Int. J. Mol. Sci.* 23, 13127. <https://doi.org/10.3390/ijms232113127>.

18. Saucedo L., Rumpel R., Sobarzo, C., Schreiner D., Brandes G., Lustig, L., Vazquez-Levin M.H., Grothe C., Marín-Briggiler C. Deficiency of fibroblast growth factor 2 (FGF-2) leads to abnormal spermatogenesis and altered sperm physiology. *J. Cell. Physiol.* 233, 640–651. <https://doi.org/10.1002/jcp.26876>.

19. Selvaraju S., Binsila B.K., Santhanahalli S.A., Janivara J.P. IGF-1 stabilizes sperm membrane proteins to reduce cryoinjury and maintain post-thaw sperm motility in buffalo (*Bubalus bubalis*) spermatozoa. *Cryobiology* 73, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2016.05.012>.

20. Taher-Mofrad S.M.J., Topraggaleh T.R., Ziarati N., Bucak M.N., Nouri M., Seifi S., Esmaeili V., Rahimizadeh P., Shahverdi A. Knockout serum replacement is an efficient serum substitute for Cryopreservation of human spermatozoa. *Cryobiology* 92, 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.01.013>.

21. Bader R., Ibrahim J.N., Moussa M., Mourad A., Azoury J., Alaaeddine N. In vitro effect of autologous platelet-rich plasma on H₂O₂-induced oxidative stress in human spermatozoa. *Andrology* 8, 191–200. <https://doi.org/10.1111/andr.12648>.

References

1. Aibazov A.-M.M., Mamontova T.V. Efficient reproduction of sheep and goats: monograph. – Stavropol: “Stavropol-Service-School”, 212 p.
2. Mamontova T.V., Selionova M.I., Aibazov A.-M. Mating activity and semen production in Charollais and Ile-de-France rams in different seasons. *Agricultural biology*, V. 56, 4, P. 752–762 doi: 10.15389/agrobiology.2021.4.752rus
3. Siliukova Yu.L., Stanishevskaja O.I., Pleshanov N.V., Kurochkin A.A. Efficiency of using combinations of saccharides in media for cryopreservation of rooster semen / *Agricultural biology*. V. 55. – No. 6. – P. 1148–1158. doi: 10.15389/agrobiology.2020.6.1148rus.
4. Toker M.B., Alcay S., Gokce, E., Ustuner B. Cryopreservation of ram semen with antioxidant supplemented soybean lecithin-based extenders and impacts on incubation resilience. *Cryobiology* 72, 205–209. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2016.05.001>.
5. Aibazov A.-M.M., Mamontova T.V., Serdiukov I.G., Gubakhanov M.A. Results and prospects of using assisted reproductive technologies in the reproduction of small ruminants//*Sheep, goats and wool business*. No. 2. P. 8–14. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-8-14.
6. Kargar R., Forouzanfar M., Ghalamkari G., Esfahan, M.H.N. Dietary flax seed oil and/or

vitamin E improve sperm parameters of cloned goats following freezing- thawing. *Cryobiology* 74, 110–114. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2016.11.007>.

7. Wahjuningsih S., Ihsan M., Siswoyo D.A., Fatmila D.T., Firmawati A., 2021. Extract of Cincau (*Mesonopalustris* B.) supplementation in semen extender improves boer goat sperm cryopreservation. *J. Adv. Vet. Res.* 11 (4), 247–253. (<https://advetresearch.com/index.php/AVR/article/view/762>).

8. Peris-Frau P., Soler A.J., Iniesta-Cuerda M., Martín-Maestro A., Sánchez-Ajofrín, I., Medina-Chavez D.A., Fernández-Santos M.R., García-Alvarez O., Maroto-Morales A., Montoro V., Garde J.J. Sperm cryodamage in ruminants: understanding the molecular changes induced by the cryopreservation process to optimize sperm quality. *Int. J. Mol. Sci.* 21, 2781. <https://doi.org/10.3390/ijms21082781>.

9. Mustofa I., Susilowati S., Wurlina W., Hernawati T., Oktanella Y. Green tea extract increases the quality and reduced DNA mutation of post-thawed Kacang buck sperm. *Heliyon* 7, e06372. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.e06372>.

10. Len J.S., Koh W.S.D., Tan S.-X. The roles of reactive oxygen species and antioxidants in cryopreservation. *BSR20191601 Biosci. Rep.* 39. <https://doi.org/10.1042/BSR20191601>.

11. Samadi P., Sheykhasan M., Khoshinani H.M. The use of platelet-rich plasma in aesthetic and regenerative medicine: a comprehensive review. *Aesthet. Plast. Surg.* 43, 803–814. <https://doi.org/10.1007/s00266-018-1293-9>. SAS, 2004. Statistical Analysis System User's Guide, 7th edition. SAS Institute Inc, Cary, USA.

12. Yan B., Zhang Y., Tian S., Hu R., Wu B. Effect of autologous platelet-rich plasma on human sperm quality during cryopreservation. *Cryobiology* 98, 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2021.01.009>.

13. Irmak G., Demirtas T.T., Gümüşderelioğlu M. Sustained release of growth factors from photoactivated platelet rich plasma (PRP). *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 148, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2019.11.011>.

14. Susilowati S., Triana I.N., Sardjito T., Suprayogi T.W., Wurlina W., Mustofa I. Effect of Simmental bull seminal plasma protein in egg yolk-citrate extender on Kacang buck semen fertility. *Cryobiology* 97, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.10.013>.

15. Da França C.S., Bezerra P.A., Mendes C.D., Rocha L.F., Santana A.L., Souza R.S., Bitencourt R.F., Machado W.M., Snoeck P.P., Barbosa L.P. Docosahexaenoic acid associated vitamin E in the diluent for cryopreservation of goat semen. *Semin. Ciênc. Agrar.* 4, 255–266. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p255>.

16. Castellini C., Mattioli S., Dal Bosco A., Collodel G., Pistilli A., Stabile A.M., Macchioni L., Mancuso F., Luca G., Rende M. In vitro effect of nerve growth factor on the main traits of rabbit sperm. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 17, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12958-019-0533-4>.

17. Ferraguti G., Fanfarillo F., Tarani L., Blacon`a G., Tarani F., Barbato C., Minni A., Ralli M., Francati S., Greco A., Petrella C., Fiore M. NGF and the male reproductive system: potential clinical applications in infertility. *Int. J. Mol. Sci.* 23, 13127. <https://doi.org/10.3390/ijms232113127>.

18. Saucedo L., Rumpel R., Sobarzo, C., Schreiner D., Brandes G., Lustig, L., Vazquez-Levin M.H., Grothe C., Marín-Briggiler C. Deficiency of fibroblast growth factor 2 (FGF-2) leads to abnormal spermatogenesis and altered sperm physiology. *J. Cell. Physiol.* 233, 640–651. <https://doi.org/10.1002/jcp.26876>.

19. Selvaraju S., Binsila B.K., Santhanahalli S.A., Janivara J.P. IGF-1 stabilizes sperm membrane proteins to reduce cryoinjury and maintain post-thaw sperm motility in buffalo (*Bubalus bubalis*) spermatozoa. *Cryobiology* 73, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2021.01.009>.

doi.org/10.1016/j.cryobiol.2016.05.012.

20. Taher-Mofrad S.M.J., Topraggaleh T.R., Ziarati N., Bucak M.N., Nouri M., Seifi S., Esmaeili V., Rahimizadeh P., Shahverdi A. Knockout serum replacement is an efficient serum substitute for Cryopreservation of human spermatozoa. *Cryobiology* 92, 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.01.013>.

21. Bader R., Ibrahim J.N., Moussa M., Mourad A., Azoury J., Alaaeddine N. In vitro effect of autologous platelet-rich plasma on H₂O₂-induced oxidative stress in human spermatozoa. *Andrology* 8, 191–200. <https://doi.org/10.1111/andr.12648>.

Информация об авторах

Айбазов Али-Магомет Муссаевич, доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник Всероссийского НИИ овцеводства и козоводства – филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 355004, Российская Федерация, Ставропольский край, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15; e-mail: velikii-1@yandex.ru; тел.: +7(8652)71-95-59. ORCID: 0000-0002-3704-3210

Селионова Марина Ивановна, доктор биологических наук, профессор РАН, зав. кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 52; e-mail: selionova@rgau-msha.ru; тел.: +7(499)976-34-34. ORCID: 0000-0002-9501-8080

Information about the authors

A.-M. M. Aibazov, Doctor of Agricultural Science, Professor, Chief Researcher of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, 355004, Russian Federation, Stavropol Territory, Stavropol, Zootekhnicheskii LN, 15; e-mail: velikii-1@yandex.ru; tel.: +7(8652)71-95-59. ORCID: 0000-0002-3704-3210

M. I. Selionova, Doctor of Biological Science, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127550, Moscow, Timiryazevskaya St., 52; e-mail: selionova@rgau-msha.ru; tel.: +7(499)976-34-34. ORCID: 0000-0002-9501-8080

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 14.08.2024; одобрена после рецензирования 24.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 14.08.2024; approved after reviewing 24.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 63-72
Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 63-72

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК 636.2.034; 637.045
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.3.17.2024

**ОЦЕНКА ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА
ЛИПИДНОГО КОМПЛЕКСА МОЛОКА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ
И ВЫРАБОТАННОГО ИЗ НЕГО СЛИВОЧНОГО МАСЛА**

**Наталья Викторовна Байлова, Любовь Георгиевна Хромова,
Сергей Николаевич Семенов, Иван Дмитриевич Шелякин**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» Россия, Воронеж, e-mail: hromovva@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований жировой фазы молока коров обильномолочной голштинской породы и выработанного из него традиционного сладкосливочного масла. Анализировались образцы сырого молока ($n = 6$) полновозрастных животных 4–7-го месяцев лактирования в ЖК «Залужное» компании ООО «ЭкоНиваАгро» и образцы сливочного масла ($n = 6$), произведенного методом сбивания в ООО «ЗемлянкМолоко» Воронежской области. Количественный и качественный состав жировой фазы в лабораторных пробах идентифицировали в сертифицированной производственной лаборатории по принятым методам ГОСТ 5867-1990 (кислотный способ), ГОСТ 32915-2014 и ГОСТ 31663-2012 (газовая хроматография). В сыром коровьем молоке установлена достаточно высокая концентрация молочного жира – 3,95 %, в традиционном сливочном масле – 82,5 %, то есть выработанный продукт соответствовал референтным критериям. Насыщенность 15 основных жирных кислот с массовой долей более 0,5 % от всей суммы выявленных в пробах коровьего молока достигала 97,5 %, сливочном масле – 97,0 %. В липидном комплексе преобладали насыщенные жирные кислоты. В сыром коровьем молоке относительная их численность составляла 64,86 %, а в сливочном масле – 64,43 %, мононенасыщенных – соответственно 27,57 и 27,62 %, полиненасыщенных – 3,65 и 3,54 %. Вариации жирных кислот и соотношение их метиловых эфиров в липидном комплексе изучаемых объектов была аналогична справочным диапазонам, приведенным в соответствующей нормативной документации, что удостоверяет подлинность исследуемого сырого коровьего молока и сливочного масла.

Ключевые слова: натуральность, сырое коровье молоко, корреляция, масло сливочное, жирная кислота, концентрация.

Для цитирования: Байлова Н. В., Хромова Л. Г., Семенов С. Н., Шелякин И. Д. Оценка жирнокислотного состава липидного комплекса молока коров голштинской породы и выработанного из него сливочного масла // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 63-72. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

EVALUATION OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF THE LIPID COMPLEX OF HOLSTEIN COW MILK AND THE BUTTER PRODUCED FROM IT

Natalia V. Bailova, Liubov G. Khromova, Sergei N. Semenov, Ivan D. Sheliakin

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great” Russia, Voronezh,
e-mail: hromovva@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of the studies of the fat phase of milk from cows of the rich-milking Holstein breed and the traditional sweet cream butter produced from it. Samples of raw milk (n=6) of full-grown animals of 4-7 months of lactation in the livestock breeding complex “Zaluzhnoye” of the company ООО “EkoNivaAgro” and samples of butter (n=6) produced by the churning method in ООО “ZemlianskMoloko” of the Voronezh Region were analyzed. The quantitative and qualitative composition of the fat phase in laboratory samples was identified in a certified production laboratory according to the accepted methods GOST 5867-1990 (acid method), GOST 32915-2014 and GOST 31663-2012 (gas chromatography). A fairly high concentration of milk fat was found in raw cow's milk – 3.95%, in traditional butter – 82.5%, that is, the produced product met the reference criteria. The saturation of 15 basic fatty acids, with a mass fraction of more than 0.5% of the total amount identified in cow's milk samples, reached 97.5%, in butter – 97.0%. Saturated fatty acids prevailed in the lipid complex. In raw cow's milk, their relative number was 64.86 %, and in butter – 64.43%, monounsaturated – 27.57 and 27.62%, respectively, polyunsaturated – 3.65 and 3.54%. The variations of fatty acids and the ratio of their methyl ethers in the lipid complex of the studied objects were similar to the reference ranges given in the regulatory documentation. It certifies the authenticity of the studied raw cow's milk and butter.

Keywords: naturalness, raw cow's milk, correlation, butter, fatty acid, concentration.

For citation: Bailova N.V., Khromova L.G., Semenov S.N, Sheliakin I.D. Evaluation of the fatty acid composition of the lipid complex of Holstein cow milk and the butter produced from it // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 63-72.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.3.17.2024

Введение. Россия находится в числе лидеров по производству сырого коровьего молока, увеличивая выпуск разнообразной молочной продукции [1]. Сливочное масло коровье среди них исторически в нашей стране относится к основным продуктам питания, что предопределено его пищевым составом, вкусовыми качествами и хорошей усвояемостью [2]. Жир коровьего молока является энергетическим материалом, имеет первостепенное значение в формировании приятного сливочного вкуса, обладает уникальным составом и свойствами, которые формируют доминирующие в нём жирные кислоты [3-4]. Концентрация жировой фазы молока и её жирнокислотный профиль лимитируются взаимодействием генотипа, физиологии животного и средовых факторов [5–10].

Следует отметить, молочное сырьё и вырабатываемая молочная продукция фальсифицируются чаще всего растительными жирами, поэтому необходим контроль процесса их производства на всех этапах: от молочной фермы до готового продукта

[11-12].

Воронежская область считается лидером по производству сырьевого коровьего молока и выработке сливочного масла в Российской Федерации. Крупнейший производитель молока в регионе – компания ООО «ЭкоНиваАгро», подразделение агрохолдинга ООО «ЭкоНива-АПК Черноземье». В структуре стада компании, как и в целом по стране, доминируют высокопродуктивные животные голштинской породы [11-12]. Производимое агрохолдингом высококачественное молочное сырье перерабатывается под собственной торговой маркой, а также реализуется на другие предприятия для выработки сливочного масла, в том числе и в ООО «ЗемлянкМолоко» – одной из крупнейших компаний в Центрально-Черноземном регионе по производству и реализации масложировой продукции

В этой связи оценка жирнокислотного состава липидного комплекса сырого молока и выработанного из него сливочного масла является актуальной, что явилось и **целью наших исследований**.

Материал и методы исследования. Объектом изучения стали сырое коровье молоко полновозрастных коров 4–7-го месяцев лактирования в ЖК «Залужное», принадлежащего компании ООО «ЭкоНиваАгро», и выработанное из него методом сбивания традиционное сливочное масло (массовая доля жира составляла 82,5 %, ГОСТ 32261-2013) в ООО «ЗемлянкМолоко» Воронежской области (май, 2024 год). Предметом изучения послужила жировая фаза сырого коровьего молока и сливочного масла. Отбор образцов молока ($n = 6$) проводили согласно ГОСТ 13928-84, сливочного масла ($n = 6$) – ГОСТ 26809.2-2014. Количественный и качественный состав молочного жира идентифицировали в аттестованной производственной лаборатории перерабатывающего предприятия: массовую долю жира – согласно ГОСТ 5867-2023 (кислотный способ), жирнокислотный профиль – по ГОСТ 32915-2014 и ГОСТ 31663-2012 (газовая хроматография). Для установления натуральности жировой фазы объектов исследования воспользовались справочными данными о жирнокислотном составе (ГОСТ Р 52054-2023 и ГОСТ 32261-2013).

Результаты исследования и обсуждение. Выявлена высокая концентрация молочного жира (3,95 %) в сыром молоке. Данный показатель в традиционном сладкосливочном масле составил 82,5 %, то есть выработанный продукт отвечал требованиям стандарта. В жировой фазе лабораторных проб идентифицировано около 40 жирных кислот, концентрация которых представлена в таблице 1.

Таблица 1

Жирнокислотный состав жировой фазы объектов исследования

Table 1

Fatty acid composition of the fatty phase of the study objects

Название и обозначение жирной кислоты	Концентрация в образцах, %:					
	сырого коровьего молока			сливочного масла		
	M±m	Cv	σ	M±m	Cv	σ
Основные жирные кислоты						
C _{16:0} (пальмитиновая)	32,01±0,056	0,138	0,1	32,0±0,246	0,602	1,9
C _{18:1} (олеиновая)	24,0±0,144	0,352	1,5	24,0±0,280	0,685	2,7
C _{14:0} (миристиновая)	11,13±0,056	0,138	1,2	11,04±0,040	0,098	0,9
C _{18:0} (стеариновая)	9,78±0,135	0,332	3,5	9,66±0,138	0,339	3,5
C _{12:0} (лауриновая)	3,50±0,029*	0,076	2,2	3,45±0,065	0,160	4,8
C _{18:2} (линолевая)	3,07±0,017	0,041	1,3	3,06±0,044	0,107	3,5
C _{10:0} (каприновая)	2,82±0,024*	0,06	2,1	2,72±0,036	0,089	3,3
C _{4:0} (масляная)	2,62±0,017	0,042	1,6	2,58 ± 0,026	0,063	2,4
C _{16:1} (пальмитолеиновая)	2,08±0,022	0,055	2,6	2,07±0,028	0,069	3,3

<i>Продолжение таблицы 1</i>						
C _{6:0} (капроновая)	1,73±0,014	0,034	2	1,69±0,056	0,137	8,1
C _{15:0} (пентадекановая)	1,55±0,019***	0,047	3	1,29±0,027	0,065	5,0
C _{14:1} (миристолеиновая)	1,05±0,024	0,059	5,6	1,03±0,014	0,035	3,6
C _{8:0} (каприловая)	1,02±0,021	0,051	5	1,04±0,040	0,098	9,1
C _{17:0} (маргариновая)	0,59±0,008	0,02	2,5	0,57±0,012	0,029	4,4
C _{18:3} (линоленовая)	0,58±0,005*	0,011	3	0,48±0,041	0,1	20,7
Сумма основных жирных кислот	97,5±0,140	0,343	0,4	97,0±0,060	0,147	0,2
C _{21:0} (генэйкозановая)	0,34±0,005	0,013	4,9	0,34±0,037	0,09	19,5
C _{17:1} (маргаринолеиновая)	0,33±0,016	0,04	15,7	0,34±0,009	0,023	9,5
C _{20:1} (гондоиновая) ω-9	0,28±0,008	0,02	5,9	0,29±0,008	0,018	15,1
C _{20:0} (арахиновая)	0,24±0,002	0,005	3,9	0,24±0,008	0,019	14
C _{10:1} (дещеновая)	0,22±0,001	0,003	1,2	0,22±0,002	0,003	1,22
C _{11:0} (ундекановая)	0,20±0,002	0,005	5,1	0,2±0,005	0,0129	16,5
C _{21:0} (генэйкозановая)	0,17±0,005	0,013	7,8	0,18±0,008	0,02	11,3
C _{17:1} (маргаринолеиновая)	0,16±0,016	0,04	15,7	0,16±0,009	0,023	9,5
C _{13:0} (тридекановая)	0,16±0,014	0,034	17,4	0,16±0,008	0,02	11,6
C _{20:4} (арахидоновая)	0,20±0,002	0,005	2,8	0,21±0,016	0,04	35,5
C _{20:3} (дигомо-γ-линоленовая)	0,10±0,000	0,001	0,9	0,1±0,006	0,015	20,1
C _{20:2} (эйкозациеновая)	0,01±0,001	0,003	6,2	0,01±0,009	0,023	6,4
C _{22:0} (бегеновая)	0,01±0,001	0,002	3,4	0,01±0,002	0,005	11,8
C _{23:0} (трикозановая)	0,01±0,003	0,008	24,3	0,01±0,002	0,007	22,1
C _{24:0} (лигноцериновая)	0,01±0,001	0,002	7,6	0,01±0,002	0,005	15,1
C _{20:5} (тимнодоновая)	0,002±0,0000	0,000	17,1	0,003±0,000	0,000	21,0
C _{15:1} (цис-пентадекановая)	0,001±0,000	0,000	14,0	0,001±0,000	0,000	22,2
C _{22:1} (эруковая кислота)	0,001±0,000	0,000	18,8	0,001±0,000	0,000	26,9
C _{20:3} (эйкозатриеновая)	0,001±0,000	0,000	22,9	0,001±0,000	0,000	16,7
C _{22:2} (докозациеновая)	0,001±0,000	0,000	27,1	0,001±0,000	0,000	19,4
C _{24:1} (нервоновая)	0,001±0,000	0,000	25,8	0,001±0,000	0,000	22,1
C _{22:6} (цервоновая)	0,001±0,000	0,000	18,1	0,001±0,000	0,000	18,3
Сумма минорных жирных кислот	2,4±0,02	0,081	3,5	2,5±0,027	0,0679	18,1

*P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Анализ показателей таблицы 1 констатирует, что содержание 15 основных жирных кислот с массовой долей отдельных из них более 0,5 % от всей суммы в пробах коровьего молока достигало 97,5 %, сливочном масле – 97,0 %. Третью часть их занимала насыщенная C_{16:0} (пальмитиновая) жирная кислота – соответственно 31,01 и 32,0 %.

Кроме того, наблюдалась, высокая концентрация C_{18:1} (олеиновой), C_{14:0} (миристиновой) и C_{18:0} (стеариновой) жирных кислот. Фактически эти важные органические соединения формируют все качественные характеристики молочного жира. Сумма минорных жирных кислот составила только 2,4 и 2,5 %, присутствие отдельных из них было совсем незначительным, а часть из них обнаружена в виде следов.

Основные жирные кислоты характеризовались невысокими показателями вариабельности, за исключением C_{18:3} (линоленовой) кислоты жировой фазы сливочного масла. Содержание C_{10:0} (каприновой) (P < 0,05), C_{12:0} (лауриновой) (P < 0,05), C_{15:0} (пентадекановой) (P < 0,001), C_{18:3} (линоленовой) (P < 0,05) жирных кислот в молочном жире сырого коровьего молока оказалось значительно выше относительно сливочного масла. Эти различия в исследуемых объектах – результат потери части молочного жира при выработке сливочного масла и малой устойчивости некоторых жирных кислот к температурным режимам тепловой обработки.

В структурной композиции жирных кислот выявлены некоторые различия. Как и следовало ожидать, более половины липидного комплекса занимали насыщенные жирные кислоты (НЖК). Их содержание от суммы всех жирных кислот в образцах сырого

коровьего молока насчитывало 64,86 %, а в сливочном масле – 64,43 %, мононенасыщенных (МНЖК) – соответственно 27,57 и 27,62 %, полиненасыщенных (ПНЖК) – 3,65 и 3,54 %. Суммарная концентрация прочих жирных кислот (ПрЖК) в жировом комплексе сливочного масла относительно сырого коровьего молока была достоверно выше ($P < 0,01$) (рисунок 1).

Насыщенные жирные кислоты липидного комплекса в составе других компонентов участвуют в формировании вкуса и запаха, ненасыщенные – большее действие оказывают на физические и биохимические характеристики сырого молока и молочных продуктов. Наличие в исследуемых продуктах низкомолекулярных насыщенных жирных кислот от $C_{4:0}$ до $C_{10:0}$ и сравнительно высокая концентрация $C_{4:0}$ (масляной) кислоты (2,58–2,62 %) характеризуют их качество и аутентичность, свойственное только молочному жиру жвачных животных [15].

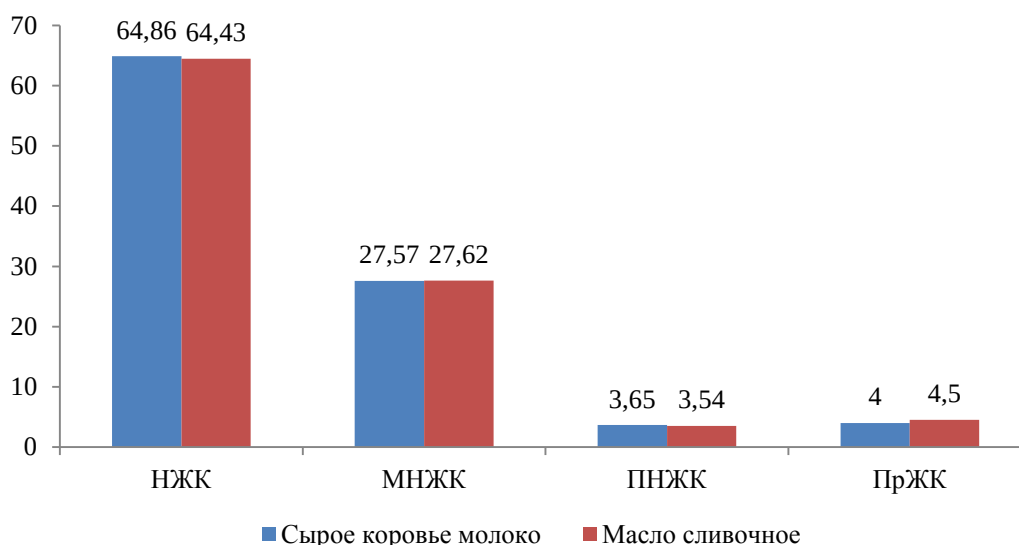


Рисунок 1. Структура жирных кислот, %
Figure1.The structure of fatty acids, %

Среди насыщенных высокомолекулярных жирных кислот в липидном комплексе преобладали $C_{16:0}$ (пальмитиновая), $C_{14:0}$ (миристиновая), $C_{18:0}$ (стеариновая), $C_{12:0}$ (лауриновая), утилизируемые организмом как энергетический материал.

Высокая концентрация $C_{16:0}$ (пальмитиновой) кислоты служит базисом для биосинтеза в начале насыщенных жирных кислот – $C_{12:0}$ (лауриновой) и $C_{14:0}$ (миристиновой), $C_{18:0}$ (стеариновой), а затем, при участии ещё и $C_{18:0}$ (стеариновой), образуются мононенасыщенные жирные кислоты – $C_{16:1}$ (пальмитолеиновая) и $C_{18:1}$ (олеиновая).

Насыщенная незаменимая жирная кислота $C_{15:0}$ (пентадекановая) с нечетным числом атомов углерода способна встраиваться в мембраны клеток, делая их более устойчивыми, что замедляет клеточное старение, подавляет воспаление, устраняет нарушения функции митохондрий. В совокупности с $C_{17:0}$ (маргариновой) кислотой она оказывает влияние на углеводный обмен, тем самым снижая риск развития сахарного диабета 2 типа [15].

В группе мононенасыщенных жирных кислот липидного комплекса, содержащая в равном количестве в исследуемых образцах, преобладала особо значимая $C_{18:1}$ (олеиновая) ω -3 кислота, без которой невозможен правильный метаболизм в организме.

Совместно с $C_{18:2}$ (линолевой) кислотой она оказывает влияние на качество уже выработанных продуктов из сырого молока [15].

Содержание самых ценных незаменимых полиненасыщенных жирных кислот оказалось относительно небольшим. Так, $C_{18:2}$ (линолевой) ω -6 жирной кислоты в образцах сырого коровьего молока отмечено 3,07 %, сливочном масле – 3,06 %, а $C_{18:3}$ (линоленовой) ω -3 – соответственно 0,58 и 0,48 %, то есть значительно меньше. Присутствие наиболее дефицитной $C_{20:4}$ (арахидоновой) ω -6 выявлено аналогично только 0,2 и 0,21 %. Данная жирная кислота является частью фосфолипидов клеточных мембран тромбоцитов, мозга и сетчатки глаз. В растительных маслах этот ценный органический и весьма дефицитный компонент отсутствует [15].

Результаты исследования жировой фазы молока и молочных продуктов используются не только для оценки их пищевой ценности, но и выявления их фальсификации, в частности растительными жирами. По требованию базисных для молочной отрасли технических регламентов ЕАЭС (ТР ТС 021/2011 и ТС 033/2013) в молочном жире сырого коровьего молока и молочных продуктах должен содержаться только молочный жир. В этой связи в ГОСТах на вырабатываемую молочную продукцию внесены в виде справочного, а в новом российском стандарте на сырое коровье молоко (ГОСТ Р 52054-2023) обязательного приложения нормы вариации 16 референтных жирных кислот молочного жира.

Результаты оценки адекватности жирнокислотного состава исследуемых образцов сырого молока и сливочного масла, установленных стандартами, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка соответствия жирнокислотного состава исследуемых образцов
требованиям стандартов

Table 2

Compliance assessment of the fatty acid composition of the studied samples with the standard requirements

Обозначение жирной кислоты	Сырое коровье молоко	Референтные значения (ГОСТ Р 52054-2023)	Сливочное масло	Референтные значения (ГОСТ 32261-2013)
	концентрация жирной кислоты, %			
МНЖК				
C10:1	0,22±0,001	0,2...0,4	0,22±0,002	0,2...0,4
C14:1	1,05±0,024	0,6...1,5	1,03±0,014	0,6...1,5
C16:1	2,08±0,022	1,3...2,4	2,07±0,028	1,5...2,4
C18:1	24,0±0,144	20...28	24,0±0,280	20,0...32,0
C10:1	0,22±0,001	0,2...0,4	0,21±0,001	0,2...0,4
ПНЖК				
C18:2	3,07±0,017	2,2...5,0	3,06±0,044	2,2...5,5
C18:3	0,58±0,005	до 1,5	0,48±0,041	до 1,5
НЖК				
C4:0	2,62±0,017	2,4...4,2	2,58±0,026	2,4...4,2
C6:0	1,73±0,014	1,5...3,0	1,69±0,056	1,5...3,0
C8:0	1,02±0,021	1,0...2,0	1,04±0,040	1,0...2,0
C10:0	2,82±0,024	2,0...3,8	2,72±0,036	2,0...3,8
C12:0	3,50±0,029	2,0...4,4	3,45±0,065	2,0...4,4
C14:0	11,13±0,056	8...13	11,04±0,040	8,0...13,0
C16:0	32,01±0,056	21...32	32,0±0,246	21-33
C18:0	9,78±0,135	8,0...13,5	9,66±0,138	8,0...13,5
C20:0	0,24±0,002	до 0,3	0,24±0,008	до 0,3
C22:0	0,01±0,001	до 0,1	0,01±0,002	до 0,1
Прочие жирные кислоты	4,00±0,142	4,5...6,5	4,5±0,039	4,0...6,5

Анализ показателей таблицы 2 резюмирует о том, что жирнокислотный профиль исследуемых объектов совпадает с диапазонами, установленными соответствующей нормативной документацией.

Следует отметить: изученная корреляция долей метиловых эфиров референтных жирных кислот и их сумм в жировой фазе сырого коровьего молока и сливочного масла также не противоречит принятым нормативными документами границам (таблица 3).

Таблица 3

Оценка соответствия метиловых эфиров жирных кислот и их групп
требованиям стандарта

Table 3

Compliance assessment of fatty acid methyl esters and their groups
with the standard requirements

Соотношения жирных кислот их групп	ГОСТ 32261-2013		Образцы	
	верхний предел	нижний предел	сырого коровьего молока	сливочного масла
$C_{16:0}/C_{12:0}$	14,5	5,8	$9,31\pm0,083$	$9,92\pm0,070$
$C_{18:2}/C_{14:0}$	0,5	0,1	$0,28\pm0,001$	$0,28\pm0,005$
$C_{18:1}/C_{14:0}$	3,6	1,6	$2,17\pm0,022$	$2,30\pm0,026$
$C_{18:0}/C_{12:0}$	5,9	1,9	$2,68\pm0,060$	$2,98\pm0,073$
Сумма $C_{18:1}$, $C_{18:2}$ / Сумма $C_{12:0}$, $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:0}$	0,7	0,4	$0,48\pm0,003$	$0,51\pm0,006$

Закключение. Молоко коров обильномолочной голштинской породы, полученное в условиях современной технологии производства, отличалось достаточно высокой концентрацией жира, а в выработанное сливочное масло было идентично по данному параметру ГОСТу. В липидном компоненте исследуемых образцов доминировали насыщенные жирные кислоты. Их относительная численность от суммы всех жирных кислот в сыром коровьем молоке достигала 64,86 %, в сливочном масле – 64,43 %.

Отмеченная разница в концентрации $C_{10:0}$ (каприновой), $C_{12:0}$ (лауриновой), $C_{15:0}$ (пентадекановой), $C_{18:3}$ (линоленовой) жирных кислот, на наш взгляд, является результатом потери незначительной части молочного жира в процессе выработки сливочного масла и нестойкости отдельных из них к температурным режимам тепловой обработки. Концентрация жирных кислот и установленная взаимосвязь массовых долей метиловых эфиров жирных кислот и их сумм в жировой фазе сырого коровьего молока и выработанного из него сладкосливочного масла аналогична принятым в стандартах критериям, что подтверждает их натуральность.

Список источников

1. Ибрагимов А.Г., Романюк М.А., Сухарникова М.А. Современное состояние и перспективы развития молочного производства в России и мире // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 6. С. 130–133. DOI: 10.32651/236-130. EDN: IGWZKZ.
2. Иванова Н.В., Дунаев А.В., Топникова Е.В. Производство продуктов маслоделия в современных условиях и перспективы развития // Переработка молока. 2023. № 6 (284). С. 6–10. DOI: 10.33465/2222-5455-2023-6-6-10. EDN: GISFLO.

3. Гунькова П.И., Ишевский А.Л., Бучилина А.С. Молочный жир – заменяемый, но незаменимый компонент молока // Переработка молока. 2020. № 5 (247). С. 16–19. DOI: 10.33465/2222-5455-2020-05-16-19. EDN: JVMROM.
4. Евсюкова А.О. Оценка триглицеридного состава сырого коровьего молока // Молочная промышленность. 2024. № 3. С. 43–49.
5. Influence of diets, lactating animal breeds and seasons of the year on the fatty acid composition of cow milk / E.V. Topnikova, G.Yu. Zabolotin, E.S. Danilova, A.V. Dunaev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1052, No. 1. P. 012042. DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012042. EDN: NOYYCN.
6. Хромова Л.Г., Мирошина С.Е., Морозова Н.И. Жирнокислотный состав липидов молока коров голштинской породы различного экогенеза // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15, № 1. С. 108–114. DOI: 10.36508/RSATU.2023.89.28.014. EDN: CVKPNL.
7. Тишкина Т.Н., Вельматов А.А., Ерофеев В.И. Влияние периода года на жирнокислотный состав молочного жира и качество масла // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (61). С. 155–160. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-1-155-160. EDN: SCQIIN.
8. Характеристика жирнокислотного состава молока коров при включении в их рацион активированных и обогащенных кремнийсодержащих добавок / В.В. Ахметова, С.В. Дежаткина, Н.А. Феокистова [и др.] // Аграрная наука. 2023. № 1. С. 39–43. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43. EDN: DRVOBV.
9. Степанов А.В., Быкова О.А., Костюнина О.В. Жирнокислотный состав молока коров черно-пестрой породы Уральского региона // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12 (189). С. 181–188. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-181-188. EDN: UVDFGP.
10. Qualitative indicators of milk of cows of the Simmental and Holstein breeds in different lactation seasons / A.Z. Khasaeva, V.S. Zhamurova, L.A. Mamaeva [et al.] // The world of veterinary medicine. 2021. Volume 14. No. 4. pp. 956–963. DOI: 10.14202/vetworld.2021.956-963. EDN: OAMJJC.
11. Топникова Е.В., Данилова Е.С. Подробнее о методах оценки натуральности сливочного масла // Сыроделие и маслоделие. 2021. № 2. С. 52–56.
12. Юрова Е.А., Кобзева Т.В., Жижин Н.А. Выявление фальсификации жировой фазы молочной продукции // Контроль качества продукции. 2018. № 1. С. 34–39.
13. Хромова Л.Г. Качество белкового компонента молока высокопродуктивных коров голштинской породы различного экогенеза. // Молочнохозяйственный вестник. 2024. № 2 (54). С. 113–127.
14. Хромова Л. Г. Мирошина С. Е. Лактационная функция первотелок голштинской породы различного экогенеза в условиях интенсивной технологии // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (57). С. 200–206. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-1-200-206.
15. Тёпел А. Химия и физика молока / Пер. с нем. под ред. канд. техн. наук С. А. Фильчаковой. СПб.: Профессия, 2012. 832 с.

References

1. Ibragimov A.G., Romaniuk M.A., Sukharnikova M.A. Current state and prospects of development of dairy production in Russia and the world // Economics of agriculture of Russia. 2023. No. 6. P. 130–133. DOI: 10.32651/236-130. EDN: IGWZKZ.

2. Ivanova N.V., Dunaev A.V., Topnikova E.V. Production of oil products in modern conditions and development prospects // Milk processing. 2023. No. 6 (284). P. 6–10. DOI: 10.33465/2222-5455-2023-6-6-10. EDN: GISFLO.
3. Gunkova P.I., Ishevskii A.L., Buchilina A.S. Milk fat is a replaceable but essential component of milk // Milk processing. 2020. No. 5 (247). P. 16–19. DOI: 10.33465/2222-5455-2020-05-16-19. EDN: JVMROM.
4. Evsiukova A.O. Evaluation of the triglyceride composition of raw cow's milk // Dairy industry. 2024. No. 3. P. 43–49.
5. Influence of diets, lactating animal breeds and seasons of the year on the fatty acid composition of cow milk / E.V. Topnikova, G.Yu. Zabolotin, E.S. Danilova, A.V. Dunaev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1052, No. 1. P. 012042. DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012042. EDN: NOYYCN.
6. Khromova L.G., Miroshina S.E., Morozova N.I. Fatty acid composition of lipids of milk of Holstein cows of various ecogenesis // Herald of Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 108–114. DOI: 10.36508/RSATU.2023.89.28.014. EDN: CVKPNL.
7. Tishkina T.N., Velmatov A.A., Erofeev V.I. Influence of the period of the year on the fatty acid composition of milk fat and oil quality // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2023. No. 1 (61). P. 155–160. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-1-155-160. EDN: SCQIIN.
8. Characteristics of the fatty acid composition of cow's milk when including in their diet activated and enriched silicon-containing additives / V.V. Akhmetova, S.V. Dezhatkina, N.A. Feoktistova [et al.] // Agrarian Science. 2023. No. 1. P. 39–43. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43. EDN: DRVOBV.
9. Stepanov A.V., Bykova O.A., Kostyunina O.V. Fatty acid composition of milk of Black Pied cows of the Ural region // Bulletin of KrasGAU. 2022. No. 12 (189). P. 181–188. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-181-188. EDN: UVDFGP.
10. Qualitative indicators of milk of cows of the Simmental and Holstein breeds in different lactation seasons / A.Z. Khasaeva, V.S. Zhamurova, L.A. Mamaeva [et al.] // The world of veterinary medicine. 2021. Volume 14. No. 4. P. 956–963. DOI: 10.14202/vetworld.2021.956-963. EDN: OAMJJC.
11. Topnikova E.V., Danilova E.S. More about the methods of evaluating the naturalness of butter // Cheese- and buttermaking. 2021. No. 2. P. 52–56.
12. Yurova E.A., Kobzeva T.V., Zhizhin N.A. Identification of adulteration of the fat phase of dairy products // Production quality control. 2018. No. 1. P. 34–39.
13. Khromova L.G. Quality of the protein component of milk of highly productive Holstein cows of various ecogenesis. // Molochnokhozyaistvenny Vestnik. 2024. No. 2 (54). P. 113–127.
14. Khromova L. G. Miroshina S. E. Lactation function of Holstein first-calf heifers of various ecogenesis in conditions of intensive technology // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2022. No. 1 (57). P. 200–206. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-1-200-206.
15. Tepel A. Chemistry and physics of milk / Trans. from German. Edited by Candidate of Technical Sciences S. A. Filchakova. St. Petersburg: Profession, 2012. 832 p.

Информация об авторах

Наталья Викторовна Байлова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», тел.: 8 (920) 428-68-56, e-mail: bailova2013@yandex.ru, ORCID: 0009-0002-5088-2083

Любовь Георгиевна Хромова, доктор сельскохозяйственных наук профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», тел.: 8 (920) 225-07-35, e-mail: hromovva@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-0131-0578

Сергей Николаевич Семенов, кандидат ветеринарных наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», тел.: 8 (960) 138-66-73, e-mail: main@srd.vsau.ru, ORCID: 0000-0002-1133-4301

Иван Дмитриевич Шелякин, кандидат ветеринарных наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», тел.: 8 (950) 777-48-38, e-mail: 9507774838@mail.ru, ORCID: 0009-0008-7317-9262

Information about the authors

N.V. Bailova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, FSBEI HE "Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great", tel: 8-920-4283-68-56, e-mail: bailova2013@yandex.ru, ORCID: 0009-0002-5088-2083

L.G. Khromova, Doctor of Agricultural Science, Professor, FSBEI HE "Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great", tel.: 8-920-225-0735, e-mail: hromovva@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-0131-0578

S.N. Semenov, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, FSBEI HE "Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great", tel.: 8-960-138-66-73, e-mail: main@srd.vsau.ru, ORCID: 0000-0002-1133-4301

I.D. Sheliakin, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, FSBEI HE "Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great", tel.: 8-950-777-48-38, e-mail: 9507774838@mail.ru, ORCID: 0009-0008-7317-9262

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

Authors' contribution: all 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 26.08.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 26.08.2024; approved after reviewing 02.09.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 73-82
Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 73-82

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК 636.082:636.2.034
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.3.17.2024

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСЕМЕНЕНИЯ

**Людмила Федоровна Величко, Владимир Александрович Величко,
Дарья Владимировна Кобзарь**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: kubsau@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты использования разных способов осеменения телок: сексированным семенем и традиционным. Установлено, что в опытной группе родилось 75 % телочек, в контрольной – 48,9 %, что дает возможность выбирать лучших первотелок для воспроизводства маточного поголовья, а также продавать нетелей в другие хозяйства. Динамика роста телочек в группах была почти одинаковой. В среднем от рождения до 14 месяцев в группе, где осеменяли традиционным методом, среднесуточный прирост составил 985 г, что на 37 г меньше, чем в опытной группе. При одинаковом возрасте первое плодотворное осеменение (13,9–14,2 мес.) наступило живой массой телок в опытной группе была 466,5 кг, достоверно больше на 16,1 кг, чем в контрольной. Молочная продуктивность первотелок за 305 лактаций составила 1 1631,3 кг, превысив показатель традиционного осеменения на 496,3 кг. Показатели содержания жира, белка, лактозы, СОМО, плотности молока незначительно различались между группами животных. Расчет экономической эффективности использования при осеменении сексированным семенем показал, что за счет разницы в удое в 496,3 кг получена дополнительно прибыли на 1 корову 18 263,8 руб. Учитывая, что разница затрат на одно осеменение составила 3 090 руб. в пользу контрольной группы, получен чистый доход на одного животное – 15 173,8 руб.

Ключевые слова: сексированное семя, телки, коровы, бычки, молочная продуктивность, способ осеменения, прибыль.

Для цитирования: Величко Л. Ф., Величко В. А., Кобзарь Д. В. Продуктивность первотелок в зависимости от способа осеменения // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 73-82. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

**PRODUCTIVITY OF THE FIRST-CALF HEIFERS
DEPENDING ON THE METHOD OF INSEMINATION**

Liudmila F. Velichko, Vladimir A. Velichko, Daria V. Kobzar

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia, Krasnodar, e-mail: kubsau@mail.ru

Abstract. The article presents the results of using different methods of insemination of heifers: with sexed semen and traditional. It was found that 75% of heifers were born in the experimental group, and 48.9% in the control group, which made it possible to choose the best first-calf heifers for reproduction of breeding stock, as well as sell heifers to other farms. The growth dynamics of heifers in the groups was almost the same. On average from birth to 14 months in the group where the insemination method was traditional, the average daily gain was 985 g, which is 37 g less than in the experimental one. At the same age, the first productive insemination (13,9–14,2 months) occurred when the live weight of heifers in the experimental group was 466,5 kg, which was significantly more by 16,1 kg than in the control group. The milk yield of the first-calf heifers for 305 lactations was 11631,3 kg, which was 496,3 kg more than with traditional insemination. Parameters of fat, protein, lactose, nonfat milk solids, and milk density differed slightly between animal groups. The calculation of the economic efficiency of sexed semen use in insemination showed that due to the difference in milk yield of 496,3 kg, the additional profit per 1 cow was 18263,8 rubles. Considering that the difference in cost per insemination amounted to 3,090 rubles in favor of the control group, net profit per animal was 15173,8 rubles.

Key words: sexed semen, heifers, cows, bull-calves, milk yield, insemination method, profit.

For citation: Velichko L.F., Velichko V.A., Kobzar D.V. Productivity of the first-calf heifers depending on the method of insemination // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 73-82. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.3.17.2024

Введение. Производство молока в нашей стране является одним из важных направлений животноводства.

Общее количество крупного рогатого скота в России составляет около 17 млн голов, из них 8 млн голов – дойное стадо, где удой на 1 корову в промышленных комплексах составил в среднем 12–15 тонн в год. Внедрение инновационных технологий в повышение наращивания объёмов производства молока считается главным направлением развития АПК [14].

По состоянию на 1 января 2024 года в Краснодарском крае насчитывается 563,8 тыс. голов крупного рогатого скота, в том числе коров – 216,3 тыс. голов.

Краснодарский край занимает второе место в стране по производству молока во всех категориях хозяйств: результат – 1 млн 713,5 тыс. тонн.

В 2023 году удалось запустить уникальную программу по внедрению метода геномной селекции. К ее реализации подключено порядка 50 ферм и комплексов, объединенных в 9 племенных хозяйств, таких как учебно-опытное хозяйство «Краснодарское» Кубанского госагроуниверситета, АО фирма «Агрокомплекс» имени Н.И. Ткачева, АО «Родина», «Рассвет», «Виктория-Агро» и другие [15]. Голштинская порода на Кубани занимает третье место, что способствует увеличению производства молока на одну корову: 2022 год – 9 432 кг, 2023 год – 10 010 кг. Краснодарский край – один из крупнейших поставщиков молока в РФ, а в масштаба ЮФО его доля составляет свыше

40%. К 2030 году планируется увеличить производство молока в 1,4 раза, до 2 млн 175 тыс. тонн, а мяса скота и птицы (в живом весе) – до 807 тыс. тонн, на 40 % [1].

В учебно-опытном хозяйстве «Кубань» Кубанского ГАУ удой на одну корову вырос с 10 266 кг (2021 год) до 11 584 кг (2023 год), то есть на 12,8 % [2].

Рост производства молока за счет эффективного проявления генетического потенциала, совершенствования технологических факторов, способствующих проявлению высокой продуктивности животных, является актуальным как в России, так и Краснодарском крае. Поиск наиболее рациональных технологических приемов – использование сексированного семени [4].

Сексированное сперма – эякулят, взятый у быков-производителей, разделенный по полу на особей мужского и женского пола. Для увеличения ремонтного поголовья стада, а особенно в молочном скотоводстве, в настоящее время применение сексированного семени приобретает особую актуальность. Традиционные способы увеличения маточного поголовья не обеспечивают большой процент рождаемости телочек, тем самым замедляя скорость воспроизводства ремонтного молодняка для дойного стада [5].

Для молочного скотоводства было бы выгоднее, чтобы в потомстве у коров рождалось больше телочек, так как снижается продуктивное долголетие, в особенности воспроизводительных качеств импортированных коров. При традиционном осеменении возможен недостаток ремонтных телочек, необходимых для воспроизводства стада, поэтому использование сексированного семени в воспроизводстве молочного скота весьма актуально [7].

Интенсивное животноводство предполагает обновлять молочное стадо молодыми животными на 25–30 %, поэтому перед наукой и практикой всегда стояла задача получения в потомстве максимального количества телок. Одним из современных методов, применяемых в животноводстве, считается использование сексированного семени. Согласно научным данным, эффективность, получаемая от использования данной методики, составляет 65–95 % особей желательного пола. Однако анализ литературных данных показывает, что данный метод имеет как достоинства, так и недостатки, поэтому важно изучение влияния сексированного семени на воспроизводительные качества животных [6].

Переход на использование сексированного семени – огромный шаг в направлении повышения племенной ценности молочного стада в регионе. Та генетика, которую несет в себе сексированное семя, полученное от лучших быков мирового уровня, позволит увеличить продуктивность и срок продуктивного использования молочного стада, даст значительный генетический толчок, а значит, ценность животных возрастет [9].

По данным М.М. Коренева, сексированное семя дороже обычного с учетом затрат на осеменение, но повышает рентабельность хозяйства за счет увеличения валового производства молока. При использовании сексированного семени рождаемость телочек от коров находится в пределах 90–94 %, что способствует значительному увеличению поголовья ремонтного и маточного стада [8].

Как отмечает Т.В. Смердина, использование сексированного семени телок снижает оплодотворяющую способность в среднем на 22,4–33,4 %. Выход телят на 100 коров при использовании обычного сексированного семени насчитывает 42–48 %. Однако выход телочек от общего количества новорождённых телят почти в 1,5–1,8 раза больше при использовании сексированного семени. Сексированная сперма – это сперма, в которой фракции сперматозоидов, несущих X и Y, были модифицированы из естественной смеси посредством сортировки и отбора. Цель сексированной спермы – получение теленка определённого пола [11].

Сексированное семя может значительно увеличить маточное поголовье крупного рогатого скота и только при правильном использовании является эффективным методом, который может принести дополнительную прибыль хозяйству [12].

Проводимые исследования в ООО «Интеграл-Агро» показали, что внедрение осеменения сексированным семенем телок способствовало получению 92,8 % тёлочек, что на 43,9 % больше, чем неразделенным по полу, что позволило обеспечить ввод высокопродуктивных первотёлок в основное стадо коров и отказаться от закупки молодняка из других хозяйств. Молочная продуктивность первотелок, полученных от осеменения сексированным семенем, составила 12 023 кг, что на 732 кг больше, чем при традиционном. Экономический эффект от внедрения сексированного осеменения на одну корову – 26 996 руб. [3].

Широкое использование сексированной спермы позволяет больше выбирать самок, однако влияние на общую скорость генетических изменений является ограниченным, так как интенсивность отбора у самцов значительно выше, чем у самок. Только около 0,1 % всех бычков, рождённых ежегодно, будет использоваться в качестве производителей. Для производства достаточного количества ремонтных телок требуется не менее 60 % самок репродуктивного возраста [13].

Использование сексированного семени в нашей стране на сегодняшний момент положительно отражается на уровне получаемых телят нужного пола в хозяйстве. Не остается никаких сомнений, что использование сексированного семени станет одним из наиболее востребованных и перспективных направлений в молочном животноводстве в ближайшие годы [10].

Цель наших исследований – установление влияния разного способа осеменения на выход тёлочек и молочную продуктивность коров в условиях учебно-опытного хозяйства «Кубань».

При этом решались следующие задачи:

- изучить влияние разного способа осеменения на выход тёлочек;
- проанализировать молочную продуктивность первотелок, осеменённых неразделённым и сексированным семенем;
- оценить эффективность использования сексированного семени в условиях учебно-опытного хозяйства «Кубань».

Материал и методы исследований. Работа выполнялась на молочной ферме учебно-опытного хозяйства «Кубань» КубГАУ на телках голштинской породы в 2023-2024 гг. Подбор животных в опытные группы проводился по принципу пар-аналогов (по 20 голов в группе). В опытной применялось осеменение сексированным семенем, в контрольной – неразделённым по полу. В течение всего периода исследования подопытные животные находились в одинаковых условиях однотипного кормления и содержания, чтобы минимизировать влияние факторов, отличных от изучаемых показателей.

Молочную продуктивность (удой за 305 дней лактации) определяли по результатам каждой дойки с помощью программы Afimilk, используемой в хозяйстве. Содержание жира и белка в молоке измеряли ежемесячно в средних пробах от каждого животного, применяя при этом центрифугу «ОКА», методом Гербера. Сперму получали от быка TRENDSETTR линии Рефлексн Соверинг для обеих групп. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики.

По результатам проведенных исследований были определены экономические показатели эффективности использования сексированного семени в учебно-опытном хозяйстве «Кубань» Кубанского госагроуниверситета.

Результаты исследований и их обсуждение. Во многих высокопродуктивных стадах остро стоит вопрос получения большего количества тёлочек. Эффективное применение сексированного семени обеспечивает хозяйствам полную комплектацию собственным маточным поголовьем и позволяет реализовать тёлочек. В связи с этим изучение влияния разного способа осеменения на выход тёлочек является актуальным и своевременным (таблица 1).

Таблица 1

Результаты осеменения телок

Table 1

Results of insemination of heifers

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Осеменено, гол.	20	20
Мертворожденные телята, гол	1	–
Получено телят:	19	20
бычки, гол.	9	5
%	47,4	25,0
телочки, гол.	10	15
%	52,6	75,0
Расход спермодоз на 1 голову, млн/мл	1,5	1,8
Стоимость спермодозы, руб.	2 500	3 800

Полученные данные свидетельствуют о том, что в контрольной группе: мертворожденный – один бычок и живых – 9 голов (47,4 %), тогда как в опытной – 5 голов (25,0 %).

В контрольной группе рождено 10 тёлочек (52,6 %), а в опытной – 15 голов (75,0 %), то есть на 22,4 % больше. Изучен рост тёлочек, полученных при разных способах осеменения (таблица 2).

Таблица 2

Динамика роста тёлочек опытных групп

Table 2

Dynamics of the growth of heifers of experimental groups

Возраст, мес.	Группа					
	контрольная, n = 10			опытная, n = 15		
	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г	относительный прирост, %	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г	относительный прирост, %
При рождении	36,5±0,51	–	–	37,1±0,65	–	–
3	125,4±1,2	987	36,6	125,2±1,8	978	36,2
6	205,8±1,7	893	16,2	204,6±1,6	882	16,2
9	286,5±2,5	896	10,9	297,5±2,8	1 032	12,3
12	367,9±3,1	904	8,3	387,3±3,2	997	8,7
14	450,4±4,0	916	6,7	466,5±3,8	880	6,2
В среднем		985			1 022	

Телочки имели меньшую живую массу по сравнению с бычками, но так как при осеменении сексированным семенем процент случаев с тяжелыми отелами в 1,5–2 раза меньше относительно получения в приплоде бычков, то увеличиваются расходы на лечение, продлевается сервис-период первотелок.

При одинаковой технологии кормления и содержания подопытные животные развивались почти одинаково. Телочки опытной группы характеризовались большими среднесуточными приростами в 9 и 12 месяцев. В остальные периоды разница была не достоверна. В среднем за период выращивания в контрольной группе среднесуточный прирост составил 985 г., что на 37 г меньше, чем в опытной. Взвешивают телок до 14 месяцев, т.к. в этот период их осеменяли.

Молочная продуктивность зависит от многих факторов, в том числе от осеменения сексированным и неразделенным семенем.

При проведении исследований сравнили развитие, молочную продуктивность и качество молока первотелок, полученных при разных способах осеменения (таблица 3).

Возраст телок при первом плодотворном осеменении в группах был почти одинаков 14,2-13,9 месяцев, с разницей в 9 дней, а живая масса в опытной группе – больше на 16,1 кг ($P \geq 0,95$). Первотелки, осемененные сексированным семенем, после отела также опережали на 8,8 кг (1,4 %) коров, осемененных традиционно.

От первотелок контрольной группы за 305 дней лактации было получено 11 135,0 кг молока, что на 4,5 % меньше, чем в опытной группы ($P \geq 0,999$).

Скорость молокоотдачи была незначительной между животными.

Таблица 3

Развитие и молочная продуктивность первотелок

Table 3

Development and milk productivity of the first-calf heifers

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Возраст при первом плодотворном осеменении, мес.	14,2±0,05	13,9±0,08
Живая масса телок при первом осеменении, кг	450,4±4,0	466,5±3,8*
Живая масса телок после отела, кг	620,0±4,8	629,4±5,6
Удой за 305 дней лактации, кг	11135,0±21,6	11631,3±25,6***
Скорость молокоотдачи, кг/мин.	1,87±0,05	1,88±0,1
Содержание жира, %	3,75±0,02	3,8±0,1
Содержание белка, %	3,32±0,02	3,35±0,05
Содержание лактозы, %	5,06±0,04	4,94±0,03
Количество молочного жира, кг	417,6	441,9
СОМО, %	9,21	9,74
Плотность, А	29,5	30,1
Коэффициент молочности, кг	1794,2	1847,9

* $P \geq 0,95$; *** $P \geq 0,999$.

Содержание жира в молоке опытных животных выше на 0,05 %, что сказалось на увеличении количества молочного жира – 24,3 кг.

Разница по проценту белка и лактозы в молоке опытных животных оказалась небольшой.

Процент содержания сухого обезжиренного молочного остатка в молоке опытной группы выше на 0,53 %, а плотность – на 0,6 А, СОМО – показатель натуральности молока – не ниже 8,2 %.

Коэффициент молочности позволяет выявить лучших коров, дающих более полноценное молоко, а также свидетельствует о положительной взаимосвязи живой массы коров с удоем.

Полученные результаты исследований являются основанием для использования осеменения сексированным семенем телок в целях получения большего количества телочек, увеличения молочной продуктивности и, в конечном счете, повышения валового производства молока.

Обоснование экономической целесообразности использования сексированного семени проводилось с учетом зоотехнических и экономических показателей УОХ «Кубань» за 2021–2023 годы (таблица 4).

Таблица 4

Экономическое обоснование результатов исследований

Table 4

Economic justification of the research results

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Стоимость одной спермодозы, руб.	2 500	3 800
Кратность доз на одно осеменение	1,5	1,8
Затраты на одно плодотворное осеменение, руб.	3 750	6 840
Разница на осеменение, руб.	–	3 090
Удой за 305 дней лактации, кг	11 135,0	11 631,3
Разница в удое, кг	–	496,3
Цена реализации 1ц молока, руб.	36,80	36,80
Дополнительная прибыль на 1 голову, руб.	–	18 263,8
Чистый доход на 1 корову, руб.	–	15 173,8
Выход телочек, %	52,6	75,0

Данные таблицы 4 показывают: разница в стоимости спермодозы контрольной группы коров – 3 090 руб.; кратность доз на одно осеменение меньше на 0,3, в связи с чем и затраты были ниже, чем в опытной.

Разница в удое между группами составила 496,3 кг в пользу опытной, что в денежном выражении составило 18 263,8 руб. при цене реализации 1 ц молока 38,80 руб.

С дополнительной прибыли по удою отнимаем разницу затрат на одно плодотворное осеменение (3 090 руб.) и получаем чистый доход на одну корову (15 173,8 руб.).

При осеменении 20 голов животных в каждой группе выход телочек составил: в контрольной группе – 52,6 %, в опытной – на 22,4 % больше, что способствует увеличению количества ремонтного молодняка, отбору лучших животных в маточное стадо и даёт возможность отказаться от закупки телок из других племенных хозяйств.

Таким образом, внедрение осеменения телок сексированным семенем увеличивает выход телочек, валовый удой молока и улучшает экономическое состояние хозяйства.

Заключение. Установлено, что использование семени, разделенного по полу, позволяет получить больше телочек (75 %) по сравнению с традиционным семенем (52,6 %), что способствует выбору лучших первотелок для воспроизводства стада и возможности реализации нетелей в другие хозяйства. Молочная продуктивность перво-

телок при разных способах осеменения была различной и насчитывала 496,3 кг (4,5 %) в пользу опытной группы. Качественные показатели молока – жир, белок и лактоза – не имели достоверных различий. Экономический эффект от внедрения сексированного семени на одну голову, достигнутый за счет разницы удоев в контрольной и опытной группах, равен 15 173,8 руб. В целях повышения эффективности отрасли скотоводства целесообразно использовать сексированное семя на телках, приносящее дополнительный доход хозяйству.

Список источников

1. Величко Л. Ф., Давиденко Ю. Т. Проблемы с нарушением системы микроклимата в скотоводстве // Повышение производства продукции животноводства на современном этапе: сборник научных трудов по материалам межд. науч-практ конф, посвященной 95-летию кафедры частного животноводства. – Витебск: Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2022. С. 265–267.
2. Величко Л. Ф., Давиденко Ю. Г. Пути повышения продуктивности молочных коров через оптимизацию параметров микроклимата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар. 2022. № 176. С. 49–56.
3. Величко Л. Ф., Гудов Е. Е. Инновационный метод повышения производства молока в ООО «Интеграл-Агро» // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2021. № 1. С. 10–105.
4. Эффективность осеменения телок сексированным семенем / И. Дунин [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 3. С. 9–11.
5. Егiazарян А. В., Лантух Н. М. Опыт работы с сексированным семенем в России и за рубежом // Молочное и мясное скотоводство. № 1. 2016. С. 6–8.
6. Землянухина Т. Н., Смердина Т. В. Влияние сексированного семени на воспроизводительные качества коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета // 2018. № 9. С. 96–102.
7. Костомахин Н. М. Основы производства молока // Венгрия, г. Буди, Рада Пуста: Хунланд Трейд Кфт. 2011. 62 с.
8. Коренев М. М., Фураева Н. С., Зверева Е. А., Воробьева С. С. Использование сексированного семени быков-производителей в осеменении телок молочных пород // Молочное и мясное скотоводство. 2019. №8. С. 10–12.
9. Лысун Д. Д., Березевский Д. Д. Сексированная сперма // Зоотехния. 2017. № 6. С. 35.
10. Никулин Д. М. Эффективность применения сексированного семени в молочном животноводстве // Нивы Зауралья. 2019. № 11 (122). С. 10–12.
11. Смердина Т. В. Влияние сексированного семени на воспроизводительные качества коров // Зоотехния. 2019. № 3. С. 5–7.
12. Усенко В. В., Кощаев А. Г., Лихоман А. В., Литвинов Р. Д. Опыт и перспективы использования сексированного семени для увеличения поголовья молочных коров Кубани // Научный журнал КубГАУ. № 101. 2014. С. 10–15.
13. Холодков С. А. Современные методы воспроизводства крупного рогатого скота // Молочная промышленность. 2019. № 4. С. 51.

14. Хорошевская Л. В., Горлов И. Ф. Эффективность современных технологий производства молочной продукции на современных молочных комплексах // Эффективное животноводства. 2023 .№ 09. С. 69–71.

15. Эйснер Ф. Ф., Омеляненко А. А., Шаповалов Ю. Д. Воспроизводство стада на молочных фермах индустриального типа. М.: Колос. 2018. 203 с.

References

1. Velichko L. F., Davidenko Yu. T. Problems with violation of the microclimate system in cattle breeding // Increasing the production of livestock products at the present stage: a collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the Department of small animal science. – Vitebsk: Educational institution “Vitebsk Order “Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine”, 2022. P. 265–267.

2. Velichko L. F., Davidenko Yu. G. Ways to increase the productivity of dairy cows through optimization of microclimate parameters // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. / Krasnodar. 2022. No. 176. – P. 49–56.

3. Velichko L.F., Gudov E.E. Innovative method of increasing milk production in LLC “Integral-Agro” // Bulletin of Don State Agrarian University. Persianovsky. 2021. No. 1. P. 10–105.

4. Dunin I. Efficiency of insemination of heifers with sexed semen / I. Dunin [et al.] // Dairy and beef cattle farming. 2021. No. 3. P. 9–11.

5. Egiazarian A.V., Lantukh N. M. Experience in working with sexed semen in Russia and abroad / A.V. Egiazaryan // Dairy and beef cattle farming. No.1. 2016. P. 6–8.

6. Zemlianukhina T. N., Smerdina T.V. Influence of sexed semen on the reproductive qualities of cows // Bulletin of Altai State Agricultural University // 2018. No. 9. P. 96–102.

7. Kostomakhin N. M. Fundamentals of milk production // Hungary, Budi, Rada Pusta: Hunland Trade Kft. 2011. 62 p.

8. Korenev M. M., Furaeva N. S., Zvereva E. A., Vorobeva S. S. Use of sexed semen of servicing bulls in insemination of dairy heifers. // Dairy and beef cattle farming. 2019. No. 8. P.10–12.

9. Lysun D. D., Berezevskii D. D. Sexed semen // Zootechniya. 2017. No. 6. P. 35

10. Nikulin D. M. Effectiveness of the use of sexed semen in dairy farming // Fields of Trans-Urals. 2019. No. 11 (122). P. 10–12.

11. Smerdina T. V. Influence of sexed semen on the reproductive traits of cows // Zootechniya. 2019. No. 3. P. 5–7.

12. Usenko V. V., Koshchaev A. G., Likhoman A. V., Litvinov R. D. Experience and prospects of using sexed semen to increase the number of dairy cows in Kuban / V. V. Usenko, // Scientific Journal of KubSAU. No. 101. 2014. P.10–15.

13. Kholodkov S. A. Modern methods of cattle reproduction // Dairy industry. 2019. No. 4. P. 51.

14. Khoroshevskaya L.V., Gorlov I.F. Efficiency of modern technologies of milk production at modern dairy farms // Effective Animal Husbandry. 09. 2023. P. 69–71.

15. Eisner F. F., Omelianenko A. A., Shapovalov Yu. D. Reproduction of the herd on industrial dairy farms // M.: Kolos. 2018. 203 p.

Сведения об авторах

Людмила Федоровна Величко, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии и свиноводства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: 8-918-177-78-94, e-mail: velichko_82@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5081-9378

Владимир Александрович Величко, доцент кафедры частной зоотехнии и свиноводства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел.: 8-988-489-28-23, kubsau@mail.ru, ORCID:0000-0002-2527-250X

Дарья Владимировна Кобзарь, студентка 4-го курса факультета зоотехнии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», тел. 8-965-465-16-11, e-mail: stud.kubsau@mail.ru

Information about the authors

L. F. Velichko, Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Small Animal Science and Pig Breeding, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", tel. 8-918-177-78-94, e-mail: velichko_82@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5081-9378

V. A. Velichko, Associate Professor of the Department of Small Animal Science and Pig Breeding, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", tel. 8-988-489-28-23, kubsau@mail.ru, ORCID:0000-0002-2527-250X

D. V. Kobzar, 4th year student of the Faculty of Animal Science, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", tel. 8-965-465-16-11, e-mail: stud.kubsau@mail.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 18.07.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 18.07.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 83-92
Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 83-92

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.32/.38.033

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.3.17.2024

МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА ОВЕЦ ПОРОДЫ РОССИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС И ИХ АССОЦИАЦИЯ С ГЕНОМ CAST (КАЛЬПАСТАТИН)

**Нина Ивановна Ефимова, Арслан Ахметович Омаров,
Светлана Николаевна Шумаенко**

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

Аннотация. В стаде популяции овец породы мясо-шерстного направления продуктивности (российский мясной меринос) изучались генотипирование и мясная продуктивность. Эксперимент проводился на базе племенного хозяйства Ставропольского края, Арзгирского района, КПЗ имени Ленина. Изучалась взаимосвязь полиморфизмов гена CAST с качественными характеристиками мяса этих животных. Вследствие чего в локусе гена мясности CAST (кальпастатин) установлена частота встречаемости аллелей и генотипов, а также их ассоциация с показателями мясной продуктивности, морфологическим составом туш и развитием внутренних органов. Целью наших исследований было показать генетическую ассоциацию полиморфизма гена мясности (CAST) с мясной продуктивностью овец. Объектом наших исследований стал молодняк овец в количестве 100 голов. Вначале эксперимента проведено генотипирование популяции овец, а затем контрольный убой животных. При осуществлении научных исследований полиморфизма гена CAST (кальпастатина) обнаружена следующая частота распределения генотипов: особей с аллелями MM гомозиготного варианта – 67,0 %, а с аллелями MN – всего 33,0 %. Обнаружено, что у обследуемой популяции животных отсутствовал гомозиготный генотип NN. При анализе полученных результатов контрольного убоя баранчиков выявлено, что носители с гетерозиготным MN генотипом превышали показатели по живой массе на 2,4 % гомозиготных аллелей MM-генотипа. Также выше на 4,2 % у них оказались масса парной туши и убойная масса. Закономерность, нами обнаруженная, нашла свое превосходство и в высоком убойном выходе, превосходящем на 1,2 абс. процента особей – носителей гомозиготного генотипа MM. Полученные научные данные показали, что у мясо-шерстной популяции овец присутствие гетерозиготного MN-генотипа оказывает на качество и количество мяса положительное влияние. С целью повышения мясной продуктивности овец породы российский мясной меринос мясо-шерстного направления продуктивности следует проводить генотипирование с использованием генетических маркеров и выявлять животных с желательным генотипом.

Ключевые слова: овцы, порода, генотип, ген, аллель, полиморфизм, продуктивность, коэффициент мясности.

Для цитирования: Ефимова Н.И., Омаров А.А., Шумаенко С.Н. Мясные качества овец породы российский мясной меринос и их ассоциация с геном CAST (кальпастатин) // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 83-92.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

MEAT QUALITIES OF RUSSIAN MEAT MERINO SHEEP AND THEIR ASSOCIATION WITH THE CAST GENE (CALPASTATIN)

Nina I. Efimova, Arslan A. Omarov, Svetlana N. Shumaenko

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

Abstract. Genotyping and meat productivity were studied in a flock of a sheep population of the meat and wool breed (Russian Meat Merino). The experiment was conducted on the basis of a breeding farm of the Stavropol Territory, Arzgirsky District, Lenin Collective Breeding Farm. The relationship between the polymorphisms of the CAST gene and the quality characteristics of the meat of these animals was studied. As a result, the frequency of alleles and genotypes was established in the locus of the CAST (calpastatin) meatiness hormone gene, as well as their association with meat productivity characteristics, carcass morphology, and internal organs development. The aim of our research was to show the genetic association of the meatiness gene polymorphism (CAST) with meat productivity of sheep. The object of our research was 100 young sheep. At the beginning of the experiment, genotyping of the sheep population was carried out, and then a control slaughter of animals. During the scientific research of the CAST (calpastatin) gene polymorphism, the following genotype distribution frequency was found: animal units with the MM alleles of the homozygous variant – 67,0 %, and with the MN alleles – only 33,0 %.

It was found that the examined animal population did not have the homozygous NN genotype. When analyzing the obtained results of the control slaughter of young rams, it was found that carriers with the heterozygous genotype exceeded the live weight parameters by 2,4 % of the homozygous alleles of the MM genotype. They also had 4.2 % higher hot carcass weight and slaughter weight. The pattern we discovered also found its superiority in the high slaughter yield, exceeding by 1,2 abs. percent of animal units – carriers of the homozygous MM genotype. The obtained scientific data showed that the presence of the heterozygous MN genotype in the meat and wool sheep population had a positive effect on the quality and quantity of meat. In order to increase the meat productivity of the meat and wool sheep of the Russian Meat Merino breed, genotyping should be carried out using genetic markers and animals with the desired genotype should be identified.

Key words: sheep, breed, genotype, gene, allele, polymorphism, productivity, meat ratio.

For citation: Efimova N.I., Omarov A.A., Shumaenko S.N. Meat qualities of Russian Meat Merino sheep and their association with the CAST gene (calpastatin) // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 83-92. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.3.17.2024

Введение. Весьма актуальным в современных экономических условиях является рациональное использование племенных ресурсов, требуя при этом для ее решения применения все более новых и современных методов ведения селекционной работы и путей их совершенствования. Ведение селекции путем систематического отбора и подбора животных, использование при этом традиционных методов не позволяют эффективно ее вести. В современном мире, чтобы ускорить генетический прогресс желательных тех или иных селекционных признаков животных, необходимо разработать стратегический подход к ведению селекционной работы, применяя генетические методы ДНК-маркеров. Научно доказано, что главные хозяйственнополезные признаки у овец закладываются при помощи аддитивных (суммарных) генов, а процесс отбора всего генома в целом играет существенную роль в гарантии и стабильности отбора, исключая их повтор в последующем поколении, используя при этом ДНК-маркеры [1].

Весьма важным фенотипическим показателем туши является качественный и количественный состав мяса, что делает его для человека очень полезным. Качеству мяса в мясной промышленности уделяется достаточно большое внимание. Важным показателем его считается состав жирных кислот. Их присутствие определяет качество мяса, так как они влияют на различные заболевания людей: различные формы ожирения, высокое содержание сахара в крови, онкологические и неврологические заболевания. Кроме этого, количественный состав в мясе жирных кислот влияет на цвет и нежность, а также на срок годности и его хранение [2].

На процесс развития мускулатуры организма животного большое влияние оказывают различные биологически активные вещества, такие как витамины, ферменты и гормоны, важнейший из которых ген мясности CAST (кальпаастатин) [3]. У большинства пород овец является полиморфным и находится в локусе 5q15 хромосомы 5-го генома овцы (*Ovisaries*). При развитии и формировании мышечной массы у животных требуется высокая активность кальпаастатина, но после убоя активность его остается очень низкой, что способствует образованию постного мяса высокого качества. В активности регуляции ему отводят главную роль: он берет на себя основную функцию модулятора белкового обмена в клетке, способствующего протеолизу миофибрилл, регулирующего деградацию белка, развитие и рост мышечной ткани, а также влияющего на степень и скорость созревания мяса, происходящие в мясе после забоя [4]. В целом ген CAST (кальпаастатин) влияет на такие экономически важные признаки, как мраморность мяса, достаточное количество влаги, что делает его нежным и ароматным на вкус. Наряду с этими качествами мяса, данный ген еще увеличивает его количество. В процессе проведения исследований нами была обнаружена определенная взаимосвязь гена CAST с мясной продуктивностью. По литературным данным, при проведении дегустационной оценки мяса эдильбаевских баранчиков, полученных от гетерозиготных генотипов АВ, животные показали высокие органолептические свойства мяса в сравнительном аспекте с гомозиготным АА генотипом по гену (GH). – гормону роста. По мясным качествам генотип АВ гена CAST у эдильбаевских овец установлен как желательный признак [5]. Китайские ученые при проведении исследований выявили четкую корреляцию между генотипами по гену CAST и различными показателями качества мяса у отдельных пород овец ($r=0,31-0,43$), что дает право использования гена CAST (кальпаастатина) в качестве маркера для улучшения качественных показателей мяса овец, разводимых в Китае [6]. Для контроля разведения домашних животных, особенно скота, его можно рассматривать как потенциальный ген [7].

Цель исследований – показать, как влияет ген CAST (кальпастатин) на показатели количественных и качественных изменений мяса овец, а также по каким параметрам и в каком направлении вести селекцию в тонкорунном мясо-шерстном овцеводстве, которая даст положительный эффект этой отрасли.

Материал и методы исследований. Полиморфизм гена мясности CAST и выявление генотипов в стаде популяции тонкорунной породы овец РММ выполнялись в сельскохозяйственном производственном кооперативе колхоза-племзавода имени Ленина Арзгирского района методом выделения ДНК из крови, взятой у молодняка овец в количестве 100 образцов. Все исследования проводились научными сотрудниками во ВНИИОК – филиале ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», непосредственно в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий согласно прилагаемым инструкциям [8].

Мясную продуктивность изучали путем проведения контрольного убоя опытных животных по 5 голов разных генотипов в 11-месячном возрасте согласно рекомендации «Методика оценки мясной продуктивности овец», Ставрополь, 2009 г. [9]. В ходе проведения исследований мясной продуктивности овец нами были изучены следующие показатели: живая масса животного перед убоем, масса парной туши, внутренний жир и его масса, убойные масса и выход туши, состав туш морфологический и сортовой, внутренние органы – масса желудка без содержимого, масса внутренних органов (печень, почки, лёгкие с трахеей, сердце, селезёнка), выделенная кровь и ее масса, длина кишечника тонкого и толстого отделов.

При сортовой и морфологической разрубке туш проходила их обвалка согласно действующему ГОСТу Р-52843-2007 «Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах», были изучены количественные и качественные показатели мяса с расчетом коэффициента мясности [10–12].

Результаты исследований и их обсуждение. Количественное и качественное формирование мясной продуктивности животных, а также их рост и развитие зависит непосредственно от многих причин, таких как порода, генотип и фенотип, уровень кормления и условия содержания. При использовании современных методов и приемов отбора животных, основанных на применении генетических маркеров, можно добиться весьма высоких показателей мясной продуктивности в отрасли овцеводства. В последние годы применение в животноводстве геномной селекции позволило нарастить не только мышечную массу животных, но увеличить выход самой туши, а также уменьшить отложение жира на некоторых ее частях [13,14].

Вначале эксперимента осуществили генотипирование популяции овец, а затем контрольный убой животных. При проведении научных исследований полиморфизма гена CAST (кальпастатина) обнаружена следующая частота распределения генотипов, больше всего особей оказалось с аллелями ММ гомозиготного варианта – 67,0 %, а с аллелями MN генотипа – всего 33,0 %.

Для того чтобы определить и выявить ассоциативную связь полиморфизма гена CAST с мясной продуктивностью, нами был осуществлен контрольный убой молодняка овец породы РММ различных генотипов.

При анализе полученных данных после контрольного убоя по гену мясности CAST нами выявлено преимущество, на 2,4 %, по предубойной живой массе носителя гетерозиготного генотипа MN над гомозиготными ММ животными. Помимо этого, у них оказались немного выше, на 4,2 %, показали по убойной массе и парной туши, в сравнении с ММ-генотипом. У всех исследуемых животных особых различий не выявлено по массе внутреннего жира. Обнаруженная закономерность нашла также свое от-

ражение у туш с генотипом MN и в высоком убойном выходе, который был выше на 1,2 абс. процента изучаемого параметра гомозиготного носителя MM-генотипа (таблица 1).

Таблица 1

Мясные показатели баранчиков породы РММ с различными генотипами по гену CAST

Table 1

Meat qualities of young rams of RMM breed with different genotypes for the CAST gene

Показатель	Генотип	
	MM	MN
Живая масса перед убоем, кг	50,1±0,27	51,3±0,41
Масса парной туши, кг	21,2±0,16	22,1±0,19
Масса внутреннего жира, г	0,337	0,356
Убойная масса, кг	21,54±0,23	22,45±0,17
Убойный выход, %	42,9	43,8

При изучении морфологического и сортового составов по массе полутуш, лопаточно-спинного и тазо-бедренного отрубам обнаружены межгрупповые различия при их обвалке. Особи с генотипом MN превосходили MM-генотип по перечисленным параметрам на 4,7 % ($P<0,1$); 6,2 % ($P<0,1$) и 4,8 % ($P<0,05$) соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Результаты обвалки полутуш овец разных генотипов

Table 2

Results of deboning half carcasses of sheep of different genotypes

Показатель	Генотип	
	MM	MN
Масса полутуши, кг	10,6	11,1
Лопаточно-спинной отруб, кг:		
мякоть	4,8	5,1
кость	3,5	3,7
Поясничный отруб, кг:		
мякоть	1,3	1,4
кость	1,3	1,32
Тазобедренный отруб:		
мякоть	1,1	1,11
кость	0,2	0,21
Зарез, кг		
мякоть	3,35	3,51
кость	2,85	2,99
Зарез, кг	0,50	0,52
мякоть	0,24	0,30
кость	0,14	0,17
Задняя голяшка, кг:		
мякоть	0,10	0,13
кость	0,57	0,54
Предплечье, кг:		
мякоть	0,33	0,36
кость	0,24	0,18
Предплечье, кг:		
мякоть	0,33	0,32
кость	0,19	0,20
кость	0,14	0,12

Основным показателем мясной продуктивности туши можно считать соотношение мякоти и костей, по которому также судят об упитанности животного [15]. Следовательно, следующий этап исследований нацелен на изучение сравнительной оценки морфологического и сортового состава туш. У исследуемых животных показатели выхода отрубов особо не носили межгрупповых различий, но по содержанию мяса мякоти отмечена разница: генотипы MN превосходили сверстников ММ-генотипа на 5,2%. При подсчете коэффициента мясности преимущество находилось на стороне животных с генотипом MN, опережавших на 1,8 % своих сверстников с ММ-генотипом [16].

Таблица 3

Сортовой и морфологический состав мышечной ткани овец породы РММ
с различными генотипами гена CAST

Table 3

Sort and morphological composition of muscle tissue of RMM sheep breed with different
genotypes of the CAST gene

Показатель	Генотип	
	ММ	MN
Выход отрубов I сорта, %	89,2	89,5
Выход отрубов II сорта, %	10,8	10,5
Масса мышечной ткани, кг	8,11±0,15	8,53±0,11
Выход мышечной ткани, %	76,5	76,8
Масса костей, кг	2,48±0,06	2,56±0,08
Выход костей, %	23,4	23,1
Коэффициент мясности	3,27	3,33

Анализ интерьерных показателей морфологических параметров мяса выявил: лучшими характеристиками и степенью их развития обладали животные гетерозиготного MN-генотипа по сравнению с гомозиготным ММ (таблица 4).

В период контрольного убоя животных масса вытекшей крови у варианта MN-генотипа оказалась больше на 6,8%, в отличие от гомозиготного генотипа ММ. Присутствие в геноме исследуемых овец аллеля N показывает большой размер сердца, следовательно, и его массу. Преимущество в сравнительном аспекте с ММ-генотипом составило 6,1 %. В наших исследованиях весьма лучшим развитием характеризовались и другие внутренние органы, такие как легкие, селезенка, печень и почки. Все они по массе превышали гомозиготных животных на 4,3; 3,8; 4,7 и 2,8 % соответственно. Развитие желудочно-кишечного тракта изучаемой породы овец, в зависимости от полиморфизма гена CAST, указывает на лучшее развитие особей с аллелем N.

Таблица 4

Интерьерные показатели молодняка овец породы РММ

Table 4

Interior parameters of young sheep of RMM breed

Показатель	Генотип	
	ММ	MN
Масса вытекшей крови, кг	1,47	1,57
Масса сердца, г	171,6	182,0
Масса легких с трахеей, г	716,0	746,6
Масса селезенки, г	154,0	159,8
Масса печени, г	643,4	674,8
Масса почек, г	160,1	164,6
Масса желудка без содержимого, кг	2,02	2,25
Длина тонкого кишечника, м	28,2	28,6
Длина толстого кишечника, м	6,34	6,66
Общая длина кишечника, м	34,54	35,26

Заключение. В период проведения экспериментальных исследований в ведущем племенном хозяйстве, где разводят породу овец РММ, получены впервые новые данные о полиморфизме гена мясности (CAST) в стаде овец данной породы. Констатируя вышеизложенное, следует отметить, что превосходство носителей гетерогизотного MN генотипа над их сверстниками с гомозиготным генотипом ММ по предубойной живой массе составило 2,4 %. Масса парной туши и убойная масса также оказались значительно выше. Закономерность, выявленная нами, нашла свое превосходство и в высоком убойном выходе, превосходящем на 1,2 абс. процента особей с гомозиготным генотипом ММ. Полученные научные данные показали, что присутствие аллеля N у овец мясо-шерстных пород положительно влияет на количественные и качественные показатели мясной продуктивности.

С целью повышения мясной продуктивности овец породы российский мясной меринос мясо-шерстного направления продуктивности следует проводить генотипирование с использованием генетических маркеров и выявлять животных с желательным генотипом, что будет способствовать дальнейшему повышению эффекта селекции.

Список источников

1. Полиморфизм гена соматотропина (GH) и его взаимосвязь с показателями роста у мясо-шерстных овец / Л.Н. Скорых, И.О. Фомина, Д.А. Ковалев // Зоотехния. 2020. №10. С. 6–8. DOI: 10.25708/ZT.2020.33.80.002.
2. Исследование полиморфизма генов соматотропина и лептина у северокавказской мясошерстной породы / Л.Н. Скорых, Д.А. Ковалев, Н.С. Сафонова, А.А. Омаров // Ветеринария и кормление. 2020. №1. С. 37–39. DOI: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2020-1-9.
3. Мясная продуктивность молодняка эдильбаевских овец / А.М. Довлетова, Б.Б. Трайсов, К.Г. Есенгалиев, Ю.А. Юлдашбаев, К.А. Куликова и др. // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. №4. С. 24–25.
4. Методы ПЦР-ПДРФ генов CAST, IGBP-3 bGDF9 в исследовании овец тувинской короткожирнохвостой породы / Ю.А. Юлдашбаев, К.А. Куликова, М.И. Донган, Л.А. Ка-

- лашников и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. №2. С. 153–163. DOI: 10.26897/0021-34ZX-2018-2-153-163.
5. Хозяйственно-полезные качества и биологические особенности овец, полученных от скрещивания пород калмыцкая курдючная и дорпер в условиях аридной зоны Калмыкии / В.А. Погодаев, Н.В. Сергеева, Ю.А. Юлдашбаев, А.И. Ерохин, Е.А. Карасев, Т.А. Магомадов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. Вып. 4. С. 58–76. (ISSN 0021- 342X. DOI 10.34677/0021-342x-2019-4-58-76).
6. Методические рекомендации. Изучение и проведение ДНК-тестирования сельскохозяйственных животных по генам, определяющим продуктивные качества: / З. К. Гаджиев, Е. С. Суржикова, Т. Н. Михайленко, Д. Д. Евлагина // Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью фирма "Ставрополь-сервис-школа", 2022. 78 с.
7. Методические рекомендации по применению генетических тестов в селекции овец и коз / Л.Н. Чижова, М.И. Селионова, В.В. Абонеев, Л.В. Ольховская и др. // Ставрополь: ГНУ СНИИЖК. 2005. 45 с.
8. Геномные технологии для животноводства / Н.А. Минакова // Наука и инновации. 2021. №8. С. 4–8.
9. Генетическая ассоциация полиморфизма гена гормона роста (GH) с продуктивностью овец южной мясной породы / А.Я Куликова // Овцы, козы, шерстяное дело. №2. 2023. С. 30–33. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-2-30-33.
10. Ассоциация между полиморфизмом гена гормона роста и параметрами мясной продуктивности у овец породы советский меринос / Л.Н. Скорых, Н.С. Сафонова, Н.И. Ефимова // Овцы, козы, шерстяное дело. 2022. №2. С. 15–17. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-15-17.
11. Pogodaev V.A., Kononova L.V., Aduchiev B.K. Polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in sheep of the Kalmyk short-tailedbreed and cross breeds ($\frac{1}{2}$ Kalmyk short-tailed+ $\frac{1}{2}$ dorper) // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019. №3 (47). P.141–145.
12. Vladimir Pogodaev, Bator Aduchiev, Lydia Kononova, Maya Aslanukova and Irina Kardanova Features of polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in young sheep, obtained from crossing ewes of Kalmyk fat-rumpedsheeps and dorper rams// E3S Web of Conferences 175, 03020 (2020) INTERAGROMASH, 2020. <https://doi.org/1051e3sconf/202017503020>.
13. Pogodaev V. A., Arilov A. N., Aduchiev B. K., KomlatskyV. I., Edgeev V.U. Economic - Useful and Biological Features of Dorper Breeds into Adaptation Period to Arid Conditions the South Of Russia. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences . November–December 2017. RJPBCS 8(6). Page No. 515–519.
14. Pogodaev V.A., A.N. Arilov, N.V. Sergeeva Biochemicalblood parameters of Dorpersheep during theperiod of adaptationtonatural and climaticconditions // Proceedings of the St. PetersburgStateAgrarianUniversity. 2017. №1(46). Pp.112–116.

References

1. Somatotropin (GH) gene polymorphism and its relationship with growth performance in meat and wool sheep / L.N. Skorykh, I.O. Fominova, D.A. Kovalev // Zootechniya. 2020. No.10. P. 6–8. DOI: 10.25708/ZT.2020.33.80.002.
2. Study of polymorphism of somatotropin and leptin genes in the North Caucasian meat and wool breed / L.N. Skorykh, D.A. Kovalev, N.S. Safonova, A.A. Omarov // Veterinaria i kormlenie. 2020. No.1. P. 37–39. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-9.
3. Meat productivity of young Edilbaev sheep / A.M. Dovletova, B.B. Traisov, K.G. Yesengaliev, Y.A. Yuldashbaev, K.A. Kulikova et al. // Sheep, goats, wool business. 2018. No.4. P. 24-25.
4. PCR-RFLP methods of CAST, IGBP-3 bGDF9 genes in the study of sheep of Tuva short fat-tailed breed / Yu.A. Yuldashbaev, K.A. Kulikova, M.I. Dongan, L.A. Kalashnikova et al. // Izvestiya of Timiryazev agricultural academy. 2018. No.2. P. 153–163. DOI: 10.26897/0021-34ZX-2018-2-153-163.
5. Economically useful qualities and biological features of sheep obtained from crossing Kalmyk fat-tailed and Dorper breeds in the conditions of the arid zone of Kalmykia / V.A. Pogodaev, N.V. Sergeeva, Yu.A. Yuldashbaev, A.I. Erokhin, E.A. Karasev, T.A. Magomadov // Izvestiya of Timiryazev agricultural academy. 2019. Issue.4. P. 58-76. (ISSN0021-342X.DOI10.34677/0021-342x-2019-4-58-76).
6. Methodological recommendations. The study and conduct of DNA testing of farm animals by genes that determine productive qualities: / Z. K. Gadzhiev, E. S. Surzhikova, T. N. Mikhailenko, D. D. Evlagina // Stavropol : Stavropol-service-School Limited Liability Company, 2022. 78 p.
7. Methodical recommendations on application of genetic tests in sheep and goat breeding / L.N. Chizhova, M.I. Selionova, V.V. Aboneev, L.V. Olkhovskaya et al. // Stavropol: SSI Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production. 2005. 45 p.
8. Genomic technologies for animal breeding / N.A. Minakova // Science and Innovations. 2021. No.8. P. 4–8.
9. Genetic association of growth hormone (GH) gene polymorphism with productivity of sheep of southern meat breed / A.Ya. Kulikova // Sheep, goats, wool business. No. 2. 2023. P. 30–33. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-2-30-33.
10. Association between growth hormone gene polymorphism and parameters of meat productivity in sheep of Soviet Merino breed / L.N. Skorykh, N.S. Safonova, N.I. Efimova // Sheep, goats, wool business. 2022. No.2. P. 15–17. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-15-17.
11. Pogodaev V.A., Kononova L.V., Aduchiev B.K. Polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in sheep of the Kalmyk short-tailed breed and cross breeds ($\frac{1}{2}$ Kalmyk short-tailed + $\frac{1}{2}$ dorper) // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019. №3 (47). P.141–145.
12. Vladimir Pogodaev, Bator Aduchiev, Lydia Kononova, Maya Aslanukova and Irina Kardanova Features of polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in young sheep, obtained from crossing ewes of Kalmyk fat-rumped sheep and dorper rams // E3S Web of

Conferences 175, 03020 (2020) INTERAGROMASH, 2020.

<https://doi.org/1051e3sconf/202017503020>.

13. Pogodaev V. A., Arilov A. N., Aduchiev B. K., Komlatsky V. I., Edgeev V. U. Economic - Useful and Biological Features of Dorper Breeds into Adaptation Period to Arid Conditions the South Of Russia. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences . November–December 2017. RJPBCS 8(6). Page No. 515–519.

14. Pogodaev V. A., A. N. Arilov, N. V. Sergeeva Biochemical blood parameters of Dorper sheep during the period of adaptation to natural and climatic conditions // Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University. 2017. №1(46). Pp. 112–116.

Информация об авторах

Нина Ивановна Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства, тел.: +7 (909) 753-39-99, e-mail: efimova.60@mail.ru, ORCID 0000-0002-2328-0805

Арслан Ахметович Омаров, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства, тел.: +7 (906) 490-72-96, e-mail: omarov1977@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9484-6178

Светлана Николаевна Шумаенко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства, тел.: +7 (962) 432-72-50, e-mail: shumaenko71@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2113-5740

Information about the authors

N. I. Efimova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the laboratory of Sheep Breeding with a Goat Breeding and Shepherd Dog Breeding Sector, tel.: +79097533999, e-mail: efimova.60@mail.ru, ORCID 0000-0002-2328-0805

A. A. Omarov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the laboratory of Sheep Breeding with a Goat Breeding and Shepherd Dog Breeding Sector, tel.: +79064907296, e-mail: omarov1977@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9484-6178

S. N. Shumaenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the laboratory of Sheep Breeding with a Goat Breeding and Shepherd Dog Breeding Sector, tel.: +79624327250, e-mail: shumaenko71@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2113-5740

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 14.08.2024; одобрена после рецензирования 23.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 14.08.2024; approved after reviewing 23.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 93-103
Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 93-103

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 637.623:667.31

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.3.17.2024

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЕРСТИ БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПЛЕМЕННЫХ ХОЗЯЙСТВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Юрий Анатольевич Колосов¹, Николай Иванович Белик²,
Вильдан Вазехович Зелятдинов²**

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, e-mail: dongau@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», Московская область, г. Пушкино, поселок Лесные Поляны, e-mail: vniiple@mail.ru

Аннотация. Конкурентоспособность мериносовой шерсти на мировом и внутреннем рынках определяется выраженностью основных физико-технических свойств и их соответствием требованиям перерабатывающей промышленности. Знание и учет параметров производимой шерсти необходимы для сбалансированной работы всех звеньев шерстяного комплекса, причем важно, чтобы сведения о свойствах шерсти были получены на основе инструментальной оценки. В связи с этим целью работы стало получение информации о тонине, длине и извитости шерсти племенных баранов Ростовской области как важных селекционируемых признаках шерсти, имеющих значение и в технологии ее переработки. Наличие такой информации имеет значение для разработки программ селекционно-племенной работы в стадах пород овец региона, а ее анализ позволит получить сведения о фенотипическом разнообразии важнейших признаков тонкой шерсти, а также о целесообразности коррекции подобного разнообразия в том или ином направлении. Экспериментальные исследования проводились на овцах пород волгоградская и советский меринос в 2022 году в хозяйствах «Мир», «Подгорное», «Первомайский» и «Элита» Ремонтненского района, а также «РЗК ПР «Ресурс» Милютинского района Ростовской области. Установлено, что по длине шерсти бараны соответствуют или превышают требования стандарта породы. Особенностью популяции является отсутствие линий длинношерстных животных. Отмечен высокий уровень изменчивости извитости шерсти, который варьировал в широких пределах. Вариабельность диаметра шерсти зафиксирована у советских мериносов в интервале от 16,7 до 29,7 мкм, а у баранов волгоградской породы – от 21,0 до 30,4 мкм. Сделан вывод о существовании приоритетной селекции на мясную продуктивность при сохранении соответствия производителей классификационным требованиям к породам по шерстной продуктивности.

Ключевые слова: тонкая шерсть, диаметр шерсти, длина шерсти, извитость шерсти, комфорт фактор

Для цитирования: Колосов Ю.А., Белик Н.И., Зелятдинов В.В. Характеристика основных физико-технических свойств шерсти баранов-производителей племенных хозяйств Ростовской области // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 93-103. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

CHARACTERISTICS OF THE MAIN PHYSICAL AND TECHNICAL PROPERTIES OF STUD RAMS' WOOL FROM BREEDING FARMS IN THE ROSTOV REGION

Yurii A. Kolosov¹, Nikolai I. Belik², Vildan V. Zeliatdinov²

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Agrarian University", Rostov Region, Oktyabrsky District, Persianovsky, e-mail: dongau@mail.ru

² Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of livestock breeding", Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, e-mail: vniiplem@mail.ru

Abstract. The competitiveness of Merino wool in the global and domestic markets is determined by the degree of the basic physical and technical properties and their compliance with the requirements of the processing industry. Knowing and consideration of the parameters of the produced wool are necessary for the balanced operation of all parts of the wool complex, and it is important that information about the properties of wool is obtained on the basis of instrumental assessment. In this regard, the goal of the work was to obtain information about the fineness, length and crimp of the wool of stud rams in the Rostov Region, as important breeding characteristics of wool, which are also important in the technology of its processing. The presence of such information is important for the development of selection and breeding programs in flocks of sheep breeds of the region, and its analysis will provide information about the phenotypic diversity of the most important traits of fine wool, as well as the advisability of correcting such diversity in any way. Experimental studies were carried out on sheep of the Volgograd and Soviet Merino breeds in 2022 at the "Mir", "Podgornoe", "Pervomaiskii" and "Elita" farms of the Remontnensky District, as well as Rostov Grain Company "Resurs" of the Milyutinsky District of the Rostov Region. It was established that the length of the rams' wool met or exceeded the requirements of the breed standard. A peculiarity of the population was the absence of lines of long-wool animals. A high level of variability in wool crimp was noted, which varied widely. The variability of wool diameter was recorded in Soviet Merino breed in the range from 16,7 to 29,7 microns, and in rams of the Volgograd breed – from 21,0 to 30,4 microns. It was concluded that there was priority selection for meat productivity while maintaining compliance of producers with the classification requirements for wool productivity of breeds.

Keywords: fine wool, wool diameter, wool length, wool crimp, comfort factor

For citation: Kolosov Yu.A., Belik N.I., Zeliatdinov V.V. Characteristics of the main physical and technical properties of stud rams' wool from breeding farms in the Rostov Region // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 93-103. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.3.17.2024

Введение. Проблемы функционирования шерстяного комплекса Российской Федерации определяются, с одной стороны, изменившейся селекционной парадигмой, направленной на преимущественное разведение овец мясного и мясошерстного

направления продуктивности, с другой – многочисленными нерешенными вопросами в механизме взаимодействия между отдельными звеньями самого шерстяного комплекса. Овцеводство и перерабатывающая шерсть промышленность функционируют изолированно друг от друга, а последняя зачастую и в условиях отсутствия объективной информации о количестве и качественных характеристиках производимого шерстного сырья.

В то же время для сбалансированной работы всех звеньев шерстяного комплекса необходимо, чтобы предприятия, работающие в области первичной обработки и переработки шерсти, имели полную и достоверную информацию о шерстяном сырье, полученную на основе инструментальной оценки. В этом отношении шерстная продукция животных должна оставаться в поле зрения хозяйствующих субъектов и селекционеров-овцеводов.

Именно этим объясняется повышенное внимание к развитию шерстяного комплекса со стороны Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации и Правительства Российской Федерации. В 2024 году, 27 января, была принята «дорожная карта» по развитию глубокой переработки овечьей шерсти на территории страны, которая, в частности, предусматривает проведение научных исследований в области комплексного развития шерстяного хозяйства и изучения свойств шерстяного сырья.

Для выполнения поставленных задач необходим постоянный мониторинг за состоянием генетических ресурсов. Исходя из актуальности такого мониторинга в Ростовской области, была проведена оценка основных технологических характеристик шерсти в ведущей половозрастной группе стада овец – группе баранов-производителей в племенных хозяйствах, разводящих тонкорунные породы овец. **Целью работы** стало получение информации о важных селекционируемых параметрах шерсти, имеющих значение и в технологии ее переработки. Наличие такой информации имеет значение для разработки программ селекционно-племенной работы в стадах пород овец региона, а ее анализ позволит получить сведения о фенотипическом разнообразии важнейших признаков тонкой шерсти, а также о целесообразности коррекции подобного разнообразия в том или ином направлении.

Для достижения указанной цели решались **задачи** по изучению тонины и сопряженных с ней показателей длины и извитости шерсти и их взаимосвязи.

Материал и методы исследований. Экспериментальная работа проводилась в 2022 году в племенных хозяйствах «Мир», «Подгорное», «Первомайский» и «Элита» Ремонтненского района и «РЗК ПР «Ресурс» Милютинского района Ростовской области. Количество исследованных животных составило 12, 12, 39, 16 и 57 голов соответственно. Отбор образцов проводился совместно с учеными ВНИИОК – ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр».

Образцы шерсти диаметром около 2-3 см выстригались ножницами с бока основных и ремонтных баранов с сохранением формы штапеля, после чего промывались и высушивались. Исследования образцов проходили в лаборатории ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» с использованием программы Meswin [1–3].

Тестирование свойств шерсти выполнено на аппарате OFDA-2215 (портативный прибор для оптического анализа диаметра волокон). Следует заметить, что использование метода OFDA является относительно новым в шерстоведческой практике в Российской Федерации. В стране имеется всего два прибора OFDA, что объясняется их высокой стоимостью и сложностью приобретения, причем только с одним можно работать в

условиях фермы. В то же время в других странах мира активное использование OFDA началось в начале 90-х годов XX века. Так, OFDA100 впервые представлен в 1991 году и вскоре нашел практическое применение для лабораторной оценки характеристик шерсти [4–6]. В дальнейшем были выпущены модификации OFDA с немного различными функциональными свойствами.

Определение естественной длины шерсти осуществлялось измерительной линейкой в соответствии с ГОСТ 21244-75 «Шерсть натуральная сортированная. Метод определения длины». Цифровой материал обрабатывался методом вариационной статистики в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Потребительские свойства изделий из шерсти в решающей степени определяются такими качествами сырья, как тонина, длина и извитость шерстных волокон в руне. Шерстяную пряжу вырабатывают по гребенной (камвольной) и полугребенной, а также по аппаратной (суконной) системам прядения [7, 8]. При этом тонина и длина волокон определяют способ использования для выработки пряжи и оказывают решающее влияние на ценовые параметры шерсти как сырья для промышленной переработки [9, 10].

В исследованиях проведена оценка этих важных физико-технических свойств, учитываемых при оценке овец и определяющих прядильные качества шерсти (табл. 1).

Таблица 1

Длина и извитость шерсти баранов

Table 1

Length and wool crimp of rams

Название хозяйства	Порода	Длина шерсти, см		Извитость шерстных волокон	
		lim	средняя	curve, град/мм	SD, мм
ООО «РЗК ПР «Ресурс»	ВМ	9,0–13,5	10,7±1,98	83,17±1,44	65,84±1,49
СПК ПЗ «Мир»	СМ	8,5–11,5	9,5±0,94	75,43±1,98	59,95±1,20
КХ ПР «Элита»	СМ	9,0–13,0	10,4±1,76	74,72±2,66	54,48±1,76
Колхоз-племзавод «Первомайский»	СМ	8,5–11,5	9,4±1,26	73,79±1,50	56,72±0,93
СПК ПЗ «Подгорное»	СМ	8,5–12,5	10,2±1,11	84,79±3,29	62,47±1,69

Примечание: ПЗ – племенной завод, ПР – племенной репродуктор, СМ – порода советский меринос, ВМ – волгоградская порода.

Длина шерсти у баранов-производителей, как показывают данные таблицы 1, колебалась от 8,5 до 13,5 см и у большинства животных соответствовала требованиям стандарта породы. В стаде племенного репродуктора по волгоградской породе (ООО «РЗК ПР «Ресурс») минимальное требование по длине шерсти для баранов-производителей составляет 9 см. Лучшие животные по данному признаку имели преимущество на 4,5 см над баранами, обладающими минимальными по стаду значениями.

Среди баранов-производителей породы советский меринос ростовской популяции в стадах племенных заводов «Мир», «Первомайский» и «Подгорное» присутствуют животные, длина шерсти у которых на 0,5 см меньше минимальных требований для ба-

ранов шерстного направления продуктивности. Таких животных целесообразно исключить из селекционного процесса.

По анализируемому признаку в положительном плане выделяется племенной репродуктор «Элита». Среди баранов хозяйства нет особей с длиной шерсти ниже минимальных требований и в то же время присутствуют животные с длиной 12-13 см, что на 3-4 см выше требований стандарта породы. Это указывает на возможности использования генофонда данного стада с целью совершенствования длины шерсти как при чистопородной селекции, так и для скрещивания с овцами других тонкорунных пород.

В сравнительном аспекте по длине шерсти превосходством обладают овцы волгоградской породы. Средняя длина шерсти по стаду баранов-производителей волгоградской породы больше среднего значения по всем стадам породы советский меринос ростовской популяции на 8,1 %. Вместе с тем племхозы по советскому мериносу делятся на две группы: в племзаводах «Мир» и «Первомайский» средняя длина шерсти составляет 9,45 см, а в ПЗ «Подгорное» и КХ ПР «Элита» она находится на уровне 10,3 см. Разница достигает почти 9 % и, вероятно, объясняется приоритетами в селекционно-племенной работе с животными. К недостаткам популяции можно отнести отсутствие в большинстве стад линий длинношерстных животных.

Дуэйн П. Харланд с соавторами [11] разместили в периодической печати информацию о том, что, по их мнению, внутренняя кривизна шерстяных волокон определяется относительной длиной ортокортикальных и паракортикальных клеток. По нашему мнению, это суждение является важным с точки зрения селекции для совершенствования извитости шерсти как текстильного сырья. Оценка объективных критериев извитости шерсти в популяции овец тонкорунных пород Ростовской области формирует следующую картину вариабельности данного признака (таблица 1).

В исследованиях в качестве основного критерия извитости использовалось значение величины угла изгиба волокон в градусах на 1 мм длины волокна. При оценке состояния извитости шерсти в группах баранов-производителей племенных стад наиболее многочисленных тонкорунных пород ростовской популяции было установлено, что данный признак изменяется в пределах средних значений от 73,79 до 84,79 град/мм. Аналогичные исследования в стадах тонкорунных пород овец Ставропольского края выявили почти такую же разницу – от 68,48 до 81,95 град/мм [3].

Сравнение минимальных и максимальных значений показателя извитости шерсти показало, что в ростовской популяции оно варьировало в пределах 60,3–109,1 град/мм, а в ставропольской популяции – 44,4–100,8 град/мм. Следовательно, размах колебаний в ростовской популяции составил около 40,6 град/мм, а в ставропольской – 56 град/мм. Однако стоит заметить, что в Ставропольском крае количество изученных образцов шерсти оказалось гораздо выше.

Оценка извитости в рамках ростовской популяции позволила разделить стада на две группы. В первую группу вошли группы баранов-производителей племенного завода «Подгорное» (советский меринос) и племенного репродуктора «Ресурс» (волгоградская порода). Средние значения признака насчитывали 84,79 и 83,17 град/мм. Во второй группе (племенные заводы «Мир», «Первомайский» и племенной репродуктор «Элита») среднее значение признака в них варьировало в пределах 73,79–75,43 град/мм. Разница между этими группами составила почти 10 град/мм. Это указывает на то, что в стадах первой группы шерсть оказалась более извитой.

Значения показателей минимального и максимального уровней извитости у отдельных животных были разными. В племенном репродукторе ООО «РЗК ПР «Ресурс»

размах вариации оказался самым широким – от 70,1 до 109,1 град/мм, в ПЗ «Мир» – от 68,4 до 82,7, в ПЗ «Подгорное» – от 67,9 до 99,7, в ПЗ «Первомайский» – от 61,0 до 96,0 и КХ ПР «Элита» – от 60,3 до 95,9 град/мм. Обратил на себя внимание тот факт, что в ООО «РЗК ПР «Ресурс», ПЗ «Мир», ПЗ «Подгорное» минимальные значения стремились к уровню 68–70 град/мм, тогда как в остальных хозяйствах показатель находился около 61 град/мм. Размах колебаний максимальных значений изменялся от 82,7 до 109,1 град/мм.

На наш взгляд, столь широкие интервалы между минимальными и максимальными значениями характеристики признака в группах баранов оцениваемых хозяйств указывают на высокий уровень изменчивости показателя в популяции и недостаточный уровень внимания при отборе желательных типов в процессе селекционной работы.

Тонина шерсти находится в обратной зависимости от длины, и чем тоньше шерсть, тем сильнее выражена извитость. Тонина в значительной степени определяет рыночную стоимость шерсти. В разных странах могут предъявляться различные минимальные требования к свойствам шерсти овец в зависимости от требований перерабатывающей промышленности, в том числе по диаметру шерсти. Также имеют место различные сочетания признаков в зависимости от породных особенностей и целей селекции [12]. Тонина шерсти баранов и сопряженных с ней показателей хозяйств Ростовской области приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика тонины шерсти баранов

Table 2

Characteristics of the wool fineness of rams

Название хозяйства	Порода	Lim, мкм	Diameter, мкм	Квадратичное отклонение (SD), мкм	Коэффициент вариации (CV), %	Комфорт-фактор (CF), %
ООО «РЗК ПР «Ресурс»	ВМ	21,0–30,4	25,37±0,27	4,30±0,13	17,25±0,21	86,1±1,24
СПК ПЗ «Мир»	СМ	16,7–21,3	18,96±0,70	4,06±0,25	21,41±0,69	98,41±0,75
КХ ПР «Элита»	СМ	18,7–27,3	22,44±0,56	3,87±0,15	17,26±0,59	95,71±1,29
Колхоз ПЗ «Первомайский»	СМ	19,3–29,7	23,97±0,34	4,90±0,13	20,44±0,40	88,52±1,42
СПК ПЗ «Подгорное»	СМ	19,1–24,4	22,04±0,50	4,23±0,17	19,27±0,82	95,48±0,73

В изученной популяции отмечено наличие животных, тонина шерсти которых выходит за пределы тонкого сортимента. Мы связываем это с изменившимися приоритетами в селекции в пользу мясной продуктивности. Более крупные и скороспелые особи в тонкорунном овцеводстве имеют, чаще всего, более грубые сортименты шерсти, поэтому наличие таких животных может быть следствием допуска к использованию баранов с геномным набором, включающим наследственные особенности сочетания огрублённых сортиментов шерсти с большой живой массой. Подобные производители могут использоваться для перспективной комбинации мясной и шерстной продуктивности у потомства.

Средние значения анализируемого признака у советских мериносов ростовской популяции разных стад изменялись от 18,96 до 23,97 мкм, а в волгоградской породе средняя тонина по группе баранов-производителей составила 25,37 мкм. Это подтверждает предположение о влиянии приоритетной селекции на мясную продуктивность при сохранении соответствия производителей классификационным требованиям к породам по шерстной продуктивности во всех заводских стадах, за исключением СПК ПЗ «Мир», где бараны-производители оказались наиболее тонкошерстными. В племзаводе «Подгорное» и племрепродукторе «Элита» средний показатель тонины был около 22 мкм, а самый большой средний показатель диаметра на боку оказался у баранов племенного завода «Первомайский» – почти 24 мкм.

Для характеристики стада овец, помимо определения средней тонины, значение имеет и процентное распределение животного по тонине шерсти. В определенном смысле оно дает даже более точное представление о поголовье, чем среднее значение признака. В таблице 3 приведена удельная доля баранов с разной тониной шерсти в хозяйствах региона, подтверждающая ранее сделанные выводы.

Так, в СПК племзаводе «Мир» содержится наибольшее количество производителей, имеющих тонину шерсти в диапазоне от 18,1 до 20,5 мкм (41,7 %), опережая другие хозяйства области на 22,9–39,9 процентных пункта. В этом же хозяйстве, в отличие от других племенных заводов, имеются животные с очень тонкой шерстью диаметром 18,0 мкм и менее. Напротив, в колхозе племзаводе «Первомайский» довольно велика удельная доля баранов, тонина шерсти которых выходит за пределы тонкого сорта – 23,1 %. Кроме этого хозяйства, животные, обладающие тониной шерсти более 25,0 мкм, присутствуют в ООО «РЗК ПР «Ресурс».

Таблица 3

Удельная доля животных с разным диаметром шерсти на боку, %

Table 3

Specific proportion of animals with different diameters of wool on their sides, %

Хозяйство	Количество животных	Тонина, мкм							
		14,5–18,0	18,1–20,5	20,6–23,0	23,1–25,0	25,1–27,0	27,1–29,0	29,1–31,0	31,0 и более
ООО «РЗК ПР «Ресурс»	100,0	–	1,8	8,8	26,3	45,6	17,5	–	–
СПК племзавод «Мир»	100,0	16,7	41,7	41,6	–	–	–	–	–
КХ ПР «Элита»	100,0	–	18,8	37,5	37,5	–	–	–	–
Колхоз-племзавод «Первомайский»	100,0	–	2,6	41,0	33,3	12,8	7,7	2,6	–
СПК Племзавод «Подгорное»	100,0	–	16,7	58,3	25,0	–	–	–	–

Как показывают материалы таблицы 2, шерсть баранов-производителей из племенных хозяйств Ростовской области в полной мере отвечает нормативам варьирования тонины шерстных волокон мериносовой шерсти в штапеле. Особо следует отметить очень высокий уровень уравниности шерсти в штапеле у баранов-производителей волгоградской породы – 4,30 мкм. Установленный факт указывает на то, что в процессе селекции специалисты и научные кураторы этих стад придают большое значение типизации шерстного покрова для удовлетворения спроса переработчиков и повышения конкурентоспособности шерстяного сырья.

Не менее интересным и важным с целью характеристики овечьей шерсти как сырья для текстильной промышленности служит комфорт-фактор (CF – удельный вес волокон в процентах диаметром 30 и менее микрометров), повышенный показатель которого свидетельствует о возможности изготовления более качественной пряжи и более качественных шерстяных изделий. Оценке комфортности шерсти отводится большое значение не только в России, но и в других странах [14, 15].

Самым низким комфорт-фактор оказался в группе баранов племенного завода «Первомайский» – 88,52 %, а наиболее высоким – 98,4 % – в группе племенного завода «Мир» (таблица 2). Высокий показатель CF отмечен и по группе баранов волгоградской породы – 86 %. У отдельных животных с очень тонкой шерстью комфорт-фактор достигал 99 % – корреляция этих двух признаков высокая. В долгосрочной ретроспективе высокие показатели комфорт-фактора мы связываем с массовым использованием генофонда мериносов, завезённых из Австралии в 70–80-х годах прошлого столетия для совершенствования отечественных мериносовых овец и последующими работами селекционеров по типизации шерсти в рунах овец отечественных тонкорунных пород.

Исследованиями показателей наследуемости и корреляции признаков продуктивности занимаются постоянно многие авторы на протяжении всего периода деятельности человека в сфере селекции овец. С целью выявления взаимосвязи между признаками шерстной продуктивности и более полной характеристики изучаемых стад овец нами были определены коэффициенты корреляции, представленные в таблице 4.

Таблица 4

Корреляция признаков шерстной продуктивности баранов

Table 4

Correlation of wool production characteristics of rams

Селекционный признак	Извитость шерсти	Длина шерсти
ООО «РЗК ПР «Ресурс»		
Тонина шерсти	-0,08	-0,36
Извитость шерсти	–	-0,41
СПК племзавод «Мир»		
Тонина шерсти	-0,56	0,47
Извитость шерсти	–	0,42
КХ «Элита»		
Тонина шерсти	-0,06	-0,46
Извитость шерсти	–	0,52
Колхоз-племзавод «Первомайский»		
Тонина шерсти	-0,29	-0,14
Извитость шерсти	–	-0,52
СПК племзавод «Подгорное»		
Тонина шерсти	-0,04	0,01
Извитость шерсти	–	0,04

Во всех изученных вариантах установлены отрицательные корреляции между тониной и извитостью шерсти, означающие, что с ростом диаметра извитость шерстных волокон уменьшается. Были получены нетипичные отрицательные корреляции между тониной и длиной шерсти во всех хозяйствах, за исключением СПК племзавода «Мир» и СПК племзавода «Подгорное», в которых связь между признаками оказалась положительной умеренной и положительной слабой.

Наконец, между длиной и извитостью шерсти выявлены умеренная положительная связь в СПК племзаводе «Мир» и КХ ПР «Элита», слабая положительная связь – в СПК племзаводе «Подгорное», отрицательная связь у овец ООО «РЗК ПР «Ресурс» и колхоза племзавода «Первомайский». Таким образом, связь между признаками варьи-

ровала и по величине, и по направлению, поэтому определенной закономерности в характере связи ни в породном, ни в хозяйственном аспектах установить не удалось.

Заключение. Таким образом, по длине шерсти бараны племенных хозяйств Ростовской области соответствуют или превышают требования стандарта породы. Наиболее длинношерстными оказались производители волгоградской породы ООО «РЗК ПР «Ресурс», средняя длина шерсти которых составила 10,7 см. Особенностью ростовской популяции овец является почти полное отсутствие линий длинношерстных животных, без наличия которых трудно рассчитывать на существенное увеличение длины шерсти. Средняя извитость шерсти колебалась в пределах от 73,79 до 84,79 град/мм. У баранов СПК ПЗ «Подгорное» отмечена самая высокая извитость шерсти в среднем по хозяйству и среди отдельных животных.

Колебания тонины шерсти у советских мериносов находились в пределах от 16,7 до 29,7 мкм, у баранов волгоградской породы – в меньшем диапазоне (1,0–30,4 мкм). В ООО «РЗК ПР «Ресурс» и колхозе-племзаводе «Первомайский» отмечено наличие баранов с тониной шерсти, выходящей за пределы тонкого сортимента, что говорит о приоритетной селекции на мясную продуктивность. Но все же можно говорить о сохранении соответствия производителей классификационным требованиям к породам по шерстной продуктивности.

В целом материалы, полученные в процессе мониторинга и инструментальной оценки качества шерсти баранов в Ростовской области как модельном регионе юга Российской Федерации позволяют говорить о том, что животные племенных заводов отвечают требованиям стандартов и возможности прогресса в повышении шерстной продуктивности.

Список источников

1. Зелятдинов В.В., Орешникова С.М., Юхманова Н.А., Давыденкова В.П. Объективные методы определения тонины шерсти // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 29–31.
2. Зелятдинов В.В., Орешникова С.М., Юхманова Н.А., Давыденкова В.П. Тестирование шерсти в Российской Федерации // Овцы, козы, шерстяное дело. № 2. 2021.
3. Белик Н.И. Тонина шерсти и ее связь с другими хозяйственно полезными и морфологическими признаками овец: автореферат дис. доктора сельскохозяйственных наук: 06.02.10 / Ставропольский государственный аграрный университет. Ставрополь. 2013. 43 с.
4. Notter D.R., Kuehn L.A., Kott R.W. Genetic analysis of fibre characteristics in adult Targhee ewes and their relationship to breeding value estimates derived from yearling fleeces // Small Ruminant Research. Volume 67, Issues 2-3, February 2007, P. 164–172.
5. Qi K., Lupton C. J., Pfeiffer F. A., Minikhiem D. L. Evaluation of the optical fibre diameter analyser (OFDA) for measuring fiber diameter parameters of sheep and goats / Journal of Animal Science, Volume 72, Issue 7, July 1994, P. 1675–1679, <https://doi.org/10.2527/1994.7271675x>.
6. Cottrell David J., Almeida C.D., Baxter B.P., Petrie D.J. Precision of OFDA Fibre Diameter Measurements of Midside Wool Samples / Wool Tech. Sheep Breed., 1996, 44 (4), 295–302 Wool Tech. Sheep Breed., 1996, 44 (4), P. 295–302.
7. Тимошенко Н. К., Рябикина Е.Н., Разгонов Н.Т. Шерсть как товар на рынке сырья и готовой продукции // Шерсть. Первичная обработка и рынок: монография / под ред. д-ра экон. наук Н. К. Тимошенко. М.: ВНИИМП РАСХН, 2000. С. 6–87.
8. Кузнецов Т. И. Шерстование. М.: Междунар. книга, 1950. 404 с.
9. Завгородняя Г.В., Дмитрик И.И., Сердюков И.Г. Факторы ценообразования шерсти тонкорунных пород овец при ее продаже // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 2 (12). С. 35–42.

10. Завгородняя Г.В., Сердюков И.Г. Проблемы производства тонкой шерсти в России // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3(15). С. 71–78.
11. Harland D. P. et al. Intrinsic curvature in wool fibres is determined by the relative length of orthocortical and paracortical cells // *Journal of Experimental Biology*. 2018. Т. 221. №. 6. С. jeb172312.
12. Malau-Aduli A.E.O. Sire Genetics, Protein Supplementation and Gender Effects on Wool Comfort Factor in Australian Crossbred Sheep / A.E.O. Malau-Aduli, J.D. D. Akuoch // *American Journal of Experimental Agriculture*. 2012. V. 2 (1). P. 31–46.
13. Bosman S. W. Heritabilities and genetic correlations between characteristics in Merino sheep // *Publ. Univ. Pretoria Nuwe Peek*. 1958. № 7. P. 35–43.
14. Davenport, K.M. Genetic structure and admixture in sheep from terminal breeds in the United States / K.M. Davenport, C. Hiemke, S.D. McKay, J.W. Thorne, R.M. Lewis, T. Taylor, B.M. Murdoch // *Animal Genetics*. – 2020. V. 51. – I. 2. – P. 284–291.
15. Hatcher, S. Phenotypic relationships of breech cover, wrinkle and wool coverage scores with key production traits and their implications for Australian Merino sheep management to reduce flystrike / S.Hatcher, J.W.vpreston // *Small Ruminant Research*. 2017. V. 157. P. 47–53.

References

1. Zeliatdinov V.V., Oreshnikova S.M., Yukhmanova N.A., Davydenkova V.P. Objective methods for determining the wool fineness // *Sheep, goats, wool business*. 2020. No. 1. P. 29–31.
2. Zeliatdinov V.V., Oreshnikova S.M., Yukhmanova N.A., Davydenkova V.P. Testing of wool in the Russian Federation // *Sheep, goats, wool business*. No. 2. 2021.
3. Belik N.I. Fineness of wool and its relationship with other economically relevant and morphological traits of sheep: abstract of the dissertation of Doctor of Agricultural Science: 06.02.10 / Stavropol State Agrarian University. Stavropol. 2013. 43 p.
4. Notter D.R., Kuehn L.A., Kott R.W. Genetic analysis of fibre characteristics in adult Targhee ewes and their relationship to breeding value estimates derived from yearling fleeces // *Small Ruminant Research*. Volume 67, Issues 2-3, February 2007, P. 164–172.
5. Qi K., Lupton C. J., Pfeiffer F. A., Minikhiem D. L. Evaluation of the optical fibre diameter analyser (OFDA) for measuring fiber diameter parameters of sheep and goats / *Journal of Animal Science*, Volume 72, Issue 7, July 1994, P. 1675–1679, <https://doi.org/10.2527/1994.7271675x>.
6. Cottrell David J., Almeida C.D., Baxter B.P., Petrie D.J. Precision of OFDA Fibre Diameter Measurements of Midside Wool Samples / *Wool Tech. Sheep Breed.*, 1996, 44 (4), 295–302 *Wool Tech. Sheep Breed.*, 1996, 44 (4), P. 295–302.
7. Timoshenko N. K., Riabinina E. N., Razgonov N. T. Wool as a commodity on the market of raw materials and finished products // *Wool. Primary processing and market: monograph* / ed. by Doctor of Economics N. K. Timoshenko. M.: VNIIMP RAAS, 2000. P. 6–87.
8. Kuznetsov T. I. *Wool Study*. M.: International book, 1950. 404 p.
9. Zavgorodniaia G.V., Dmitrik I.I., Serdiukov I.G. Factors in wool pricing of fine-wool sheep breeds when selling it // *Agricultural Journal*. 2019. No. 2(12). P. 35–42.
10. Zavgorodniaia G.V., Serdiukov I.G. Problems of fine wool production in Russia // *Agricultural Journal*. 2022. No. 3(15). P. 71–78.
11. Harland D. P. et al. Intrinsic curvature in wool fibres is determined by the relative length of orthocortical and paracortical cells // *Journal of Experimental Biology*. 2018. V. 221. No. 6. С. jeb172312.
12. Malau-Aduli A.E.O. Sire Genetics, Protein Supplementation and Gender Effects on Wool Comfort Factor in Australian Crossbred Sheep / A.E.O. Malau-Aduli, J.D. D. Akuoch // *American Journal of Experimental Agriculture*. 2012. V. 2 (1). P. 31–46.
13. Bosman S. W. Heritabilities and genetic correlations between characteristics in Merino sheep // *Publ. Univ. Pretoria Nuwe Peek*. 1958. – No. 7. – P. 35–43.

14. Davenport, K.M. Genetic structure and admixture in sheep from terminal breeds in the United States / K.M. Davenport, C. Hiemke, S.D. McKay, J.W. Thorne, R.M. Lewis, T. Taylor, B.M. Murdoch // *Animal Genetics*. 2020. V. 51. I. 2. P. 284–291.
15. Hatcher, S. Phenotypic relationships of breech cover, wrinkle and wool coverage scores with key production traits and their implications for Australian Merino sheep management to reduce flystrike / S.Hatcher, J.W. Preston // *Small Ruminant Research*. 2017. V. 157. P. 47–53.

Сведения об авторах

Юрий Анатольевич Колосов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Тел.: +79064299210;

e-mail: kolosov-dgau@mail.ru, ORCID 0000-0002-6826-8009

Николай Иванович Белик, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник. Тел.: +79054926919; e-mail: nikolaybelik@yandex.ru, ORCID 0000-0001-7082-0619

Вильдан Вазехович Зелятдинов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией по тестированию и сертификации качества шерсти.

Тел.: +79853661046; e-mail: woollab2019@gmail.com, ORCID 0009-0007-8634-5534

Information about the authors

Yu.A. Kolosov, Doctor of Agricultural Science, Professor. Tel.: +79064299210; e-mail: kolosov-dgau@mail.ru, ORCID 0000-0002-6826-8009

N. I. Belik, Doctor of Agricultural Science, Senior researcher. Tel.: +79054926919; e-mail: nikolaybelik@yandex.ru, ORCID 0000-0001-7082-0619

V.V. Zeliatdinov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Testing and Certification of Wool Quality.

Tel.: +79853661046 ; e-mail: woollab2019@gmail.com, ORCID 0009-0007-8634-5534

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 11.07.2024; одобрена после рецензирования 20.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 11.07.2024; approved after reviewing 20.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 104-114

Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 104-114

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 638.145.5

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.3.17.2024

ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ И МЕТОДЫ ВЫВОДА МАТОК ПЧЁЛ В УСЛОВИЯХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Василий Иванович Комлацкий¹, Сусанна Арестовна Пашаян²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: kubanagro@list.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Россия, г. Тюмень, e-mail: pashakirak7@list.ru

Аннотация. Пчеловодство ценится не только за свои питательные, диетические и лечебные продукты, но и за опыление энтомофильных сельскохозяйственных культур, что способствует увеличению урожая. Однако в современной пчеловодческой отрасли существуют значительные проблемы, такие как болезни пчёл и природно-климатические условия, замедляющие развитие данной сферы. С целью улучшения состояния пчеловодства необходимо разрабатывать биотехнологические меры, способствующие развитию этой практически безотходной индустрии. Одним из методов – проведение искусственного матководства на пасеке – позволяет пчеловодам в короткие сроки способствовать развитию пчёл, укреплять семьи к предстоящему медосбору и зиме. Биологические особенности цикла развития пчёл помогают искусственно выращивать маток. Важно, чтобы на пасеке у каждого пчеловода был запас маток для обновления семей при потерях. Для искусственного вывода маток необходимо не только освоить технологию выращивания, но и определить наиболее благоприятное время с учетом природно-климатических условий. Целью данной работы является установление оптимальных сроков искусственного выведения маток на пасеках Тюменской области. Научные исследования по данному направлению проводились на кафедре анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» и на пасеках юга Тюменской области с 2020 по 2023 гг. В ходе работы учитывались биологический цикл и периоды развития разных каст пчелиной семьи: маток, рабочих пчёл и трутней в условиях Тюменской области. По итогам исследований с учетом природно-климатических особенностей и годового цикла развития пчёл были определены оптимальные сроки искусственного вывода маток в условиях региона.

Ключевые слова: пчёлы, касты, рабочие пчёлы, трутни, матка, семьи-воспитательницы, личинки, маточники.

Для цитирования: Комлацкий В. И., Пашаян С.А. Оптимальные сроки и методы вывода маток пчёл в условиях Тюменской области // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 104-114. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

OPTIMAL TIMES AND METHODS FOR QUEEN BEES REARING IN THE TYUMEN REGION

Vasilii I. Komlatskii¹, Susanna A. Pashaian²

¹FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia, Krasnodar, e-mail: kubanagro@list.ru

²FSBEI HE “Northern Trans-Ural State Agricultural University”, Russia, Tyumen, e-mail: pashakirak7@list.ru

Abstract. Beekeeping is valued not only for its nutritious, dietary and medicinal products, but also for pollinating entomophilous crops, which increases crop yields. However, in the modern beekeeping industry there are significant problems, such as bee diseases, natural and climatic conditions that slow down the development of this area. In order to improve the state of beekeeping, it is necessary to develop biotechnological measures that promote the development of this virtually non-waste industry. One of the methods is carrying out artificial queen rearing in an apiary. It allows beekeepers to quickly promote the development of bees and strengthen families for the upcoming honey harvest and winter. The biological features of the bee development cycle help to rear queens artificially. It is important that each beekeeper has a supply of queens in his apiary to renew colonies in case of losses. For artificial queen rearing, it is necessary not only to master the technology of breeding, but also to determine the most favourable time, taking into account natural and climatic conditions. The purpose of this work is to establish the optimal time of artificial queen rearing in apiaries in the Tyumen Region. Scientific research in this area was carried out at the Department of Anatomy and Physiology of the FSBEI HE “Northern Trans-Ural State Agricultural University” and in apiaries in the south of the Tyumen Region from 2020 to 2023. During the work, the biological cycle and periods of development of different castes of the bee family were taken into account: queens, worker bees and drones in the conditions of the Tyumen Region. Based on the results of the research, taking into account natural and climatic features and the annual development cycle of bees, the optimal time of artificial queen rearing in the region was determined.

Key words: bees, castes, worker bees, drones, queen, nurse colonies, larvae, queen cells.

For citation: Komlatskii V. I., Pashaian S. A. Optimal times and methods for queen bees rearing in the Tyumen Region // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 104-114. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.3.17.2024

Введение. Пчеловодство ценится не только за свои питательные, диетические и лечебные продукты, но и за важную роль пчёл в опылении энтомофильных сельскохозяйственных культур, что способствует повышению урожайности. Однако в современном пчеловодстве существуют значительные проблемы, такие как болезни пчёл и не-

благоприятные экологические условия, замедляющие развитие данной отрасли [8, 9, 11, 16, 17]. Для преодоления этих трудностей необходимо иметь на пасеках запас молодых маток, способных укрепить пчелиные семьи и содействовать общему развитию пасеки. Поэтому важно на всех пасеках заниматься выводом маток. Вывод маток на пасеках может осуществляться двумя путями – естественным и искусственным [1, 2]. Пчеловодство не может развиваться за счет естественного разведения маток. Пчёлы, в зависимости от их физиологических особенностей, в семьях естественным путем меняют маток в активный летный период, происходящий тогда, когда в семьях не хватает маток. Новые матки, образовавшиеся в неподходящее время, могут привести к делению семей естественным роением, который может произойти не по сроку. При естественном разведении невозможно планировать количество образовавшихся маток, необходимых для расширения и развития пасек, особенно в тех регионах, где очень короткое лето [3, 5, 10].

С целью расширения и развития пасек требуется проводить искусственное разведение королев-маток. Это поможет пчеловодом планировать проведенную работу, установить точные сроки вывода маток, создавать на пасеке сильные, здоровые семьи, что очень важно [6, 9].

Как известно, в пчелиных семьях хромосомы, определяющие пол у маток и рабочих пчёл, совпадают и проявление их генетических свойств зависит от условий окружающей среды, таких как кормление и содержание. Личинки будущих королев на протяжении всей личиночной стадии, длящейся пять дней, питаются исключительно маточным молочком, что способствует развитию фенотипических признаков, включая морфофункциональное развитие органов размножения.

Личинки будущих рабочих пчёл получают маточное молочко только в первые два дня своей жизни. С трехдневного возраста до окукливания их кормят смесью мёда и перги. Такое питание приводит к недоразвитию органов размножения, что превращает их в рабочих пчёл с не полностью развитыми половыми органами.

В семьях, потерявших матку, при наличии однодневных личинок рабочих пчёл в сотах всегда возможно развитие королевы. Рабочие пчёлы начинают обильно кормить личинок с двухдневного возраста исключительно маточным молочком и преобразуют соты рабочих пчёл в более просторные маточники. В этих маточниках развивается будущая молодая матка [2, 6].

Таким образом, биологические особенности размножения, роста и развития пчелиных семей позволяют искусственным путем из однодневных личинок рабочих пчёл выводить хозяйственно полезных молодых маток. Для этого необходимо создавать условия развития – кормление и содержание личинок с однодневного возраста, превращающихся затем в маток. При этом нужно учитывать периоды вывода маток и природно-климатические условия обитания пчёл.

По мнению многих авторов, вывод королев необходимо осуществлять в период наступления устойчивой теплой погоды, когда пчёлы имеют постоянный и длительный взятки. Однако точные сроки разведения маток конкретно не указываются. В таком случае необходимо учитывать природно-климатические условия [2].

В своих исследованиях Зубрилин В.Н. (2017) рекомендует проводить работу по выводу маток в течение всего летного периода и первой половины осени, пока на пасеке есть трутни. Следует учитывать, что летом могут возникать неблагоприятные периоды, например сразу после главного медосбора, когда матка значительно сокращает или полностью прекращает откладывание яиц. В результате этого в семьях после медосбора

остается мало молодых пчёл, способных к качественному воспитанию маточных личинок [4, 7].

Для успешного искусственного вывода маток важно не только овладеть технологией вывода, но и учитывать природно-климатические условия региона, чтобы определить оптимальные сроки получения маток и выбрать наиболее подходящий метод для выполнения работы [4, 5].

В доступной научной литературе приведены данные об искусственном выводе маток, однако они часто не учитывают природно-климатические особенности конкретных регионов, где планируется проведение этой работы, а также периоды биологического и годового цикла развития пчёл.

Цель данной работы – установить оптимальные сроки искусственного вывода маток и выбрать более подходящие способы вывода на пасеках Тюменской области.

Материал и методы исследования. Научно-исследовательская работа по установлению оптимальных сроков и методов вывода маток в условиях Тюменской области осуществлялась в период 2020–2023 гг. на кафедре анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» и на пасеках юга Тюменской области. При проведении работы учитывали биологический цикл развития пчёл в течение года и его продолжительность у разных каст маток, рабочих пчёл и трутней.

Результаты исследований и их обсуждение. Для проведения работы по получению маток на пасеках специалисты должны знать, что в пчелиных семьях рабочие пчёлы по происхождению тоже являются самками. Они, как и матки, развиваются из оплодотворённых яиц (зигот), у них содержится XX половых хромосом, а трутни развиваются из неоплодотворённых яиц (это партеногенез половых хромосомы составляют XO).

С целью определения оптимальных сроков и методов проведения искусственного разведения маток на пасеках необходимо учитывать периоды годового цикла развития пчёл. Важно установить сроки появления и развития расплода разных каст в семьях пчёл. Например, развитие трутней в семьях начинается в начале мая и длится до появления имаго, что занимает 24 дня от стадии яйца. Половая зрелость трутней наступает через 8–14 дней после выхода из сот. Процесс развития маток длится 15–16 дней, и они вылетают из гнезда для оплодотворения через 5–7 дней после вылупленные. Таким образом, от момента откладывания яйца до половой зрелости маток проходит 21–23 дня [2, 6].

Учитывая природно-климатические условия и биологический цикл развития трутней, маток и рабочих пчёл, искусственное разведение маток можно начинать через 14 дней после появления в гнезде печатного трутневого расплода и молодых имаго рабочих пчёл-кормилиц, у которых в верхнечелюстных железах вырабатывается маточное молочко [1, 2]. В условиях Тюменской области данный период совпадает с началом мая (при условии наличия сильных семей), поэтому в середине мая следует начинать процесс вывода маток (таблица).

Работа по выводу маток начинается с получения однодневных личинок рабочей пчелы. Для этого на пасеках в сильных семьях на три дня изолируют маток с чистыми, свежими рамками-сушами. Затем приступают к формированию семей-воспитательниц, начиная процесс сразу после изоляции матки, то есть с начала откладки яиц, и через четыре дня семьи-воспитательницы должны быть готовы к приему молодых личинок для маточного воспитания [2, 13]. Для этого выбирают сильные семьи, лишают их ма-

ток, создавая безматочное состояние, и обеспечивают наличие множества молодых пчёл-кормилиц без открытого расплода, с обильными запасами мёда и перги, хорошо утепленных, и оставляют в безматочном состоянии около суток. В таких семьях пчёлы в отсутствие матки приходят в состояние беспокойства, у них теряется запах материнского феромона и у молодых пчёл-кормилиц глоточные железы начинают активно вырабатывать маточное молочко. При подстановке однодневных личинок пчёлы закладывают большое количество маточников и обильно снабжают их маточным молочком [2].

Формирование семей-воспитательниц в условиях Тюменской области осуществляется с 19 по 24 мая. На пасеке выбирают одну или две сильные семьи, имеющие не менее 3 кг пчёл [2, 3]. Работы по выводу маток выполняются согласно таблице.

В каждой семье-воспитательнице остаются пчёлы, в том числе достаточное количество молодых пчёл-кормилиц и около трёх рамок с печатным расплодом рабочей пчелы. В случае нехватки в семье пчёл или закрытого расплода необходимо из остальных семей собирать рамки с темным печатанным расплодом. Из таких сот через три дня начнут выходить молодые пчёлы-кормилицы с хорошо развитыми глоточными железами. В семье должно быть не меньше трех рамок с пергой и 4-5 кг мёда [2]. В условиях региона в третьей декаде начинаются возвратные холода и взятки не будет, поэтому семьи нужно хорошенько утеплять и добавлять больше корма.

Таблица

Оптимальные сроки вывода маток в условиях Тюменской области

Table

Optimal time for queen rearing in the Tyumen Region

Вид работы	Сроки
Изоляция матки с рамкой суши	15–20 мая
Выемка рамки с однодневными личинками из изолятора и помещение ее в гнездо семьи	18–23 мая
Оформление семьи-воспитательницы	19–24 мая
Дача семье-воспитательнице рамки с однодневными личинками на маточное воспитание	20–25 мая
Первый осмотр	21–26 мая
Второй осмотр	22–27 мая
Третий осмотр	29 мая – 3 июня
Распределение готовых маток	30 мая – 4 июня

Сразу после формирования семей-воспитательниц, с 20 по 25 мая, необходимо приступить к подготовке однодневных личинок рабочих пчёл для передачи их на воспитание. Существует множество методов передачи личинок на маточное воспитание, которые можно разделить на две большие группы – без переноса и с переносом молодых личинок.

Методы без переноса заключаются в том, что личинки передаются семьям-воспитательницам на маточное воспитание в тех же ячейках, в которых они вылупились два дня назад. Эти методы довольно просты и легче в выполнении, что делает их наиболее доступными для начинающих пчеловодов [2]. Недостатком данного метода является повреждение сот при выполнении работы, а также значительная гибель молодых личинок.

Методы с переносом включают перенос однодневных личинок из их родных сот в искусственно изготовленные восковые мисочки, после чего они передаются на воспитание семьям-воспитательницам [2, 14, 15]. Из указанных способов на пасеках Тюмен-

ской области подходят способы Аллея и Дулитла-Пратт. Способ без переноса Аллея подготовки личинок состоит в том, что из соторамки с молодыми личинками одно- и двухдневного возраста вырезают полоски, которые затем приклеиваются воском к рамке или особым планкам и подставляются в семьи-воспитательницы (рисунок 1).

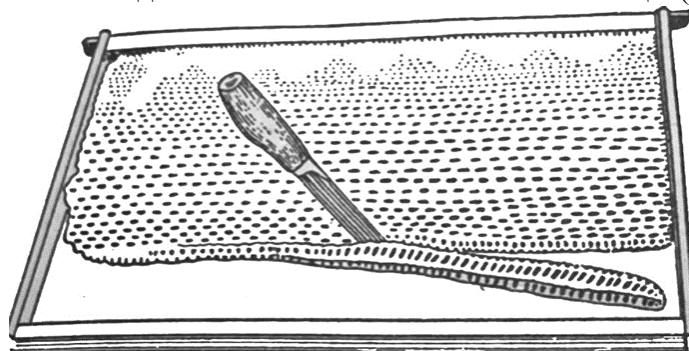


Рисунок 1. Способ Аллея [2]

Figure 1. Alley method [2]

Метод с переносом Дулитла-Пратта включает подготовку личинок для помещения их в семьи-воспитательницы на вскармливание маточным молочком. Он заключается в переносе однодневных личинок из натуральных сот в искусственные мисочки, изготовленные из воска с помощью специального шаблона [2, 3]. Для изготовления таких мисочек используются круглые деревянные палочки длиной 100 мм и диаметром 8–10 мм. Один конец палочки слегка закругляется. При массовом изготовлении мисочек можно использовать шаблон, состоящий из нескольких палочек (рисунок 2).



Рисунок 2. Шаблон (деревянная палочка) для изготовления искусственных мисочек
Figure 2. Template (wooden stick) for making artificial queen-cell cups

Перед началом работы концы палочек опускаются в холодную воду, затем они сушатся и погружаются в расплавленный воск (но не кипящий) на глубину 7 мм, аккуратно извлекаются. После того как воск на палочках замерзает, шаблоны снова погружаются в воск, но на меньшую глубину, до 5 мм. Эти действия повторяются несколько раз, постепенно уменьшая глубину погружения шаблонов в воск. Затем снимают мисочки, остужают и обратно одевают на шаблоны, после чего с помощью растопленного воска прикрепляют мисочки к патронам [2]. Для этого нужно мисочку осторожно обмакнуть выпуклым концом в воск и быстро приложить к патрону (рисунок 3). Полученные патроны приклеивают к прививочным рамкам (рисунок 4).



Рисунок 3. Деревянный патрон для прививочной рамки
Figure 3. Wooden cartridge for grafting frame

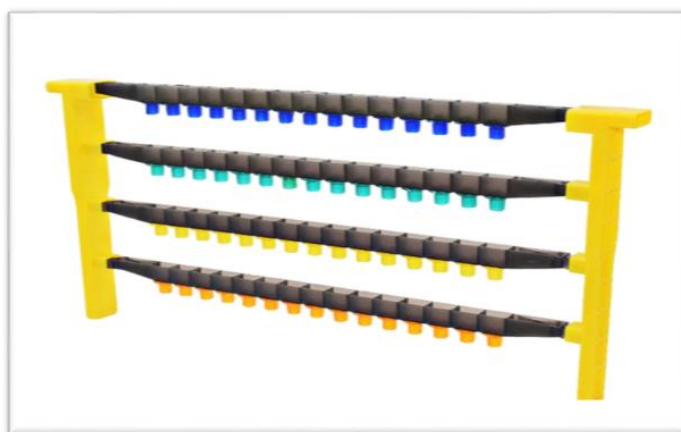


Рисунок 4. «Прививочная рамка» с патронами, на которых укреплены
ячейки с личинками

Figure 4. “Grafting frame” with cartridges, on which cells with larvae are fixed

Подготовительные работы для пересадки личинок необходимо проводить с 19 до 24 мая – период, когда в семьях пчелы готовятся к естественным выводом маток. При подготовке личинок к пересадке нужно учитывать следующее: личинки очень нежны, легко могут переохладиться, поэтому соты с ними следует перенести в рабочее помещение, где поддерживаются температура 20–30 °С и относительная влажность 70 %. Избегайте слишком высокой температуры и сухого воздуха, которые могут привести к быстрому высыханию маточного молочка и гибели личинок. В сухом и теплом помещении важно увлажнять пол. Все манипуляции следует проводить достаточно быстро, чтобы личинки не находились вне улья более часа, так как они нуждаются в постоянном уходе пчёл-кормилиц и длительное отсутствие в пчелином гнезде может привести к неудаче [2].

Чтобы перенести молодые личинки в мисочки, их следует захватывать вместе с маточным молочком, держа середину молочка на шпателе. При переносе личинок в мисочки шпатель прижимают ко дну, и аккуратным движением шпателя личинки соскаль-

зывают с него и укладываются на дно мисочек. Чем больше маточного молочка захватывается вместе с личинками, тем лучше они прилипают ко дну мисочки (рисунок 5).



Рисунок 5. Перенесение личинок из натуральных пчелиных ячеек
в искусственные мисочки

Figure 5. Transfer of larvae from natural bee cells in artificial queen-cell cups

В условиях региона после передачи молодых личинок на маточное воспитание семью-воспитательницу необходимо как можно хорошо утеплить с боков, сверху и со дна. Вечером, в день подстановки личинок, семье нужно дать 300 г жидкого сахарного сиропа и продолжать такое кормление в течение пяти дней. Особенно важно это делать при изменившейся погоде и отсутствии в природе взятка.

Семьи-воспитательницы в период роста достаточно осматривать три раза. Первый осмотр производить не раньше, чем через один день после постановки рамки с личинками в семью, чтобы выяснить, сколько личинок принято на воспитание. При этом надо обратить внимание на мисочки принятых личинок, превращение их в маточники и присутствие в них корма.

Второй осмотр семей-воспитательниц осуществляется через день после первого осмотра, это совпадает с началом запечатывания маточников.

Очень важен третий осмотр на 8-9 день после постановки личинок на маточное вскармливание. В этот период надо убрать маточники из семей или защищать их, чтобы первая вышедшая матка не уничтожила всех остальных. Для защиты выходящих маток на маточники можно надевать специальные защитные сеточки (рисунок 6).



Рисунок 6. Защита маточников
Figure 6. Protection of queen cells

Заключение. Пчеловодство ценится не только своими питательными, диетическими и лечебными продуктами, но и тем, что пчёлы опыляют энтомофильные сельскохозяйственные культуры, увеличивая их урожай. Поэтому необходима разработка способов развития данной отрасли. Одним из таких способов является искусственное выведение маток на пасеках. Биологические особенности и цикл развития пчёл позволяют выращивать маток искусственным путем. На каждой пасеке пчеловоды должны иметь запасных маток с целью обновления пчелиных семей, что положительно будет сказываться на развитии пасек.

Для хозяйственных нужд искусственным способом получения дополнительных маток необходимо усвоить технологию вывода и с учетом природно-климатических условий установить оптимальные сроки и методы проведения работ.

В результате проведенных работ с учетом природно-климатических особенностей региона, а также биологического цикла и периодов развития пчёл установлены оптимальные методы и сроки искусственного выведения пчелиных маток в условиях Тюменской области. Таким образом, в условиях региона искусственный вывод маток необходимо вести подготовительные работы с 15 по 20 мая, в зависимости от климатических изменений. В этих числах для получения однодневных личинок необходимо на три дня матку поставить в изолятор с сухью. Образование семьи-воспитательниц необходимо начинать после постановки матки в изолятор, то есть от начала кладки маткой яиц. На четвертые сутки семьи-воспитательницы должны быть готовы к приему молодых личинок на маточное воспитание. Полученные маточники можно использовать для образования новых отводков, смены маток в семьях, имеющих старых или дефектных маток, или же содержать в нуклеусы, в которых матки выведутся и потом оплодотворятся. Поместить маточники в клеточки-предохранители и оставить дозревать в этой же или других семьях на пасеке до выхода маток.

В условиях региона более подходящими методами вывода маток являются способы без переноса одно-двухдневных личинок Аллея и с переносом личинок Дулитла-Пратт.

Список источников

1. Жабцев В. М. Пчеловодство // Настольная книга, Москва. 2005. 347–450 с.
2. Земскова, Н. Е. Мельникова Е. Н., Саттаров В. Н. Автоматическая медогонка и полуавтоматическая линия распечатки рамок // Пчеловодство. 2022. № 9. С. 52–54.
3. Зубрилин В. Н. Пчеловодство. Каратузское. 2017. 728 с.
4. Келлер И., Флури П., Имдорф А. Питание пыльцой и развитие пчелиных семей: часть I И. Келлер // Мир пчёл. 2005. Вып. 86. С. 3–10.
5. Ключка Р. Т. Экологические проблемы пчеловодства и возможные пути их решения // 2010 г. <https://vikidalka.ru/2-73579.html> (дата обращения: 07.02.2024).
6. Козин Р. Б., Лебедев В. И., Иренкова Н. В. Биология медоносной пчелы: Санкт-Петербург: Лань. 2022. 320 с.
7. Козин Р. Б., Кривцов Н. И., Лебедев В. И., Масленникова В. М. Пчеловодство // Москва: Лань. 2022. 448 с.
8. Комлацкий В. И., Стрельбицкая О.В., Комлацкий Г. В. Активность пчёл на посевах фацелии // Актуальные тенденции в пчеловодстве и апитерапии XXI века: коллективная монография; под редакцией А. З. Брандорф [и др.]. Рыбное. 2022. С. 103–106.
9. Пашаян С. А. Накопление поллютантов в цветках медоносов // Пчеловодство. 2005. № 1. С. 10–12.
10. Пенкин П. В., Земскова Н. Е., Мещеряков А. Г. Влияние биоконсервантов на ферментационные процессы сенажа // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Том 105. № 4. С. 208–219.
11. Получение качественных молодых пчелиных личинок / <https://selskaja-zhizn.ru/poluchenie-kachestvennyh-molodyh-pchelinyh-lichinok.html> (дата обращения: 07.02.2024).
12. Рожков К. А., Хохрин С. Н., Кузнецов А. Ф. Медоносная пчела. Содержание, кормление и уход: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань. 2023. 432 с.
13. Черевко Ю.А., Аветисян Г.А. Пчеловодство. АСТ. Астель. Москва. 2003. С. 194–257.
14. Шишкина В. В., Пашаян С. А., Калашникова М. В. Микроэлементы в организмах пчелы и клеща варроа // Пчеловодство. 2016. № 2. С. 22–23.
15. Шишкина В. В., Пашаян С. А. Морфофункциональные особенности жилкования крыльев пчёл // Пчеловодство. 2016. № 1. С. 30–31.

References

1. Zhabtsev V. M. Beekeeping // Reference book, Moscow. 2005. 347–450 p.
2. Zemskova, N. E. Melnikova E. N., Sattarov V. N. Automatic honey extractor and semi-automatic frame uncapping line // Beekeeping. 2022. No. 9. P. 52–54.
3. Zubrilin V.N. Beekeeping // textbook for educational institutions of the secondary vocational education 1st ed., Karatuzskoe, 2017. 728 p.
4. Keller I., Flury P., Imdorf A. Pollen nutrition and development of bee colonies: part I I. Keller // World of Bees. 2005. Vol. 86. P. 3–10.
5. Klochka R. T. Environmental problems of beekeeping and possible ways to solve them // 2010. <https://vikidalka.ru/2-73579.html> (access date: 07.02.2024).
6. Kozin R.B., Lebedev V.I., Irenkova N.V. Biology of the honey bee: a textbook // St. Petersburg: Lan, 2022. 320 p.
7. Kozin R.B., Krivtsov N.I., Lebedev V.I., Maslennikova V.M. Beekeeping // Moscow: Lan, 2022. 448 p.

8. Komlatskii V.I., Strelbitskaia O.V., Komlatskii G.V. Activity of bees on phacelia crops // Current trends in beekeeping and apitherapy of the 21st century: collective monograph; edited by A. Z. Brandorf [et al.]. Rybnoe, 2022. P. 103–106.
9. Pashaian S. A. Accumulation of pollutants in honey plant flowers // Beekeeping. – 2005. No. 1. P. 10–12.
10. Penkin P.V., Zemskova N.E., Meshcheriakov A.G. Influence of biopreservatives on the fermentation processes of haylage // Animal husbandry and fodder production. 2022. Vol. 105. No. 4. P. 208–219.
11. Obtaining high-quality young bee larvae / <https://selskaja-zhizn.ru/poluchenie-kachestvennyh-molodyh-pchelinyh-lichinok.html> (access date: 07.02.2024).
12. Rozhkov K. A., Khokhrin S. N., Kuznetsov A. F. Honey bee. Management, feeding and care: textbook // St. Petersburg: Lan, 2023. 432 p.
13. Cherevko Yu.A., Avetisian G.A. Beekeeping // AST, Astel, Moscow, 2003. P. 194–257.
14. Shishkina V.V., Pashaian S.A., Kalashnikova M.V. Microelements in the organisms of bees and Varroa mites // Beekeeping. 2016. No. 2. P. 22–23 .
15. Shishkina V.V., Pashaian S.A. Morphofunctional features of the wing venation of bees // Beekeeping. 2016. No. 1. P. 30–31.

Сведения об авторах

Василий Иванович Комлацкий, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой частной зоотехнии и свиноводства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: kubanagro@list.ru, **ORCID** 0000-0002-0963-8751

Сусанна Арестовна Пашаян, доктор биологических наук, профессор анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Россия, г. Тюмень, e-mail: pashakirak7@list.ru, **ORCID** 0000-0002-2058-0554

Information about the authors

V.I. Komlatskii, Doctor of Agricultural Science, Professor, Head of the Department of Private Animal Science and Pig Breeding, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia, Krasnodar, e-mail: kubanagro@list.ru, **ORCID** 0000-0002-0963-8751
S.A. Pashaian, Doctor of Biological Science, Professor of Anatomy and Physiology, FSBEI HE “Northern Trans-Ural State Agricultural University”, Russia, Tyumen, e-mail: pashakirak7@list.ru, **ORCID** 0000-0002-2058-0554.

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 28.06.2024; одобрена после рецензирования 10.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 28.06.2024; approved after reviewing 10.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 115-127
Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 115-127

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.32/.38.085.55

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.3.17.2024

КОМПЛЕКСНЫЙ ЧИСЛОВОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАРТЕРНЫХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ

**Александр Павлович Марынич, Владимир Владимирович Семенов,
Новруз Муса оглы Джафаров, Константин Александрович Катков**

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

Аннотация. Исследования выполнялись с целью разработки новых программ кормления по основным питательным веществам для ягнят до 4-месячного возраста мясо-шерстного направления продуктивности с использованием комбикормов-стартеров, обогащенных белковыми и углеводно-минеральными кормовыми добавками перерабатывающих отраслей АПК. Экспериментальную часть проводили в СПК колхозе-племзаводе «Восток» Ставропольского края. Разработаны рецепты комбикормов-стартеров для молодняка овец, обогащенных пребиотической углеводно-минеральной кормовой добавкой «ЛактуВет» в количестве 3,0 % от массы комбикорма, высокопротеиновой добавкой «Organic» (5,0 %) и их комбинации в количестве 3,0 и 5,0 %. Оценка комплексного числового показателя (КЧП) на основе обобщенной функции Харрингтона подтвердила наши выводы по разработке рецептур комбикормов-стартеров и их использованию в рационах баранчиков. Включение в комбикорма-стартеры пребиотика «ЛактуВет» и кормовой добавки «Organic» улучшило поедаемость грубых кормов на 21,3; 46,8 и 41,5 % при снижении потребления концентрированных кормов соответственно на 7,4; 8,5 и 20,2 %. Это способствовало большему поступлению питательных веществ в организм животных: сухих веществ – на 6,2–18,7, обменной энергии – на 8,5–13,3, сырого и переваримого протеина соответственно – на 20,5–22,6 и 19,9–21,2 %. Живая масса баранчиков в 4-месячном возрасте составила 40,6–43,3 кг при среднесуточном приросте, насчитывающем 292–317 г, а уровень рентабельности повысился на 2,76–7,83 %.

Ключевые слова: комплексный числовой показатель, метод Харрингтона, кормовые добавки «Organic», «ЛактуВет», молодняк овец, продуктивность, рентабельность.

Для цитирования: Марынич А. П., Семенов В. В., Джафаров Н. М. о. Катков К. А. Комплексный числовой показатель в оценке эффективности использования стартерных комбикормов для молодняка овец // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 115-127. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

**COMPLEX INDEX NUMBER IN ASSESSING THE EFFICIENCY
OF USING STARTER RATION FEED CONCENTRATES FOR YOUNG SHEEP****Aleksandr P. Marynich, Vladimir V. Semenov, Novruz M.o. Dzhafarov., Konstantin A. Katkov**

Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, 356241, Russia, Stavropol Territory, Shpakovsky District, Mikhailovsk, st. Nikonova, 49; e-mail: info@fnac.center

Abstract. The research was carried out with the aim of developing new feeding programs for basic nutrients for lambs up to 4 months of age of the meat and wool type using starter ration feed concentrates enriched with protein, carbohydrate and mineral feed additives from the processing industries of the agro-industrial complex. The research was carried out at the agricultural production co-operative breeding farm “Vostok” in the Stavropol Territory. Recipes have been developed for starter ration feed concentrates for young sheep, which are enriched with the prebiotic carbohydrate and mineral feed additive “LaktuVet” in the amount of 3,0% of the feed concentrate mass, the high-protein additive “Organic” (5,0%) and their combinations in the amount of 3,0 and 5,0%. Evaluation of the complex index number (CIN) based on the generalized Harrington function confirmed our conclusions on the development of starter ration feed concentrate recipes and their use in diets of young rams. The inclusion of the prebiotic “LaktuVet” and the feed additive “Organic” in the starter ration feed concentrate improved the palatability of roughage by 21,3; 46,8 and 41,5% with a decrease in the consumption of concentrated feed by 7,4; 8,5 and 20,2%, respectively. This contributed to a greater supply of nutrients to the animals’ bodies: dry matter – by 6,2 – 18,7%, metabolic energy – 8,5 – 13,3; crude and digestible protein, respectively by 20,5 – 22,6 and 19,9 – 21,2%. The live weight of young rams at 4 months of age was 40,6 – 43,3 kg with an average daily gain of 292 – 317 g and the level of profitability increased by 2,76 – 7,83%.

Key words: complex index number, Harrington method, feed additives “Organic”, “LaktuVet”, young sheep, productivity, profitability.

For citation: Marynich A.P., Semenov V.V., Dzhafarov N.M.o. Katkov K.A. Complex index number in assessing the efficiency of using starter ration feed concentrates for young sheep // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 115-127.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.3.17.2024

Введение. Эффективное развитие отрасли животноводства значительно ускорится с применением компьютерных технологий, обеспечивающих увеличение продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, снижение затрат кормов на единицу продукции и повышение экономических показателей [1].

Комплексный числовой показатель на основе функции Харрингтона разумно сочетает в себе объективные и субъективные параметры. Объективные параметры – измеряемые исходные показатели, характеризующие качество рационов, субъективные – мнение исследователей о наиболее важных исходных параметрах, их весовых коэффици-

циентах и уровнях желательности.

Традиционные методы развития животноводства, основанные на решении задач линейного программирования, позволяют решать частные, локальные задачи оптимизации рационов кормления со структурой кормов нового поколения. Указанные обстоятельства обусловили необходимость дальнейшего совершенствования и развития существующих математических методов и моделей оптимизации животноводства [2].

Несбалансированность или отсутствие в рационе отдельных питательных веществ снижает продуктивность животных, уменьшает конверсию корма, отражается на показателях воспроизводства и физиологического состояния [3].

В системе полноценного кормления овец важное значение отводится обеспеченности их полноценным протеином и биологически активными веществами. Проблема обогащения кормовых рационов высококачественным протеином может быть эффективно решена за счет более широкого применения в рационах животных кормовых добавок нового поколения, в том числе продуктов переработки сырья производств АПК [4, 5].

Многими исследователями отмечается необходимость поиска современных перспективных препаратов для интенсификации овцеводства [6]. С развитием компьютерных технологий методы анализа и прогнозирования продуктивности становятся более доступными для животноводов.

При осуществлении производственного процесса в условиях промышленной технологии на животноводческих фермах даже незначительные изменения в физиологическом состоянии животных должны находить соответствующее отражение в составе рационов, что затруднительно при проведении расчетов на основе традиционных моделей рационов [7].

Недостатком традиционных моделей расчета рационов является необходимость обязательного выполнения условия получения рационов, сбалансированных по всем питательным веществам, в то время как в реальных условиях применяемый при кормлении животных ассортимент кормов в большинстве случаев не способен обеспечить выполнение данного требования. В практике кормления животных часто применяются несбалансированные рационы, которые дефицитны по одним питательным веществам и избыточны по другим в сравнении с оптимальными потребностями животных, что требует соответствующего отражения в математических моделях [8, 9].

Цель исследования – рассчитать эффективность использования комбикормов-стартеров, обогащенных белковой и углеводно-минеральной кормовыми добавками для молодняка овец с применением комплексного числового показателя, построенного на основе обобщенной функции желательности Харрингтона.

При этом ставились следующие основные задачи:

- разработать рецепты комбикормов-стартеров для молодняка овец 0–4-месячного возраста с использованием белковой и углеводно-минеральной кормовых добавок;
- установить влияние комбикормов-стартеров на продуктивность молодняка овец;
- рассчитать эффективность использования комбикормов-стартеров в рационах молодняка овец с применением комплексного числового показателя, построенного на основе обобщенной функции желательности Харрингтона.

Материал и методы исследований. Анализ результатов выращивания баранчиков северокавказской мясо-шерстной породы до 4-месячного возраста с использованием комбикормов-стартеров с применением метода Харрингтона проведен на основе научно-производственного опыта в СПК племзаводе «Восток» Степновского МО (му-

ниципального округа) Ставропольского края. В месячном возрасте сформировали четыре подопытные группы (по 15 голов в каждой) баранчиков, аналогичных по возрасту, живой массе. Животные I контрольной группы получали основной рацион (ОР), принятый в хозяйстве: молоко овцематки, сено эспарцета, суданки, комбикорм-стартер. У аналогов II опытной группы в комбикорме 3,0 % овса заменяли на кормовую добавку «ЛактуВет», у сверстников III опытной группы в комбикорме 5,0 % гороха – на кормовую добавку «Organic». Молодняк овец IV опытной группы получал ОР, в комбикорме которого 3,0 % овса было заменено на кормовую добавку «ЛактуВет» и 5,0 % гороха – на кормовую добавку «Organic». Продолжительность опыта составила 84 суток. Рецепты разработанных комбикормов-стартеров приведены в таблице 1.

Химический состав и питательность кормов, кормовых средств определялся в научной лаборатории «Корма и обмен веществ» Ставропольского ГАУ. Рационы для животных составлялись согласно нормам кормления [10]. Рацион по фактической поедаемости составлялся после проведения ежемесячных контрольных кормлений по двум смежным суткам. Изменение динамики живой массы осуществляли ежемесячно, определяя абсолютный, среднесуточный приросты, а экономическую эффективность выращивания молодняка овец рассчитывали по общепринятой методике. Для оценки рецептур комбикормов применялся комплексный числовой показатель (КЧП) на основе обобщенной функции Харрингтона [11]. В качестве инструментов компьютерной математики применялся интегрированный математический пакет Matlab и табличный процессор MS Excel.

Результаты исследований и обсуждение. С целью выращивания баранчиков северокавказской мясо-шерстной породы на подсосе под матками использовались кормовые средства СПК колхоза-племзавода «Восток»: сено эспарцета и суданки, комбикорма-стартеры, обогащенные кормовыми добавками.

Таблица 1

Рецепты комбикормов-стартеров для молодняка овец

Recipes of starter ration feed concentrates for young sheep

Показатель	Группа			
	I рецепт 1	II рецепт 2	III рецепт 3	IV рецепт 4
Состав комбикорма, %:				
Зерно овса	30,0	27,0	30,0	27,0
Зерно ячменя	30,0	30,0	30,0	30,0
Зерно пшеницы	29,0	29,0	29,0	29,0
Зерно гороха	10,0	10,0	5,0	5,0
КД «ЛактуВет»	–	3,0	–	3,0
КД «Organic»	–	–	5,0	5,0
Премикс П80-1-898*	1,0	1,0	1,0	1,0
Содержится:				
ЭКЕ	1,10	1,07	1,15	1,12
Сухое вещество, кг	0,87	0,87	0,87	0,87
Обменная энергия, МДж	11,0	10,7	11,5	11,2
Сырой протеин, г	141,0	138	173	169
Переваримый протеин, г	111,0	109	141	138
Лизин, г	5,1	5,0	5,9	5,8
Метионин + цистин, г	3,9	3,8	4,2	4,1

<i>Продолжение таблицы 1</i>				
Сахар, г	45,0	56	42	53
Сырая клетчатка, г	59,0	56	56	54
Кальций, г	1,4	1,3	1,4	1,3
Фосфор, г	3,4	3,3	3,2	3,1
Сера, г	2,2	2,2	2,2	2,2
Магний, г	1,1	1,1	1,0	1,0
Йод, мг	1,4	1,4	1,4	1,4
Кобальт, мг	1,2	1,2	1,2	1,2
Медь, мг	6,0	7,9	5,7	5,5
Марганец, мг	45,4	45,7	45,8	44,0
Цинк, мг	34,7	34,0	33,6	32,8
Железо, мг	48,1	47,0	84,0	82,0
Каротин, мг	3,3	3,3	3,3	3,3
Витамин D, МЕ	202,7	202,7	201,3	201,3
Витамин E, мг	12,5	12,5	12,5	12,5

Протеиновая кормовая добавка «Organic» является продуктом переработки кожевенного производства с содержанием сухого вещества (92,9 %), сырого протеина (83,0 %), ЭКЕ (2,14); лизина (3,03 %), метионина с цистином (1,11 %), марганца (0,52 %), цинка (0,41 %) [4].

Углеводно-минеральная кормовая добавка «ЛактуВет» содержит 97,5 % сухого вещества, в том числе не менее 14,3 % дисахарида лактулозы (пребиотик), не менее 25,2 % лактозы, не менее 12,5 % монозы (галактозы, глюкозы) [12, 13, 14].

Расчеты комплексного числового показателя (КЧП) на основе обобщенной функции Харрингтона рецептов комбикормов-стартеров производили по четырём показателям: сухому веществу, обменной энергии, сырому протеину, сахару.

Сухое вещество (СВ) считается носителем питательных веществ, доставляющих животному пластический материал для построения или обновления тканей и обеспечивающих здоровье. СВ рациона должно быть оптимально насыщено питательными веществами, так как низкая их концентрация в нем приводит к снижению продуктивности. СВ, избыточно насыщенное питательными веществами, сопровождается нарушением обмена веществ, их усвоения, что может привести к заболеваниям и увеличению стоимости рациона [15].

Обменная энергия (ОЭ) занимает центральное место в общей схеме превращения энергии и характеризует ту ее часть, которая используется животным для обеспечения жизнедеятельности и образования продукции.

Сырой протеин (СП) состоит из белка и амидов. Общее его содержание устанавливается путем определения в корме азота и умножением на 6,25.

Сахара представлены в растительных кормах моносахаридами (глюкоза и фруктоза) и дисахаридами (мальтоза и тростниковый сахар). Глюкоза – наиболее важный источник энергии в клетках животных. Важное свойство сахаров (моносахаридов) – способность их вступать в реакцию с фосфорной кислотой, образуя энергетические комплексы в промежуточном обмене.

Вычисление комплексного числового показателя производили, используя следующие питательные вещества:

- Отводя доминирующую роль СП (50 %), акцентировали внимание на важности белков, составляющих основу жизнедеятельности любых организмов.
- ОЭ (20 %) – процесс усвоения организмом питательных веществ корма, направленных на поддержание жизнедеятельности и производство продукции животными.
- СВ (19 %) – носитель питательной ценности и обменной энергии корма. Чем выше в корме содержание сухого вещества, тем выше его питательность. В то же время питательные свойства сухого вещества во многом определяются его качественным и количественным составом. Если сухое вещество корма содержит все необходимые животному питательные вещества в доступном для него виде, то такое сухое вещество усваивается в организме полностью.
- Сахара (11 %) – глюкоза, фруктоза, лактоза, мальтоза и другие сахара – представляют собой группы углеводов, которые, наряду с белками и жирами, являются ключевыми элементами для любого живого организма; служат источником энергии для животных; улучшают вкусовые качества корма; обеспечивают сохранение текстуры и мягкости продукта в течение всего срока хранения. Некоторые сахара играют важную роль в питании животных. Например, глюкоза выступает основным источником энергии для клеток организма, в то время как лактоза играет решающую роль на стадии раннего развития.

Вышеперечисленные ингредиенты являются одним из основных составляющих рациона животных, от сбалансированности которых зависят физиологические процессы, происходящие в организме: функциональное состояние, рост и развитие, количество и качество производимой продукции.

Для построения КЧП применяется обобщенная функция Харрингтона [2, 11]. Обобщенная функция желательности устанавливает её зависимость (d) от безразмерной

величины, называемой частным показателем ($\hat{Y}$). Соотношение между величинами d и $\hat{Y}$ устанавливается выражением [2, 11]:

$$d = \exp \left[-\exp \left(-\hat{Y} \right) \right] \quad (1)$$

Величина d изменяется в диапазоне от нуля до единицы. Вся шкала желательности разделена на пять качественных оценок (уровней): «очень плохо», «плохо», «удовлетворительно», «хорошо», «очень хорошо».

Значение $\hat{Y}$ соответственно определяется на основании выражения:

$$\hat{Y} = \ln \left(\ln \left(\frac{1}{d} \right)^{-1} \right) \quad (2)$$

Комплексный числовой показатель рецептур рациона питания (D) рассчитывается на основании желательности выбранных и указанных выше четырех показателей, входящих в оценку рецептур рациона питания. Выражение для расчета величины D для каждой j -й рецептуры комбикорма имеет вид [2, 11]:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i^{k_i}}, \quad (3)$$

где n – количество показателей, участвующих в оценке рецептур;

d_i – значение желательности для каждого i -го показателя;

k_i – весомость i -го показателя.

Таким образом, для расчета КЧП необходимо определить значения желательности и весомость каждого показателя, входящего в оценку рецептур рациона питания. Подробно алгоритм расчета КЧП изложен в работах [2, 11].

В данной работе будут рассчитаны три различных КЧП рецептур рационов питания:

1. КЧП рецептур комбикормов-стартеров;
2. КЧП рецептур по результатам поедаемости кормов;
3. КЧП рецептур по результатам продуктивности животных.

Следует отметить, что значение КЧП – относительная безразмерная величина, позволяющая ранжировать оцениваемые объекты (в данном случае рецептуры комбикорма) и определить их взаимное соотношение.

Исходные данные для расчета КЧП рецептур комбикормов-стартеров и КЧП результатов поедаемости кормов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета КЧП энергетической ценности и поедаемости кормов

Table 2

Initial data for calculating the complex index number of energy value and palatability of feed

Название рецептур	Показатель			
	обменная энергия, МДж	сырой протеин, г	сухое вещество, кг	сахар, г
Для КЧП энергетической ценности				
Рецепт 1	11,0	141	0,87	45
Рецепт 2	10,7	138	0,87	56
Рецепт 3	11,5	173	0,87	42
Рецепт 4	11,2	169	0,87	53
Для КЧП по результатам фактической поедаемости кормов				
Рецепт 1	16,5	195	1,6	57
Рецепт 2	16,5	196	1,7	63
Рецепт 3	18,7	239	1,9	56
Рецепт 4	17,9	235	1,8	63

Значения исходных показателей для различных уровней желательности представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения показателей для различных уровней желательности

Table 3

Values of indicators for different levels of desirability

Показатель	Уровень желательности <i>d</i>									
	очень плохо		плохо		удовлетворительно		хорошо		очень хорошо	
	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до
	0,01	0,2	0,21	0,36	0,37	0,62	0,63	0,79	0,8	0,95
Для КЧП энергетической ценности										
Обменная энергия, МДж	7,1	7,9	8,0	8,9	9,0	10,0	10,1	11,4	11,5	12,3
Сырой протеин, г	80	99	100	119	120	140	141	159	160	175
Сухое вещество, кг	0,42	0,58	0,59	0,70	0,71	0,81	0,82	0,85	0,86	0,90
Сахар, г	19	24	25	34	35	40	41	50	51	60
Для КЧП по результатам фактической поедаемости кормов										
Обменная энергия, МДж	13,5	14,4	14,5	15,4	15,5	16,5	16,6	17,5	17,6	18,7
Сырой протеин, г	137	156	157	177	178	198	199	219	220	240
Сухое вещество, кг	0,95	0,97	0,98	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
Сахар, г	36	41	42	47	48	53	54	59	60	65

Весовые коэффициенты используемых исходных показателей для расчета КЧП рецептур комбикормов-стартеров и КЧП результатов поедаемости кормов, показанные в таблице 4, являются одинаковыми.

Таблица 4

Весовые коэффициенты показателей

Table 4

Weight coefficients of indicators

Показатель	Весовой коэффициент	Ранг
Обменная энергия	0,20	3
Сырой протеин	0,40	1
Сухое вещество	0,25	2
Сахар	0,15	4

Исходные данные для расчета КЧП рецептур по результатам продуктивного действия комбикормов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Исходные данные для расчета КЧП рецептур комбикормов
по результатам продуктивности животных

Table 5

Initial data for calculating the complex index number of feed concentrate recipes
based on animal productivity results

название рецептур	Показатель продуктивности за 84 суток		
	живая масса, кг	абсолютный прирост, кг	среднесуточный при- рост, г
Рецепт 1	39,8	23,4	279
Рецепт 2	40,6	24,5	292
Рецепт 3	41,9	25,4	302
Рецепт 4	43,3	26,6	317

Значения исходных показателей для различных уровней желательности при рас-
чете КЧП рецептур комбикормов по результатам продуктивности баранчиков даны в
таблице 6.

Таблица 6

Значения показателей для различных уровней желательности

Table 6

Values of indicators for different levels of desirability

Показатель Продуктив- ности	Уровень желательности <i>d</i>									
	очень плохо		плохо		удовлетвори- тельно		хорошо		очень хорошо	
	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до
	0,01	0,2	0,21	0,36	0,37	0,62	0,63	0,79	0,8	0,95
Живая масса, кг	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Абсолют- ный при- рост, кг	17,3	19,8	19,9	21,4	21,5	23	23,1	24,6	24,7	26,5
Среднесуточ- ный при- рост, г	208	228	229	249	250	270	271	291	292	317

Весовые коэффициенты используемых исходных показателей для расчета КЧП
рецептур комбикормов по результатам продуктивности животных продемонстрированы в
таблице 7.

Таблица 7

Весовые коэффициенты показателей

Table 7

Weight coefficients of indicators

Показатель	Весовой коэффициент	Ранг
Живая масса	0,34	1
Абсолютный прирост	0,33	2
Среднесуточный прирост	0,33	2

Результаты расчета указанных трех комплексных числовых показателей представлены в таблице 8.

Таблица 8

Значения комплексных числовых показателей

Table 8

Values of complex index numbers

Название рецеп- та	Значения КЧП (D)		
	энергетическая ценность	фактическая поедае- мость	продуктивность живот- ных
Рецепт 1	0,935	0,783	0,867
Рецепт 2	0,936	0,796	0,913
Рецепт 3	0,960	0,932	0,948
Рецепт 4	0,968	0,925	0,973

Более наглядно результаты расчета КЧП можно представить в виде диаграммы (рисунок 1). На рисунке арабскими цифрами обозначены номера рецептур рациона кормов, для которых рассчитывались комплексные числовые показатели. Анализ данных на рисунке 1 показывает, что:

- существенной разницы между рецептурами комбикормов-стартеров по энергетической ценности нет;
- при фактическом потреблении энергии рациона группой 1 животных было потреблено наименьшее количество энергии, между группами 3 и 4 существенная разница отсутствует;
- наибольший показатель по продуктивности получен в группе 4 при меньших затратах энергии на прирост, по сравнению с группой 3, и наименьший показатель продуктивности – в группе 1.

Уровень рентабельности выращивания молодой баранины при использовании в рационах разработанных рецептов комбикормов, обогащенных высокобелковой и углеводно-минеральной кормовыми добавками, составила по группам: 20,9 % – I контрольная, 23,6 % – II опытная; 25,8 % – III опытная; 28,7 % – IV опытная. При включении кормовых добавок в комбикорма опытных групп животных увеличился уровень рентабельности, по сравнению с контрольной группой, на 2,7–7,8 %.

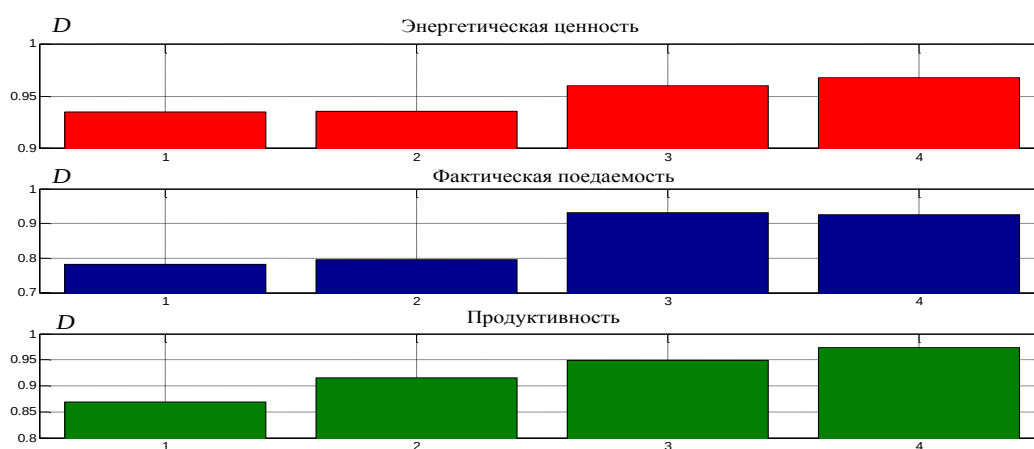


Рисунок 1. Значения КЧП энергетической ценности, фактической поедаемости и продуктивности баранчиков для различных рецептур комбикормов
Figure 1. Values of the complex index number of energy value, actual palatability and productivity of young rams for various formulas of feed concentrates

Заключение. Анализ комплексного числового показателя (КЧП) на основе обобщенной функции Харрингтона подтвердил наши выводы по разработке рецептов комбикормов-стартеров и их использованию в рационах баранчиков 0–4 месячном возрасте по улучшению поедаемости кормов, увеличению продуктивности животных и уровня рентабельности производства молодой баранины. Максимальная продуктивность животных установлена при использовании комбикормов-стартеров с включением кормовых добавок: 3,0 % – «ЛактуВет» и 5,0 % – «Organic».

Список источников

1. Гатаулин А. М., Куценко А. И. Оптимизация параметров производства при откорме скота на комплексах // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2006. № 9. С. 17–20.
2. Катков К. А., Омаров А. А. Использование метода обобщенного показателя качества при оценке мелкого рогатого скота // Вестник Аграрной науки. 2020. № 4 (85). С. 56–65.
3. Кормление овец: монография / Б. Т. Абилов, А. П. Марынич, В. В. Кулинцев, В. В. Семенов и др. – Ставрополь: ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа». 2021. 202 с.
4. Траисов Б. Б., Юлдашбаев Ю. А., Есенгалиев К. Г. Пути повышения продуктивности полутонкорунных овец в Западно-Казахстанской области // Аграрная наука. 2022. № 1. С. 48–53.
5. Применение кормовых добавок перерабатывающих отраслей АПК в рационах овец мясо-шерстного направления продуктивности: монография / А. П. Марынич, Б. Т. Абилов, А. И. Суров, В. В. Семенов и др. Ставрополь: «Ставрополь-Сервис-Школа». 2023. 185 с.
6. Effects of high-protein feed supplements on lamb productivity / A.P. Marynich, B.T. Abilov, V.V. Semenov, N.M.O. Dzhaferov et al. // Foods and Raw Materials. 2022. 10 (1). С. 185–194.
7. Влияние пробиотиков нового поколения «Бифидум СХЖ» и «ЗооНорм» на продуктивность молодняка овец / В. А. Погодаев, И. Г. Рачков, Л. В. Кононова, Л. М. Смирнова и др. // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 130–141.
8. Двалишвили В. Г. Уровень кормления и продуктивность российского типа овец эдильбаевской породы // Зоотехния. 2020. № 5. С. 10–14.
9. Влияние кормовой добавки «Энервит» на мясную продуктивность баранчиков дагестанской горной породы / А. Н. Арилов, Ю. А. Юлдашбаев, А. М. Абдулмуслимов и др. // Зоотехния. 2021. № 10. С. 11–14.
10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова и др. Москва. 2003. С. 220–221.
11. Пичкалев А. В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств // Исследования наукограда. 2012. № 1 (1). С. 25–28.
12. Горлов И. Ф., Сложенкина М. И. Применение лактулозосодержащих препаратов в животноводстве и при переработке животноводческой продукции: монография. Волгоград: ООО «СФЕРА». 2020. 152 с.
13. Эффективность применения мелассы молочного сахара в кормопроизводстве / А. Г. Храмцов и др. // Современная наука и инновации. Ставрополь-Пятигорск. Вып. 2 (34).

2021. С. 138–145.

14. Физиологические эффекты, механизмы действия и применения лактулозы / С. А. Рябцева, А. Г. Храпцов, Р. О. Будкевич, Г. С. Анисимов и др. // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 2. С. 5–20.

15. Трухачев В. И., Злыднев Н. З., Подколзин А. И. Кормление сельскохозяйственных животных на Северном Кавказе: монография: Изд. 5-е, перераб. и доп. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та. 2016. 332 с.

References

1. Gataulin A.M., Kutsenko A.I. Optimization of production parameters when fattening livestock on complexes: // Economy of agricultural and processing enterprises. No.9, 2006. P. 17–20.

2. Katkov K.A., Omarov A.A. Using the composite quality measure method in assessing small cattle // Bulletin of Agrarian Science. 2020. No. 4 (85), P. 56-65.

3. Abilov B.T., Marynich A.P., Kulintsev V.V., Semenov V.V. et al. Sheep feeding: monograph – Stavropol: FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”; publishing house “Stavropol-Service-School”, 2021. 202 p.

4. Traisov B.B., Yuldashbaev Yu.A., Yesengaliev K.G. Ways to increase the productivity of semi-fine fleece sheep in the West Kazakhstan Region //Agrarian Science: Moscow, 2022. No. 1. P.48–53.

5. Marynich A.P., Abilov B.T., Surov A.I., Semenov V.V. et al. Use of feed additives from the processing industries of the agro-industrial complex in the diets of sheep of the meat and wool types: monograph – Stavropol: FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”; publishing house “Stavropol-Service-School”, 2023. – 185 p.

6. Effects of high-protein feed supplements on lamb productivity / A.P. Marynich , B.T. Abilov , V.V. Semenov., N.M.O.Dzhafarov et al. // Foods and Raw Materials, 2022, 10 (1), P. 185–194.

7. Pogodaev V.A., Rachkov I.G., Kononova L.V., Smirnova L.M. et al. Influence of new generation probiotics “Bifidum FA” and “ZooNorm” on the productivity of young sheep // Agricultural Journal. 2024. No. 1 (17). P.130–141.

8. Dvalishvili V.G. Level of feeding and productivity of the Russian type of sheep of the Edilbaev breed // Zootechniya. 2020. No. 5. P.10–14.

9. Arilov A.N., Yuldashbaev Yu.A., Abdulmuslimov A.M. et al. Influence of the feed additive “Enervit” on the meat productivity of young rams of the Dagestan Mountain breed // Zootechniya. 2021. No. 10. P.11–14.

10. Norms and rations for feeding farm animals. Reference manual. 3rd edition revised and expanded / Ed. by A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. Shcheglova et al. Moscow, 2003. P. 220–221.

11. Pichkalev A.V. Generalized Harrington desirability function for comparative analysis of technical means // The Research of the Science City. 2012. No. 1(1), P. 25 – 28.

12. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I. Use of lactulose containing preparations in animal husbandry and in the processing of animal products: monograph – Volgograd: SFERA LLC, 2020. – 152 p.

13. Khramtsov A.G. et al. Efficiency of using milk sugar molasses in feed production // Modern science and innovations. – Stavropol-Pyatigorsk. Issue 2 (34). 2021. P. 138–145.

14. Ryabtseva S.A., Khramtsov A.G., Budkevich R.O., Anisimov G.S. et al. Physiological effects, mechanisms of action and use of lactulose // Problems of Nutrition. 2020. V.89. No. 2. P.5–20.

15. Trukhachev V.I., Zlydnev N.Z., Podkolzin A.I. Feeding of farm animals in the North Caucasus: monograph: Ed. 5th, updated and revised – Stavropol: AGRUS Stavropol State Agrarian University, 2016. – 332 p.

Информация об авторах

Марынич Александр Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом кормления и кормопроизводства, 356241, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, тел.: 8(918)768-42-40, email: marap61@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5030-9263

Семенов Владимир Владимирович, доктор сельскохозяйственных, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства, 356241, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, тел.: 8(918)747-36-77, email: V.V.S.-26@mail.ru; ORCID 0000-0001-8520-7083

Джафаров Новруз Муса оглы, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства, 356241, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, тел.: 8(918)750-76-55; e-mail: novruz63@mail.ru; ORCID 0000-0003-2581-7896

Катков Константин Александрович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, 356241, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, тел.: 8(918)861-98-02, e-mail: kkatkoff@mail.ru; ORCID 0000-0003-4734-8656

Information about the authors

A.P. Marynich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Feeding and Forage Production, 356241, Mikhailovsk, st. Nikonova, 49, tel. 8(918) 768-42-40, e-mail: marap61@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5030-9263;

V.V. Semenov, Doctor of Agriculture, Professor, Chief Researcher of the Department of Feeding and Forage Production, 356241, Mikhailovsk, st. Nikonova, 49, tel. 8(918) 747-36-77, e-mail: V.V.S.-26@mail.ru; ORCID 0000-0001-8520-7083;

N.M.o. Dzhaifarov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Feeding and Forage Production, 356241, Mikhailovsk, st. Nikonova, 49, tel. 8(918) 750-76-55; e-mail: novruz63@mail.ru; ORCID 0000-0003-2581-7896;

K.A. Katkov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, 356241, Mikhailovsk, st. Nikonova, 49, tel. 8-(918)-861-98-02, e-mail: kkatkoff@mail.ru; ORCID 0000-0003-4734-8656

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

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

Статья поступила в редакцию 12.08.2024; одобрена после рецензирования 20.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 12.08.2024; approved after reviewing 20.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 128-137

Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 128-137

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.32/.38.087.7

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.3.17.2024

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКОВ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ

Владимир Аникеевич Погодаев, Игорь Геннадьевич Рачков,

Елена Александровна Киц

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

Аннотация. В последнее время в животноводстве значительно вырос интерес к пробиотическим препаратам. Это объясняется тем, что они позволяют одновременно решить несколько задач: повысить продуктивность животных за счет улучшения процессов пищеварения и, следовательно, повысить рентабельность производства продуктов животноводства. Целью исследований авторов стало установление влияния пробиотиков на основе бифидобактерий на морфологические и биохимические показатели крови молодняка овец. Исследования проводились в КФХ «Арл» Яшкульского района Республики Калмыкия в 2023 году. Баранчики контрольной группы получали рацион без введения препарата, а животные опытной группы дополнительно к основному рациону – разные дозировки пробиотиков «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм». Межгрупповой анализ показал, что 6-месячные баранчики опытной группы превосходили своих сверстников контрольной группы по концентрации общего белка на 7,6 %, по содержанию альбуминовой фракции – на 10,3 % ($P > 0,99$) и глобулинов – на 5,8 % ($P > 0,99$). В 6-месячном возрасте молодняк II группы отличался более высокой активностью ферментов переаминирования и опережал сверстников контрольной группы по АЛТ и АСТ на 17,52 и 6,14 % ($P > 0,95$). В 5-месячном возрасте баранчики II опытной группы превосходили аналогов I контрольной группы по живой массе на 2,50 кг ($P > 0,99$), а в 6-месячном возрасте – на 5,7 кг, или 14,1 % ($P > 0,999$). Использование в рационе кормления молодняка овец пробиотиков на основе бифидобактерий «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» улучшает белковый метаболизм, способствует лучшей конверсии корма, а следовательно, и более интенсивному приросту живой массы животных.

Ключевые слова: баранчики, рост, пробиотики, гематологические показатели, белковый метаболизм.

Для цитирования: Погодаев В. А., Рачков И. Г., Киц Е. А. Влияние пробиотиков на морфологические и биохимические показатели крови молодняка овец // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 128-137.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

EFFECT OF PROBIOTICS ON MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF YOUNG SHEEP**Vladimir A. Pogodaev, Igor G. Rachkov, Elena A. Kits**

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

Abstract. Recently, interest in probiotic preparations has grown significantly in animal husbandry. This is explained by the fact that they allow several problems to be solved simultaneously: increasing animal productivity by improving digestion processes and, consequently, increasing the profitability of production of livestock products. The aim of the authors' research was to establish the influence of probiotics based on bifidobacteria on the morphological and biochemical parameters of the blood of young sheep. The research was conducted in the peasant farm enterprise “Arl” of the Yashkulsky District, the Republic of Kalmykia in 2023. The young rams of the control group had a diet without the preparation, and the animals of the experimental group received different dosages of probiotics “Bifidum FA” and “Zoonorm” in addition to the main diet. The intergroup analysis showed that the 6-month-old young rams of the experimental group exceeded their flockmates of the control group in terms of total protein concentration by 7.6%, in terms of albumin fraction – by 10.3% ($P > 0.99$), and globulins by 5.8% ($P > 0.99$). At 6 months of age, the young animals of the group II had a higher enzyme activity of transamination and exceeded the flockmates of the control group in ALT and AST by 17.52 and 6.14% ($P > 0.95$). At 5 months of age, the young rams of the experimental group II exceeded the analogues of the control group I in live weight by 2.50 kg ($P > 0.99$) and at 6 months of age – by 5.7 kg or 14.1% ($P > 0.999$). The use of probiotics based on bifidobacteria “Bifidum FA” and “Zoonorm” in the diet of feeding young sheep improves protein metabolism, promotes better feed conversion, and therefore a more intensive increase in animal live weight.

Keywords: young rams, growth, probiotics, hematological parameters, protein metabolism.

For citation: Pogodaev V.A., Rachkov I.G., Kits E.A. Effect of probiotics on morphological and biochemical blood parameters of young sheep // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 128-137. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.3.17.2024

Введение. В настоящее время овцеводство является одной из ведущих отраслей АПК, развитию которой уделяют большое внимание в России. Успешная адаптация овцеводства к современным условиям внешнего и внутреннего рынков обусловлена необходимостью разработки новых технологических приемов выращивания животных, поэтому учеными ведется активный поиск новых подходов к технологии выращивания овец [1, 2].

Условия содержания и рациональное научно-обоснованное кормление, как и генетически обусловленные потомственные качества животных, считаются основополагающими факторами, оказывающими влияние на повышение продуктивности в овцеводстве [3, 4]. Возросший в животноводстве в последнее время интерес к пробиотиче-

ским препаратам объясняется тем, что позволяет одновременно решить несколько задач: за счет улучшения процессов пищеварения повысить продуктивность животных и, следовательно, повысить экономическую рентабельность производства продуктов животноводства [5–7].

Пробиотики – это микроорганизмы, которые за счет антимикробной секреции, конкурентной адгезии к эпителию и слизистой оболочки, усиления эпителиального барьера кишечника и регуляторного воздействия на иммунную систему улучшают процесс пищеварения и конверсию корма. [8-9].

Поскольку кровь, циркулируя в кровеносных сосудах живого организма, отражает состояние гомеостаза животных [10], установление ее показателей очень важно при изучении влияния различных препаратов на организм животных.

Цель наших исследований – установить влияние пробиотиков на основе бифидобактерий на морфологические и биохимические показатели крови молодняка овец.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт проводился в КФХ «Арл» Яшкульского района Республики Калмыкия в 2023 году.

Для организации научно-хозяйственного опыта по принципу пар-аналогов с учетом возраста, живой массы и породы отобрали 26 баранчиков калмыцкой курдючной породы 4-месячного возраста и разделили на две группы по 13 голов в каждой. Все животные находились в одинаковых условиях содержания. Схема использования «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на молодняке овец приведена в табл. 1.

Таблица 1
Схема использования «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на молодняке овец
Table 1

Scheme of using “Bifidum FA” and “Zoonorm” on young sheep

Период	I контрольная группа (баранчики)	II опытная группа ОР + пробиотики (баранчики)	
		доза и способы введения	курс применения
3 сут. до отбивки – 3 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	50×10^7 КОЕ (50 доз)/1 голову «Зоонорм» с водой	Ежедневно
4–23 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	20×10^7 КОЕ (20 доз)/1 голову «Бифидум СХЖ» с водой	Ежедневно
30–35 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	50×10^7 КОЕ (50 доз) /1 голову «Зоонорм» с водой	Ежедневно
36–55 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	30×10^7 КОЕ (30 доз) /1 голову «Бифидум СХЖ» с водой	Ежедневно
<i>Примечание.</i> ОР – основной рацион.			

Рационы кормления животных составлялись из одних и тех же кормов согласно рекомендуемым нормам Россельхозакадемии с учетом возраста, живой массы баранчиков и химического состава кормов хозяйства. В состав рациона входили следующие корма: сено злаково-бобовое, дерть ячменная, шрот подсолнечниковый, белково-углеводно-минеральный комплекс.

По энергетической питательности и содержанию основных питательных веществ они были одинаковыми и отличались между группами только количеством кормовых добавок «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм». Баранчики контрольной группы получали рацион без введения препарата, а животные опытной группы дополнительно к основному рациону – разные дозировки «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм».

С целью изучения влияния различных доз «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на обмен веществ и состояние здоровья подопытных баранчиков исследовали их кровь, которую брали у трех животных из каждой группы утром до кормления.

Работы по оценке морфологических и биохимических показателей крови баранчиков калмыцкой курдючной породы проводили на базе лаборатории ветеринарной медицины Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Материалом исследований служили кровь и её сыворотка.

Забор крови осуществляли при получении промеров стати животных в утренние часы из яремной вены в моноветы с антикоагулянтом К₃-ЭДТА и в моноветы для получения сыворотки крови. Исследования морфологических показателей крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе URET-320, определяя в сыворотке крови животных биохимические параметры, характеризующие уровень белкового обмена (общий белок, белковые фракции, активность ферментов переаминирования) по общепринятым методикам их определения [11–13].

Цифровой материал был обработан на компьютере с использованием программы «Статистика» версия 2,6. Разница по средним показателям между группами считается достоверной при уровне вероятности ($P < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение полученного морфологического состава крови указало на незначительные различия между опытной и контрольной группой в 4-месячном возрасте молодняка (таблица 2). В дальнейшем по анализу полученных результатов в крови 6-месячных экспериментальных животных установили, что все морфологические показатели крови подопытных овец находились в пределах физиологической нормы, но вместе с тем имелись некоторые различия по отдельным морфологическим показателям.

Так, молодняк II группы в 6 месяцев имел высоко достоверно большую, на 8,51 % ($P > 0,99$), концентрацию в крови гемоглобина (таблица 2). Зная, что за счет транспорта гемоглобином кислорода в кровь данный показатель выступает неотъемлемой частью изучения одного из основных физиологических процессов, обеспечивающих жизнедеятельность организма животных, можно предположить, что в организме животных окислительные и обменные процессы будут происходить наиболее интенсивнее, чем в организме контрольных сверстников. Данное превосходство объясняется бóльшим, на 17,66 % ($P > 0,99$), количеством эритроцитов в крови опытных животных по отношению к контрольному показателю. Эритроциты, являясь наиболее многочисленной группой форменных элементов, обладают структурой, хорошо подходящей для переноса кислорода, поскольку не содержат ядра и других внутриклеточных органелл, и могут рассматриваться как деформирующаяся сумка, заполненная гемоглобином, легко проникающая через клеточные мембраны.

Таблица 2

Морфологический состав крови баранчиков, (n = 6)

Table 2

Morphological composition of blood of young rams, (n = 6)

Показатель	Группа		Норма
	I контрольная	II опытная	
4 месяца			
Гемоглобин, г/л	101,50±2,10	100,80±2,60	80–160
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	10,77±0,59	11,00±0,73	6,0–14,0
СОЭ, мм/час	0,3±0,01	0,4±0,01	0–0,5
Эритроциты, 10 ¹² /л	10,03±0,42	10,56±0,30	8–16
6 месяцев			
Гемоглобин, г/л	119,80±5,48	130,00±8,83**	80–160
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	11,81±0,70	12,25±0,59	6,0–14,0
СОЭ, мм/час	0,4±0,006	0,3±0,005	0–0,5
Эритроциты, 10 ¹² /л	11,04±0,26	12,99±0,30**	8–16

Примечание. Здесь и далее: * – $P > 0,95$; ** – $P > 0,99$; *** – $P > 0,999$

В крови животных опытной группы в 6-месячном возрасте на 3,72 % содержалось больше лейкоцитов, чем у сверстников контрольной группы. С учетом того, что лейкоциты считаются форменными элементами крови, цель которых – восполнительный ответ организма в ограничении и контроле повреждения, удаление потенциально патогенных факторов (бактерий, вирусов, грибов, простейших), можно предположить, что опытные животные будут обладать более сильным иммунитетом.

По содержанию СОЭ разница между группами оказалась несущественной, а, поскольку изменение данного показателя объясняется тенденцией эритроцитов преодолевать их обычное отталкивание и агрегирование [14, 15], можно сделать вывод, что введение в рацион молодняка овец кормовых добавок «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» не приводит к изменению структуры эритроцитов и их агрегации.

Таким образом, повышенное содержание в крови опытных овец гемоглобина, лейкоцитов и эритроцитов говорит об активизации окислительно-восстановительных процессов в организме и подтверждает более высокие показатели их роста.

Общий белок в сыворотке крови отражает процессы обмена веществ в организме и определяет продуктивность животных. Кроме того, белки крови выполняют пластическую функцию, переносят питательные вещества для нормальной жизнедеятельности организма, на них лежит защитная функция организма.

В наших исследованиях установлено, что содержание общего белка в сыворотке крови с возрастом повышалось и находилось в пределах физиологической нормы. Нахождение данного показателя в пределах нормы указывает на хорошо сбалансированный рацион животных по протеину.

В 4-месячном возрасте, при постановке на опыт, содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови ягнят I и II групп не имело существенных различий (таблица 3). Вместе с тем при анализе результатов биохимических исследований по данным показателям нами было установлено их возрастное увеличение в крови всех экспериментальных животных: показатели 6-месячных животных увеличились в контрольной группе по концентрации общего белка на 3,7 %, по содержанию альбуминовой фракции – на 2,1 %. В крови аналогов опытной группы данное превосходство составляло 11,5 % и 11,2 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3

Содержание общего белка и белковых фракций в сыворотки крови баранчиков (n = 6)

Table 3

Content of total protein and protein fractions in the blood serum of young rams (n = 6)

Показатель	Группа	
	I контрольная	II опытная
4 месяца		
Общий белок, г/л	64,95±0,20	65,03±0,10
Альбумины, г/л	26,85±0,60	27,20±0,50
Глобулины, г/л в том числе:	38,10±0,50	37,83±0,50
α	10,60±0,35	11,03±0,25
β	11,32±0,54	12,18±0,22
γ	16,18±0,80	14,62±0,27
Белковый индекс (А/Г)	0,70±0,02	0,72±0,02
6 месяцев		
Общий белок, г/л	67,35±0,20	72,50±0,40**
Альбумины, г/л	27,41±0,60	30,24±0,50*
Глобулины, г/л в том числе:	39,94±0,50	42,26±0,50*
α	10,62±0,31	11,18±0,14
β	12,30±0,66	13,94±0,54
γ	17,02±0,48	17,14±0,34
Белковый индекс (А/Г)	0,69±0,02	0,72±0,03

Межгрупповой анализ показал, что 6-месячные баранчики опытной группы опережали сверстников контрольной группы по этим показателям на 7,6 % и 10,3 % ($P > 0,99$) соответственно. Такое изменение содержания общего белка и альбуминов в крови экспериментальных животных указывает на то, что в 6-месячном возрасте при одинаковом рационе, но использовании добавок «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» баранчики обладали более интенсивным приростом живой массы (рис.).

Глобулины, являясь носителями антител и выполняя защитную функцию, играют не последнюю роль при оценке иммунного статуса живого организма.

Общее количество глобулинов в сыворотке крови молодняка опытной группы в 6-месячном возрасте было достоверно больше, чем в контрольной группе, на 5,8 % ($P > 0,99$). При этом значения глобулиновых фракций (α-, β-, γ-глобулины) не имели существенных различий.

Активность аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) находилась в пределах нормального физиологического состояния, что говорит об отсутствии патологических состояний в функционировании печени и сердца животных, а также о том, что в их питании не наблюдалось длительного дефицита белка (табл. 4).

В 4-месячном возрасте, при постановке на опыт, различий между группами по активности АЛТ и АСТ не выявлено. Однако в 6-месячном возрасте молодняк II группы отличался более высокой активностью ферментов переаминирования и превосходил сверстников контрольной группы по АЛТ и АСТ на 17,52 и 6,14 % ($P > 0,95$).

Изучение динамики роста баранчиков свидетельствует о значительном превосходстве животных, получавших в рационе препараты «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» (рис.).

Таблица 4
Активность ферментов переаминирования в сыворотке крови молодняка овец (n = 6)

Table 4

Enzyme activity of transamination in the blood serum of young sheep (n = 6)

Показатель	Группа	
	I контрольная	II опытная
4 месяца		
АЛТ, Е/Л	15,84±0,73	16,13±0,68
АСТ, Е/Л	56,57±1,03	56,98±0,80
6 месяцев		
АЛТ, Е/Л	21,46±1,73	25,22±1,03*
АСТ, Е/Л	57,63±1,83	61,17±0,51*

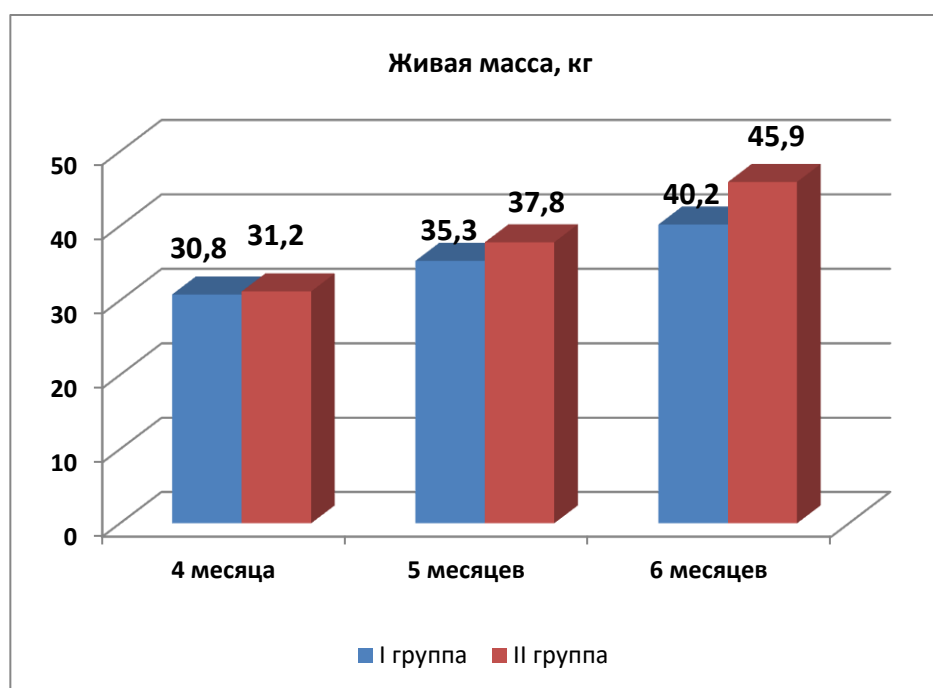


Рисунок. Динамика живой массы баранчиков на откорме
Figure 1. Dynamics of the live weight of young rams for fattening.

При постановке баранчиков на опыт их живая масса между группами была примерно одинаковой – 30,8–31,2 кг. В 5-месячном возрасте баранчики II опытной группы опережали аналогов I контрольной группы по живой массе на 2,50 кг ($P > 0,99$), а в 6-месячном возрасте – на 5,7 кг, или 14,1 % ($P > 0,999$).

Закключение. Поскольку белки выступают главной структурной единицей и объективным показателем роста, развития тканей и органов, на основании представленного нами выше сравнительного анализа полученных данных можно сделать вывод, что использование в рационе кормления молодняка овец пробиотиков на основе бифидобактерий «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» улучшает белковый метаболизм, способствует лучшей конверсии корма, а следовательно, и более интенсивному приросту живой массы животных.

Список источников

1. Динамика роста молодняка овец, полученного от скрещивания маток калмыцкой курдючной породы с баранами породы дорпер / В. А. Погодаев, Н. В. Сергеева, Ю. А. Юлдашбаев, С. О. Базаев. // Зоотехния. 2018. № 5. С. 24–26.
2. Погодаев В. А., Сергеева Н. В., Арилов А. Н. Экстерьерные и интерьерные показатели баранчиков породы дорпер в период адаптации к природно-климатическим условиям калмыкии // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2017. Т. 6. № 1. С. 97–101.
3. Хозяйственно-полезные качества и биологические особенности овец, полученных от скрещивания пород калмыцкая курдючная и дорпер в условиях аридной зоны Калмыкии / В. А. Погодаев, Н. В. Сергеева, Ю. А. Юлдашбаев, А. И. Ерохин, Е. А. Карасев, Т. А. Магомадов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. Вып. 4. С. 58–76. (ISSN 0021-342X. DOI 10.34677/0021-342x-2019-4-58-76).
4. Mousavi Khaneghah, A.; Abhari, K.; Eş, I.; Soares, M.B.; Oliveira, R.B.A.; Hosseini, H.; Rezaei, M.; Balthazar, C.F.; Silva, R.; Cruz, A.G.; et al. Interactions between probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: a review. Trends Food Sci. Tech. 2020. 95. 205–218.
5. Surendran Nair, M.; Amalaradjou, M.A.; Venkitanarayanan, K. Antivirulence properties of probiotics in combating microbial pathogenesis. Adv. Appl. Microbiol. 2017. 98. 1–29.
6. Шутова О. А. Влияние пробиотического препарата «Биоцелл» на качественные показатели мяса эдильбаевской породы / О. А. Шутова, Н. В. Коник, Б. Т. Абилов // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 4. С. 58–60.
7. Пашков В. А. Пробиотик муцинол экстра в рационе молодняка овец / В. А. Плешков, С. Н. Белова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 29 (192). С. 232–242.
8. Погодаев В. А., Шепляков А. В. Результативность использования пробиотиков: Моноспорин, Пролам, Пролам (СТФ-1/56), Бацелл-М при доращивании индеек // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. № 56 (ч. 1). С. 81–86.
9. Латушкина Н. А., Ивановский А. А. Эффективность применения бactoцеллолакина для профилактики респираторных и желудочно-кишечных болезней телят и поросят-отъемышей // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5. С. 63–67.
10. Погодаев В. А., Арилов А. Н., Сергеева Н. В. Биохимические показатели крови баранчиков породы дорпер в период адаптации к природно-климатическим условиям // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (46). С. 112–116.
11. Iqbal, Z.; Ahmed, S.; Tabassum, N.; Bhattacharya, R.; Bose, D., Role of probiotics in prevention and treatment of enteric infections: a comprehensive review. Biotech 2021. 11. 242.
12. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / Под ред. проф. И. П. Кондрахина. М.: Колос. С. 2004. – 520 с. ISBN 5-9532-0165-6.
13. Расшифровка клинических лабораторных анализов / К. Хиггинс; пер. с англ.; под ред. проф. В. Л. Эмануэля. – 8-е изд., электрон. М.: Лаборатория знаний. 2021. 592 с. – ISBN 978-5-00101-947-3.
14. Фаткулин К. В., Гильманов А. Ж., Костиков Д. В. Клиническое значение и современные метаболические аспекты определения уровня карбокси- и метгемоглобина в

крови // Современные вопросы диагностики. 2014. № 3 (79). С. 17–21;

15. Раскина К. В., Мартынова Е. Ю., Фатхутдинов И. Р., Потешкин Ю. Е. Современные бактериологические препараты: влияние на микробиоту кишечника и роль в лечении заболеваний. РМЖ. 2018; 5(II):86-91.

References

1. Dynamics of the growth of young sheep obtained from crossing ewes of the Kalmyk fat-tailed breed with rams of the Dorper breed / V.A. Pogodaev, N.V. Sergeeva, Yu.A. Yuldashbaev, S.O. Bazaev. // Zootechniya. 2018. No. 5. P. 24–26.
2. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Arilov A.N. Exterior and interior indicators of Dorper young rams during adaptation to natural and climatic conditions of Kalmykia // Collection of scientific papers of the North Caucasian Scientific Research Institute of Animal Husbandry. 2017. Vol. 6. No. 1. P. 97–101.
3. Economically useful traits and biological characteristics of sheep obtained from crossing the Kalmyk fat-tailed and Dorper breeds in the conditions of the arid zone of Kalmykia / V.A. Pogodaev, N.V. Sergeeva, Yu.A. Yuldashbayev, A.I. Erokhin, E.A. Karasev, T.A. Magomadov // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2019. Issue 4. P. 58–76. (ISSN 0021-342X. DOI 10.34677/0021-342x-2019-4-58-76).
4. Mousavi Khaneghah, A.; Abhari, K.; Eş, I.; Soares, M.B.; Oliveira, R.B.A.; Hosseini, H.; Rezaei, M.; Balthazar, C.F.; Silva, R.; Cruz, A.G.; et al. Interactions between probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: a review. Trends Food Sci. Tech. 2020. 95. 205–218.
5. Surendran Nair, M.; Amalaradjou, M.A.; Venkitanarayanan, K. Antivirulence properties of probiotics in combating microbial pathogenesis. Adv. Appl. Microbiol. 2017. 98. 1–29.
6. Shutova O.A. Effect of the probiotic preparation “Biocell” on the quality characteristics of meat of the Edilbaev breed/ O.A. Shutova, N.V. Konik, B.T. Abilov// Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2019. No.4. P.58–60.
7. Pashkov V.A. Probiotic mucinol extra in the diet of young sheep / V.A. Pleshkov, S.N. Belova// Transactions of Taurida Agricultural Science. 2022. No.29 (192). P. 232–242.
8. Pogodaev V. A., Shepliakov A. V. Efficiency of using probiotics: Monosporin, Prolam, Prolam (STF-1/56), Bacell-M in turkeys growing // Bulletin of the Gorsk State Agrarian University. 2019. No. 56 (part 1). P. 81–86.
9. Latushkina N. A., Ivanovskii A. A. Efficiency of bactocellolakin application for prevention of respiratory and gastrointestinal diseases in calves and weaned piglets // Agrarian Science of the Euro-North-East. 2016. No. 5. P. 63–67.
10. Pogodaev V. A., Arilov A. N., Sergeeva N. V. Biochemical parameters of blood of Dorper young rams during the period of adaptation to natural and climatic conditions // Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University. 2017. No. 1 (46). P. 112–116.
11. Iqbal, Z.; Ahmed, S.; Tabassum, N.; Bhattacharya, R.; Bose, D., Role of probiotics in prevention and treatment of enteric infections: a comprehensive review. Biotech 2021. 11. 242.
12. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: Guide / Edited by prof. I.P. Kondrakhin. M.: Kolos. P. 2004. – 520 p. ISBN 5-9532-0165-6.
13. Understanding Laboratory Investigations / Ch. Higgins; translated from English; edited by Prof. V.L. Emanuel. – 8th ed., electronic version. M.: Laboratory of Knowledge. 2021. 592 p. – ISBN 978-5-00101-947-3.

14. Fatkullin K. V., Gilmanov A. Zh., Kostikov D. V. Clinical significance and modern metabolic aspects of determining the level of carboxy- and methemoglobin in the blood // Modern issues of diagnostics. 2014. No. 3 (79). P. 17–21.
15. Raskina K.V., Martynova E.Yu., Fatkhutdinov I.R., Poteshkin Yu.E. Modern bacteriological preparations: effect on the intestinal microbiota and role in the treatment of diseases. Russian Medical Journal. 2018; 5(II):86–91.

Сведения об авторах

Владимир Аникеевич Погодаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, тел.: 8 (918) 785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, ORCID 0000-0002-9165-1225

Игорь Геннадьевич Рачков, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, тел.: 8 (918) 756-75-39, e-mail: svin26@mail.ru, ORCID 0000-0002-3123-1333

Елена Александровна Киц, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, тел.: 8 (905) 441-57-85, e-mail: kispag@mail.ru, ORCID 0000- 0001-6955-9791

Information about the authors

V. A. Pogodaev, Doctor of Agricultural Science, Professor, Chief Researcher, tel.: 8-918-785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, ORCID 0000-0002-9165-1225

I. G. Rachkov, Doctor of Agricultural Science, Chief Researcher, tel.: 8-918-756-75-39, e-mail: svin26@mail.ru, ORCID 0000-0002-3123-1333

E. A. Kits, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, tel.: 8 905 44157 85, e-mail: kispag@mail.ru, ORCID 0000-0001-6955-9791

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

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

Статья поступила в редакцию 26.08.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 26.08.2024; approved after reviewing 02.09.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 138-146

Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 138-146

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.082.12:636.22/.28.033

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.3.17.2024

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ КАЛЬПАИН-КАЛЬПАСТАТИНОВОЙ СИСТЕМЫ У БЫЧКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ

Смакуев Дагир Рамазанович¹, Шевхужев Анатолий Фоадович², Кононова Лидия Валентиновна²

¹ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия» (Россия, Карачаево-Черкесская Республика, г. Черкесск), e-mail: agrochem.svkch@mail.ru

²ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (Россия, Ставропольский край, г. Михайловск), e-mail: info@fnac.center

Аннотация. Опыт развитых стран показывает, что повышение генетического потенциала скота мясного направления продуктивности и создание конкурентоспособного производства говядины возможно только за счёт использования актуальных молекулярно-генетических методов. В последние годы однонуклеотидные полиморфизмы стали широко использоваться в качестве маркеров для ассоциативных и популяционных генетических исследований. Цель исследования – изучение ассоциации полиморфизмов генов *CAPN1* и *CAST* с показателями мясной продуктивности у бычков герефордской породы. Объектом изучения являются бычки герефордской породы (n=100, возраст 15 месяцев) разводимые в условиях ПР «Де-Густо» Республики Северная Осетия-Алания. ДНК выделяли из цельной крови бычков. Генотипирование проводилось методом ПЦР-ПДРФ с использованием специфических праймеров. Установлена частота встречаемости аллелей и генотипов генов *CAPN1* и *CAST* в исследуемой выборке бычков. Животные носители CC и GG генотипов в полиморфизме с.947C>G гена *CAPN1* имели наибольшую живую массу на 8,7 (p<0,05) и 7,1 % (p<0,05) больше по сравнению с особями CG генотипа, соответственно. У носителей гетерозиготного CT генотипа полиморфизма с.1800+169C>T гена *CAPN1* изучаемый показатель имел максимальное значение по сравнению со всеми группами животных. Наибольшую живую массу в изучаемых полиморфизмах гена *CAST* имели носители аллели A. Полученные результаты хорошо отражают породные особенности животных герефордской породы, что позволяет сделать вывод о пригодности в качестве маркеров, выявленных полиморфизмов генов *CAPN1* и *CAST* для эффективного отбора высокопродуктивных животных, отличающихся высокой живой массой в конкретном стаде герефордской породы и после дальнейшего широкомасштабного изучения на других популяциях герефордского скота для селекционно-племенной работы.

Ключевые слова: кальпаин (*CAPN*), кальпастатин (*CAST*), крупный рогатый скот, однонуклеотидный полиморфизм (SNP), ДНК, живая масса, генотип, фенотип.

Для цитирования: Смакуев Д.Р., Шевхужев А.Ф., Кононова Л.В. Полиморфизм генов кальпаин-кальпастатиновой системы в популяции скота герефордской породы // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 138-146.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

GENE POLYMORPHISM OF CALPAIN-CALPASTATIN SYSTEM IN HEREFORD BULL CALVES

Dagir R. Smakuev¹, Anatolii F. Shevkhuzhev², Lidiia V. Kononova²

¹FSBEI HE “North Caucasus State Academy”, (Russia, Karachay-Cherkess Republic, Cherkessk), e-mail: agrochem.svkch@mail.ru

²FSBSI “North Caucasus FARC”, (Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk),
e-mail: info@fnac.center

Abstract. The experience of developed countries shows that increasing the genetic potential of beef cattle and creating commercially viable beef production is possible only through the use of relevant molecular genetic methods. In recent years, single nucleotide polymorphisms have been widely used as markers for association and population genetic studies. The aim of the research was to study the association of polymorphisms of *CAPN1* and *CAST* genes with meat productivity in Hereford bull calves. The object of study was Hereford bull calves (n=100, age 15 months), which were bred in the conditions of agricultural production co-operative “De-Gusto” of the Republic of North Ossetia-Alania. DNA was isolated from whole blood of bull calves. Genotyping was carried out by PCR-RFLP using specific primers. The frequency of occurrence of alleles and genotypes of *CAPN1* and *CAST* genes in the studied sample of bulls was determined. Animals carrying CC and GG genotypes in polymorphism c.947C>G of *CAPN1* gene had the highest live weight by 8,7 (p<0.05) and 7,1 % (p<0.05) more compared to CG genotype, respectively. In carriers of heterozygous CT genotype of polymorphism c.1800+169C>T of *CAPN1* gene, the studied characteristic had the maximum value compared to all groups of animals. The highest live weight in the studied polymorphisms of the *CAST* gene had carriers of allele A. The obtained results reflect well the breed features of Hereford animals, which allow us to conclude that the identified polymorphisms of *CAPN1* and *CAST* genes are suitable as markers for effective selection of highly productive animals characterized by high live weight for further selection and breeding.

Key words: calpain (*CAPN1*), calpastatin (*CAST*), cattle, single nucleotide polymorphism (SNP), DNA, live weight, genotype, phenotype.

For citation: Smakuev D.R., Shevkhuzhev A.F., Kononova L.V. Gene polymorphism of calpain-calpastatin system in Hereford bull calves // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 138-146. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.3.17.2024

Введение. В последние годы стремительно развивающиеся методы молекулярной биологии стали широко использоваться в практической работе животноводов для определения частоты встречаемости селекционно-значимых генотипов и аллелей, связанных с хозяйственно-полезными показателями. Проведённые исследования доказали, что такие признаки мясной продуктивности, как убойный выход, нежность мяса, содержание внутримышечного жира, мраморность мяса и другие у крупного рогатого

скота связаны с полиморфизмами некоторых генов: *LEP*, *CAST*, *CAPN1*, *GHR*, *FABP4*, *DGAT1*, *CSN3*, *LGB*, *MYF5*, *TG*, *IGF1*, *IGF1R*, *LGB*, *ANK1* и *OLR1*. Эти характеристики, имеющие ассоциации с качеством говядины, очень важны, поскольку они включены в некоторые экономические аспекты цепочки производства говядины: от фермы до потребителя [1, 2].

Одними из ключевых генов, вариации нуклеотидов в которых могут влиять на нежность мяса, содержание белка и его качество, являются кальпаин (*CAPN*) и кальпастатин (*CAST*) [2, 3]. Кальпаин – это фермент-протеаза, который отвечает за разрушение белков миофибриллярных клеток и специфически экспрессируется в мышцах [3, 4]. Этот ген у крупного рогатого скота расположен на 29-й хромосоме крупного рогатого скота, которая состоит из 22 экзонов и 21 интрона. Ген *CAST*, кодирует белок кальпастатин, ингибирующий кальпаин, расположен на хромосоме 7 и состоит из 35 экзонов [3].

Несмотря на то, что связь полиморфизмов генов кальпаина и кальпастатина с качеством мяса изучена очень подробно, информации о влиянии этих маркеров на другие экономически важные характеристики мясной продуктивности крайне мало [5-9]. Так, Węglarz A. et al. сообщили о значительной связи *CAST* и *CAPN316* с ежедневным приростом массы тела и предубойным весом бычков породы ангус, выращенных на пастбищах. В этом исследовании животные носители С аллеля *CAST* росли быстрее, однако частота встречаемости составляла всего 16 %. Также, авторы дают рекомендации, что следует учитывать цели селекции и влияние этих генов на продуктивные качества при составлении селекционных планов, так как ассоциация полиморфизмов с параметрами фенотипа и продуктивностью неоднозначно и требует дальнейшего тщательного изучения [10]. Стоит отметить еще и тот факт, что влияние этих генов на признаки мясного фенотипа изучено не на всех породах скота [8, 9].

Герефордская порода – это порода мирового значения, сочетающая в себе отличные мясные и откормочные качества в комбинации с высокой приспособляемостью, позволяет использовать ее в разведении практически повсеместно [11]. В селекции, направленной на улучшение герефордов в России использовали преимущественно импортный племенной материал канадского происхождения, что позволило добиться крупного типа экстерьера и увеличению живой массы животных. Однако, учитывая современную геологическую ситуацию необходимо использовать собственные резервы увеличения мясной продуктивности скота, что невозможно без применения современных генетических технологий. Ряд исследователей, таких как Джуламанов К. М. с соавторами, Дубовскова М.П. и другие ученые провели генетическую характеристику поголовья герефордов в Российской Федерации, описали полиморфные варианты известных генов продуктивности, однако были охвачены не все популяции, разводимые в России [12, 13]. Исходя из вышесказанного, цель исследования заключалась в изучении ассоциации полиморфизмов генов *CAPN1* и *CAST* с показателями мясной продуктивности у бычков герефордской породы.

Материал и методы исследований. Научно-производственный эксперимент проводился в условиях ПР «Де-Густо» республики Северная Осетия-Алания в 2023 году. Показатели мясной продуктивности у животных изучали на основании полученных данных о живой массе путем взвешивания. Лабораторные исследования выполняли в условиях лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве. ДНК выделяли из цельной крови на магнитных частицах с использованием набора «Магно Прайм ВЕТ» (ООО «НекстБио», Россия) на автоматическом приборе для выделения ДНК «Nexor 96» (Китай).

Генотипирование выполнили методом ПЦР-ПДРФ. ПЦР проводили с использованием готовых реакционных смесей GenPak® PCR Core (ООО «Лаборатория Изоген», Россия) и пары праймеров, подобранных на ресурсе Primer-BLAST для перечня SNP указанного в таблице 1 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/>), синтезированных в ЗАО «Синтол». Полученные амплификаты обрабатывали эндонуклеазами рестрикции, которые подбирали на специализированном ресурсе NEB (<https://www.neb.com/en/tools-and-resources/usage-guidelines/nebuffer-performance-chart-with-restriction-enzymes>). Дальнейшие процедуры проводили по стандартным протоколам (табл.1).

Перечень исследуемых SNP

Таблица 1

Table 1

List of SNPs under study

Ген	SNP	rs	Праймеры	Эндонуклеаза рестрикции
CAPN1	c.947C>G	rs17872000	F: GTGCCGTTTTCTACAGCTCC R: AGAGACATGGCACAGCTGGTT	Bcl I
	c.1800+169C>T	rs17872050	F: GTCGGGTTGAGGTGTTGAGA R: CTGAATTGGGGTAGGCTGGG	M.McaT II
	c.*479C>T	rs798282981	F: CAGTCTAGACCTGTGGAGCC R: ACTCCAGAGACAAAAGTGGGG	M. EcoRD2 EcoRD2
	g.43406123G>A	rs477760646	F: GGTCCGGGTTGAGGTGTTGAG R: CAGGCCTGAATTGGGGTAGG	Hga I
	g.43422631G>A	rs1115219888	F: CTGCAGAGAGCTGGATGACC R: CCCAATGATGAGGGGTGAGC	Ban III
	g.43405930C>G	rs464448232	F: GGAGTTCTGGTGAGCAGCC R: CCTCGTACAGGGTGGTGTTT	Alo I
CAST	c.484G>A	rs451960788	F: AAAGCCTACCCAAGCACTCA R: AGGGAAGTGACAGCACCAAA	Cjep659IV
	g.96121070G>A	rs714948344	F: CCTGACTGGCGTCCTTACAG R: GCCGTATCTTTCACGTGTGC	SdeA I

Статистическую обработку данных выполняли в программах *IBM SPSS Statistics 26* и *Microsoft Excel*.

Результаты исследований и их обсуждение. Ранее, в статье Kulintsev V. V. et al. уже были описаны связь полиморфизмов генов *CAPN1* и *CAST*, но на бычках калмыцкой породы. На животных герефордской породы результаты значительно отличаются [14]. В результате проведенных исследований установили, что у бычков герефордской породы частота встречаемости аллелей по двум полиморфизмам g.43405930C>G, c.947G > C в гене *CAPN* составили от 0,43 до 0,57. Частота встречаемости аллеля А в полиморфизме g.43422631G>А гена *CAPN1* была высокой и составила 0,60, аллеля G более низкой 0,40. Практически в равных соотношениях частота распределения аллелей была для SNP c.1800+169C>T: аллель С 0,48, а аллель Т – 0,52 (табл.2).

О встречаемости этих полиморфизмов у бычков в других популяциях информации не так много, однако, по данным Романишко Е.Л. с соавт., у скота разводимого в Республике Беларусь, частота встречаемости предпочтительного аллеля С в SNP с.947C>G *CAPN1*, ассоциированного мраморностью мяса у бычков абердин-ангусской породы, составила 34,3 %, у породы лимузин – 14,3 %, у породы герефорд – 13,9 % [15].

Таблица 2

Частота встречаемости аллелей и генотипов в выборке быков
герефордской породы

Table 2

Frequency of alleles and genotypes in a sample of Hereford bulls

Ген	Полиморфизм	Частоты аллелей		Частоты генотипов, %		
		С	G	СС	CG	GG
<i>CAPN1</i>		0,43	0,57	32,0	23,0	45,0
	с.947C>G	0,55	0,45	38,0	34,0	28,0
	g.43405930C>G					
		С	Т	СС	СТ	ТТ
	с.1800+169C>T	0,48	0,52	24,0	47,0	29,0
	с.*479C>T	0,55	0,45	34,0	41,0	25,0
		G	A	GG	GA	AA
	g.43406123G>A	0,48	0,52	29,0	37,0	34,0
<i>CAST</i>	g.43422631G>A	0,40	0,60	26,0	29,0	45,0
		G	A	GG	GA	AA
	с.484G>A	0,41	0,59	21,0	40,0	39,0
	g.96121070G>A	0,45	0,55	32,0	27,0	41,0

У исследуемых бычков частота встречаемости аллеля А в двух полиморфизмах с.484G>A; g.96121070G>A гена *CAST* была выше, чем для аллеля G и составляла соответственно 0,59 и 0,55 для А и аллеля G – 0,41 и 0,45.

Носителей GG генотипа в полиморфизме с.947C>G гена *CAPN* было больше в 1,5 и 2 раза, чем животных носителей генотипов CC и CG соответственно (табл.2). В полиморфизме с.1800+169C>T того же гена наибольшую частоту встречаемости имел гетерозиготный СТ генотип, составивший 47,0 %, что в 1,9 раз выше, чем CC генотип и 1,6 раз, по сравнению с гомозиготным генотипом ТТ. В полиморфизме g.43422631G>A гена *CAPN* наиболее распространенным был гомозиготный AA генотип 45,0 %, тогда как гетеро- и гомозиготный GG и GA генотипы встречались реже в 1,7 и 1,5 раз соответственно.

У бычков исследуемого поголовья мясного скота герефордской породы доля носителей GA и AA генотипов в полиморфизме с.484G>A, гена *CAST* была практически равной – 40,0 и 39,0 %. Реже всего в стаде встречался генотип GG. В полиморфизме g.96121070G>A гена *CAST* наиболее часто встречался генотип AA, носители G аллели в гомо- и гетерозиготном состоянии встречались до 1,5 раз реже (табл.2).

Живая масса является одним из важнейших показателей, отражающих развитие мускулатуры и характеризующих мясную продуктивность скота. Для этого провели взвешивание бычков в возрасте 15-месяцев (Табл.3).

Таблица 3

Живая масса в 15 месяцев у бычков герефордской породы с различными генотипами по полиморфизмам генов *CAPN1* и *CAST*

Table 3

Live weight at 15 months in Hereford bull calves with different genotypes of *CAPN1* and *CAST* gene polymorphisms

Ген	Полиморфизм	Генотипы					
		М	m	М	m	М	m
<i>CAPN1</i>	с.947C>G	CC (n=32)		CG (n=23)		GG (n=45)	
		465,7*	8,7	428,3	10,5	458,7	9,6
	g.43405930C>G	CC (n=38)		CG (n=34)		GG (n=28)	
		453,7	13,5	453,1	11,8	469,2*	11,8
	с.1800+169C>Тпе	CC (n=24)		CT (n=47)		TT (n=29)	
		435,0	10,8	470,4*	12,8	436,1	8,9
	с.*479C>Т	CC (n=34)		CT (n=41)		TT (n=25)	
		438,7	10,7	451,5*	13,0	445,1	8,7
	g.43406123G>A	GG (n=29)		GA (n=37)		AA (n=34)	
		436,2	10,2	435,4	10,1	436,0	12,9
	g.43422631G>A	GG (n=26)		GA (n=29)		AA (n=45)	
		467,4*	9,2	452,5	12,1	439,2	9,3
<i>CAST</i>	с.484G>A	GG (n=21)		GA (n=40)		AA (n=39)	
		460,7	11,2	463,9	10,9	472,3*	9,4
	g.96121070G>A	GG (n=32)		GA (n=27)		AA (n=41)	
		440,2*	8,0	466,6	9,4	466,4	13,0

Примечание: * различия достоверны при $p < 0,05$ между особями других генотипов в изучаемом полиморфизме.

В результате исследования установлено преимущество особей с гомозиготными CC и GG генотипами полиморфизма с.947C>G гена *CAPN1* над животными с гетерозиготным CG генотипом по величине живой массы на 8,0 ($p < 0,05$) и 7,1% ($p < 0,05$) соответственно. Носители GG генотипа в SNP g.43405930C>G характеризовались наибольшей живой массой, по сравнению с носителями C аллели. На 8,1 ($p < 0,05$) и 7,3 % ($p < 0,05$) живая масса была выше у быков с CT генотипом в полиморфизме с.1800+169C>Т гена *CAPN1* по сравнению с особями гомозиготных CC и TT вариантов, соответственно. Наименьшую живую массу имели особи носители AA генотипа, по сравнению с особями с аллелью G в гомо и гетерозиготном состоянии в изучаемом полиморфизме g.43422631G>A на 5,9 ($p < 0,05$) и 2,8 ($p < 0,05$) % (для GG и GA-генотипов соответственно). Наибольшую живую массу имели животные с AA генотипом в полиморфизме с.484G>A гена *CAST* – 472,3 кг ($p < 0,05$), а наименьшую носители GG генотипа в SNP g.96121070G>A – 460,7 ($p < 0,05$). Преобладающей аллелью для обоих полиморфизмов в изучаемом гене стала аллель А.

Заключение. В ходе проведенных исследований изучены некоторые полиморфизмы генов кальпаин-кальпастатиновой системы в выборке крупного рогатого скота герефордской породы. Установлена частота встречаемости аллелей и генотипов полиморфизмов генов *CAPN1* и *CAST* в выборке быков в возрасте 15 месяцев. Животные-носители CC и GG генотипов в полиморфизме с.947C>G гена *CAPN* имели наибольшую живую массу – на 8,7 ($p < 0,05$) и 7,1 % ($p < 0,05$) больше по сравнению с особями CG генотипа. У носителей гетерозиготного CT генотипа полиморфизма с.1800+169C>Т гена *CAPN* изучаемый показатель имел максимальное значение по сравнению со всеми

группами животных. Наибольшую живую массу в изучаемых полиморфизмах гена *CAST* имели носители аллели А.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить новые сведения о наличии ассоциации генотипов полиморфизмов в генах *CAPN1* и *CAST* у герефордского скота. Дальнейшая работа будет направлена на изучение влияния обнаруженных полиморфизмов на хозяйственно-полезные признаки, позволяющие применять их в MAS-селекции мясного скота с целью улучшения качественных характеристик мясной продукции.

Список источников

1. Identification of SNPs and changes in protein coding of genes associated with beef quality in Nellore cattle / C. E. Couto [et al.] // Genetics and Molecular Research. 2022. Т. 21. №. 2. С. 1-17. DOI <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18983>
2. Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D. Polymorphism of genes among heifers with different types of constitution // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Т. 848. №. 1. С. 012213. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012213
3. Association of polymorphisms in *CAPN* and *CAST* genes with physicochemical properties of beef: a review / U.J.A. Saucedo [et al.] // CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2021. Т. 16. №. 1. С. 8-28. DOI <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.16.1.1>
4. ДНК-генотипирование по генам *CAPN1*, *GH*, *LEP* ремонтного молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Е.С. Суржикова [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. 2023. №. 2 (16). С. 108-116. DOI <https://doi.org/10.48612/FARC/2687-1254/011.2.16.2023>
5. Single Nucleotide Polymorphism (SNP) 316 on Calpain Gene in Aceh Cattle / T.S. Rosa [et al.] // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2020. Т. 151. С. 01027. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015101027>
6. Коновалова Е. Н., Романенкова О. С., Гладырь Е. А. Анализ российских популяций крупного рогатого скота мясного направления продуктивности по полиморфизмам гена кальпаина // Животноводство. 2024. Т. 107. №. 1. С. 42-50. DOI 10.33284/2658-3135-107-1-42
7. Associations of *CAST*, *CAPN1* And *MSTN* genes polymorphism with slaughter Value And beef quality—A review / A. Węglarz [et al.] // Annals of Animal Science. 2020. Т. 20. №. 3. – С. 757-774. DOI <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0006>
8. Шевелёва О. М., Криницина Т. П. Характеристика коров герефордской породы шведской и Отечественной селекции // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. №. 2. С. 114-120. DOI 10.34655 / bgsha.2020.59.2.016
9. Association of calpastatin (*CAST*) gene with growth traits and carcass characteristics in Bali cattle / R. Putri [et al.] // Media Peternakan. 2015. Т. 38. №. 3. С. 145-149. DOI 10.5398/medpet.2015.38.3.145
10. Association of μ -calpain and calpastatin polymorphisms with meat tenderness in a brahman–angus population / J.D. Leal-Gutiérrez [et al.] // Frontiers in genetics. 2018. Т. 9. С. 56. DOI <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00056>
11. Дубовскова М. П. Герефордская порода в России: современное состояние и перспективы развития // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 23-27.
12. Джуламанов К. М., Селионова М. И., Герасимов Н. П. Генетическая характеристика популяции герефордского скота // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. №. 4. С. 59-64. DOI 10.31563/1684-7628-2018-48-4-59-64
13. Дубовскова М.П. Особенности селекции скота герефордской породы внутривидового типа дмитриевский Северо-Кавказской популяции с учётом полиморфизма *GH* (L127V) и *LEP*/A80V // Животноводство и кормопроизводство. 2020. №4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-selekcii-skotagerefordskoy-porody-vnutriporodnogo-tipa-dmitrievskiy-severo-kavkazskoy-populyatsii-s-uchyotom> (дата обращения: 10.05.2024).

14. Polymorphisms of Calpain and Calpastatin Cascade Genes in the Beef Cattle Population / V.V. Kulintsev [et al.] // Russian Agricultural Sciences. 2023. Т. 49. №. Suppl 2. С. S320-S325. DOI <https://doi.org/10.3103/S1068367423080104>

15. Исследование полиморфизма rs17872000 в генах кальпаина (CAPN1) и rs109221039 кальпастатина (CAST) у крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Е.Л. Романишко, А.И. Киреева, М.Е. Михайлова, Р.И. Шейко // Молекулярная и прикладная генетика. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-polimorfizma-rs17872000-v-genahkalpaina-capn1-i-rs109221039-kalpastatina-cast-u-kрупnogo-rogatogo-skota-myasnogo> (дата обращения: 11.05.2024).

References

1. Identification of SNPs and changes in protein coding of genes associated with beef quality in Nellore cattle / C. E. Couto [et al.] // Genetics and Molecular Research. 2022. Vol. 21. No. 2. P. 1-17. DOI <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18983>
2. Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D. Polymorphism of genes among heifers with different types of constitution // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Vol. 848. No. 1. P. 012213. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012213
3. Association of polymorphisms in *CAPN* and *CAST* genes with physicochemical properties of beef: a review / U.J.A. Saucedo [et al.] // CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2021. Vol. 16. No. 1. P. 8-28. DOI <http://dx.doi.org/10.21615 / cesmvz.16.1.1>
4. DNA genotyping by *CAPN1*, *GH*, *LEP* genes of herd replacements of beef cattle / E.S. Surzhikova [et al.] // Agricultural Journal. 2023. No. 2 (16). P. 108-116. DOI <https://doi.org/10.48612/FARC/2687-1254/011.2.16.2023>
5. Single Nucleotide Polymorphism (SNP) 316 on Calpain Gene in Aceh Cattle / T.S. Rosa [et al.] // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2020. Vol. 151. P. 01027. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015101027>
6. Konovalova E. N., Romanenkova O. S., Gladyr E. A. Analysis of Russian cattle populations of meat type by polymorphisms of the calpain gene // Animal husbandry. 2024. Vol. 107. No. 1. P. 42-50. DOI 10.33284/2658-3135-107-1-42
7. AssociAtions of *CAST*, *CAPN1* And *MSTN* genes polymorphism with slaughter value and beef quality—A review / A. Węglarz [et al.] // Annals of Animal Science. 2020. Vol. 20. No. 3. – P. 757-774. DOI <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0006>
8. Sheveleva O. M., Krinitsina T. P. Characteristics of cows of the Hereford breed of Swedish and domestic breeding // Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2020. No. 2. P. 114-120. DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.016
9. Association of calpastatin (*CAST*) gene with growth traits and carcass characteristics in Bali cattle / R. Putri [et al.] // Media Peternakan. 2015. Vol. 38. No. 3. P. 145-149. DOI 10.5398/medpet.2015.38.3.145
10. Association of μ -calpain and calpastatin polymorphisms with meat tenderness in a brahman–angus population / J.D. Leal-Gutiérrez [et al.] // Frontiers in genetics. 2018. Vol. 9. P. 56. DOI <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00056>
11. Dubovskova M. P. Hereford breed in Russia: the current state and prospects of development // Dairy and beef cattle farming. 2019. No. 3. P. 23-27.
12. Dzhulamanov K. M., Selionova M. I., Gerasimov N. P. Genetic characteristics of the Hereford cattle population // Vestnik Bashkir State Agrarian University. 2018. No. 4. P. 59-64. DOI 10.31563/1684-7628-2018-48-4-59-64

13. Dubovskova M.P. Features of cattle breeding of the Hereford breed of the intrabreed Dmitrievsky type of the North Caucasian population, taking into account polymorphism *GH* (L127V) and *LEP/A80V* // *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020. No.4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-selektzii-skotagerefordskoy-porody-vnutriporodnogo-tipa-dmitrievskiy-severo-kavkazskoy-populyatsii-s-uchyotom> (access date: 10.05.2024).
14. Polymorphisms of Calpain and Calpastatin Cascade Genes in the Beef Cattle Population / V.V. Kulintsev [et al.] // *Russian Agricultural Sciences*. 2023. Vol. 49. No. Suppl 2. P. S320-S325. DOI <https://doi.org/10.3103/S1068367423080104>
15. Research on rs17872000 polymorphism in calpain (CAPN1) and rs109221039 calpastatin (CAST) genes in beef cattle / E.L. Romanishko, A.I. Kireeva, M.E. Mikhailova, R.I. Sheiko // *Molecular and applied genetics*. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-polimorfizma-rs17872000-v-genahkalpaina-capn1-i-rs109221039-kalpastatina-cast-u-krupnogo-rogatogo-skota-myasnogo> (access date: 11.05.2024).

Сведения об авторах

Дагир Рамазанович Смакуев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», г. Черкесск, e-mail: agrochem.svkch@mail.ru; ORCID 0000-0001-7935-5901

Анатолий Фоадович Шевхужев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел.: +79624394555 e-mail: shevkhuzhevaf@yandex.ru, ORCID 0000-0002-9164-4199

Лидия Валентиновна Кононова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, тел.: 8-918-785-85-25, e-mail: kononova-lidij@mail.ru, ORCID 0000-0003-3812-9099

Information about the authors

D. R. Smakuev, Doctor of Agricultural Science, Professor, FSBEI HE “North Caucasus State Academy”, Cherkessk, e-mail: agrochem.svkch@mail.ru; ORCID 0000-0001-7935-5901

A.F. Shevkhuzhev, Doctor of Agricultural Science, Professor, Chief Researcher of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, tel. +79624394555, e-mail: shevkhuzhevaf@yandex.ru; ORCID 0000-0002-9164-4199

L.V. Kononova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, tel.: +7-918-747-47-37, e-mail: kononova-lidij@mail.ru, ORCID 0000-0003-3812-9099.

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 15.08.2024; одобрена после рецензирования 23.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 15.08.2024; approved after reviewing 23.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Смакуев Д.Р., Шевхужев А.Ф., Кононова Л.В., 2024

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 147-155
Agricultural journal. 2024; 17(3). P. 147-155

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.2.234.1.082.35.083. (470.324)

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.3.17.2024

ВЫРАЩИВАНИЕ ТЕЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ООО «ЭКОНИВААГРО» ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Константин Юрьевич Ташпеков¹, Иван Никифорович Тузов²

¹ООО «ЭкоНиваАгро» «Восточное», Россия, Воронежская обл., e-mail: tashpekoff@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: kubanagro@list.ru

Аннотация. Исследования по эффективности выращивания ремонтных тёлочек голштинской породы проходили в условиях животноводческого предприятия ООО «ЭкоНиваАгро» ПХ «Восточное». Предприятие специализируется на производстве молока и выращивании ремонтных тёлочек. В ходе исследований был проведён сравнительный анализ выращивания ремонтных тёлочек голштинской породы чёрно-пёстрой масти, полученных от коров, осеменённых традиционным и сексированным семенем, и изучены: технология первой выпойки молозива телятам, условия содержания в молочный период, период мелкогруппового содержания и группового содержания тёлочек на выгульных площадках, технология кормления тёлочек в различные возрастные периоды, изменения в росте и весе тёлочек по периодам жизни. Исследования показали, что в хозяйстве имеется возможность интенсивного выращивания ремонтных тёлочек с достижением ими к 12 месяцам показателей роста и развития, необходимых для первого искусственного осеменения. Первая выпойка телят молозивом с высокой плотностью (более 1,028 г/мл) в первые 60 минут после отёла позволяет обеспечить новорожденных телят иммуноглобулинами в крови в нужном количестве (не менее 5,5 ммоль/л) до формирования собственных антител. Среднесуточные приросты тёлочек в молочный период составили около 800 граммов в сутки, за весь период выращивания – около 840 граммов в сутки. Правильное и быстрое развитие тёлочек, своевременное достижение роста и массы для осеменения в 12 месяцев позволяют получить ранний первый отел в 21-месячном возрасте и обеспечивают в будущем максимальную продуктивность и крепкое здоровье животных после первого отёла.

Ключевые слова: голштинская порода скота, ремонтные тёлки, кормление, рост и развитие, искусственное осеменение, иммуноглобулины, среднесуточные приросты, выпойка телят.

Для цитирования: Ташпеков К. Ю., Тузов И. Н. Выращивание тёлочек голштинской породы в условиях ООО «ЭКОНИВААГРО» Воронежской области // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 147-155. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

**REARING OF HOLSTEIN HEIFERS IN THE CONDITIONS OF
LLC “EKO NIVA AGRO” IN THE VORONEZH REGION****Konstantin Yu. Tashpekoff¹, Ivan N. Tuzov²**¹ LLC “EkoNivaAgro” “Vostochnoe”, Russia, Voronezh Region, e-mail: tashpekoff@mail.ru² FSBEI “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia, Krasnodar, e-mail: kubanagro@list.ru

Abstract. The research on the effectiveness of replacement Holstein heifers rearing was carried out in the conditions of the livestock enterprise LLC “EkoNivaAgro” breeding farm “Vostochnoe”. The enterprise specializes in milk production and rearing of replacement heifers. During the research, a comparative analysis of the rearing of replacement Holstein heifers of the black-and-white breed, which were obtained from cows inseminated with traditional and sexed semen, was carried out, and the following were studied: the technology of the first feeding of colostrum to calves, the housing conditions during the preweaning period, the period of small-group housing and group housing of heifers in pasture enclosures, technology of feeding heifers at different age periods, changes in the height and weight of heifers by life periods. The research has shown that the farm has the ability to intensively raise replacement heifers so that by 12 months they achieve the growth and development characteristics, which are necessary for the first artificial insemination. The first feeding of calves with high-density colostrum (more than 1,028 g/ml) in the first 60 minutes after calving allows newborn calves to be provided with immunoglobulins in the blood in the required amount (at least 5,5 mmol/l) before the formation of their own antibodies. The average daily gain of heifers during the preweaning period was about 800 grams per day, for the entire growing period – about 840 grams per day. Correct and rapid development of heifers, well-timed achievement of height and weight for insemination at 12 months allows early first calving at 21 months of age and ensures maximum productivity and good health of animals in the future after the first calving.

Key words: Holstein cattle breed, replacement heifers, feeding, growth and development, artificial insemination, immunoglobulins, average daily gains, calf rearing.

For citation: Tashpekoff K. Yu., Tuzov I. N. Rearing of Holstein heifers in the conditions of LLC “EkoNivaAgro” in the Voronezh Region // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (2). P. 147-155. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.3.17.2024

Введение. В условиях интенсивного ведения молочного скотоводства остро встаёт вопрос эффективного выращивания ремонтных тёлочек с целью ускоренного ввода в основное стадо нетелей с отменными показателями роста, развития и здоровья. Только при сбалансированном кормлении и благоприятных условиях содержания можно получить здоровых тёлочек для ремонта стада в раннем возрасте [1, 2].

Опыт животноводческих хозяйств, специализирующихся на производстве молока и использующих голштинских коров, показывает, что раннее осеменение тёлочек в 12–14-месячном возрасте позволяет получить высокие результаты по молочной про-

дуктивности, по сравнению с животными, первое осеменение которых состоялось в 16–18 месяцев. Животные, переведённые в молочное стадо в ранние сроки, до 24 месяцев, имеют также более высокие показатели по срокам продуктивного использования. [3, 4, 5, 6].

Животноводческие предприятия стремятся вводить в основное стадо нетелей как можно в более ранние сроки, что влияет на снижение стоимости их выращивания. Добиться таких результатов можно только с помощью хороших условий содержания и кормления. Передовой опыт выращивания тёлочек показывает, что для лучшего роста и развития молодняка применяют технологию содержания телят в индивидуальных домиках в молочный период, мелкогрупповое содержание в период от снятия с выпойки до восьмимесячного возраста и групповое содержание на выгульных площадках с восьмимесячного возраста до осеменения и далее до перевода в группу позднего сухостоя [7, 8, 9].

Рекомендуется использовать в молочный период при кормлении телят пастеризованное молоко либо сквашенное заквасками на основе смеси молочной и муравьиной кислот и комбикорм для телят, гранулированный с целью быстрого развития рубца и формирования в нем микрофлоры для возможности раннего перехода к кормлению грубыми и сочными кормами [10].

Мелкогрупповое содержание телят (в группах по 9–10 голов) способствует плавной социализации животных, чтобы при переводе в групповое содержание у тёлочек был снижен фактор стресса. В этот период начинают добавлять в рацион, помимо комбикорма, грубые корма (дробленое сено или солому и сенаж), а также силос. Перевод тёлочек на выгульные площадки желателен при достижении животными показателей живой массы более 200 кг [11, 12, 13].

На выгульных площадках принято держать тёлочек до первого осеменения и далее до сроков перевода в группу позднего сухостоя, за 21 день до планового отела. В этот период тёлочки получают рационы для молодняка 8–12 месяцев, тёлочек старше 12 месяцев и рацион для нетелей. В практике молочных хозяйств осеменение тёлочек происходит с 14 месяцев при достижении ими живой массы не менее 350 кг. Данный показатель живой массы позволяет получить из тёлочки в дальнейшем полноценную высокоудойную корову, способную максимально реализовать своей генетический потенциал [14].

Цель исследований – изучить рост и развитие тёлочек голштинской породы черно-пёстрой масти, полученных путем осеменения сексированным и традиционным семенем в условиях ООО «ЭкоНиваАгро» ПХ Восточное

В задачи исследований входило изучить:

- условия кормления и содержания ремонтных тёлочек;
- особенности роста и развития тёлочек в различные периоды жизни;
- скорость достижения роста и массы, необходимых для первого осеменения.

Материал и методы исследований. Для наших исследований сформировали две группы тёлочек, полученных искусственным осеменением традиционным и сексированным семенем. Тёлочки, полученные от традиционного семени, были определены в контрольную группу. Опытную группу составили тёлочки, полученные от сексированного семени.

Измерение роста и массы проводилось в момент съема тёлочек с выпойки (70–76 дней жизни), при переводе с рациона Т2 (6–8 месяцев) на Т3 (9–12 месяцев) в возрасте 241 дня и при переводе в группу осеменения (357 дней). Измерение массы осуществлялось при помощи весового индикатора TRU-TEST EziWeigh7i и сканера Agrident для считывания номеров животных, измерение высоты в холке – при помощи мерной палки. Весовой индикатор TRU-TEST EziWeigh7i позволяет фиксировать измерения массы и роста животных с возможностью переноса результатов измерений в программу управления стадом DairyCom 305.

Результаты исследований и их обсуждение. Кормление и содержание ремонтного молодняка – основные факторы, определяющие их рост, развитие и возможность реализовать в дальнейшем генетический потенциал по молочной продуктивности. Важнейшим моментом является первая выпойка тёлочек молозивом после рождения. Рекомендуется проводить первую выпойку телят молозивом с плотностью более 1,028 г/мл в первые 40–60 минут после отела, это позволяет максимально обеспечить новорожденного телёнка иммуноглобулинами, содержащимися в материнском молозиве.

Качество первой выпойки телят определяли через сутки после рождения путем взятия крови, отстаивания её и проверки полученной сыворотки крови при помощи рефрактометра. Хорошим показателем считается результат 5,5 ммоль/л иммуноглобулина в крови и более. Результаты проб крови на иммуноглобулины представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание иммуноглобулина в пробах крови телят

Table 1

Immunoglobulin content in calf blood samples

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Количество проб крови, шт.	51	76
Минимальное значение, ммоль/л	5,5	5,6
Максимальное значение, ммоль/л	8,0	7,9
Среднее значение, ммоль/л	6,5	6,6

В наших исследованиях 100 % подопытных тёлочек имели показатель иммуноглобулина в сыворотке крови не менее 5,5 ммоль/л, что свидетельствует о правильности и своевременности первой выпойки молозивом новорожденных телят.

Через сутки после отёла, когда тёлочки высыхали в сушильных боксах, их переводили в индивидуальные домики, где телята содержались до съема с выпойки, после взвешивания и достижения ими живой массы более 75 кг. В молочный период тёлки получали пастеризованное молоко, с добавлением кормовой добавки «Бустермилк» и комбикорм гранулированный по поедаемости. Схема кормления телят в молочный период представлена в таблице 2.

За молочный период подопытные животные получали по 6 л молозива, 343 л молока и 2,975 кг «Бустермилка». Потребление комбикорма к моменту снятия с выпойки достигало более 2 кг на голову в сутки. В 70-дневном возрасте проводили взвешивание тёлочек. При достижении живой массы более 75 кг животных переводили на групповое содержание по 10 голов.

Таблица 2

Схема выпойки и кормления подопытных телок в молочный период

Table 2

Scheme of milk feeding and feeding of experimental heifers during the preweaning period

Возраст телят	Молозиво, л	Молоко, л	«Бустермилк», г	Кратность выпойки	Комбикорм стартерный, кг
0–60 мин. от отела	4	–	–	–	–
6 часов от отела	2	–	–	–	–
1–7-й день		2	25	2	ВВОЛЮ
8–56-й день		3	25	2	ВВОЛЮ
57–63-й день		3	25	1	ВВОЛЮ
64–70-й день	–	–	–	–	ВВОЛЮ

В период мелкогруппового содержания подопытные тёлочки в первые две недели получали стартерный комбикорм, затем их переводили на рацион для телят 3–5 месяцев, состоящий из комбикорма стартерного, шрота соевого, дроблённой кукурузы и дроблённого сена. Со 151-го дня жизни молодняк начинал получать рацион для тёлок 5–8 месяцев. В состав данного рациона входили: силос кукурузный, сенаж люцерновый, сено многолетних трав, шрот соевый, шрот рапсовый, дроблённая кукуруза, премикс для молодняк 6–24 месяцев. На данном рационе телята находились до 241 дня и после перевески, при достижении живой массы более 200 кг, переводились на выгульные площадки на рацион тёлок 9–12 месяцев. При достижении возраста 357 дней проводилось измерение живой массы и роста тёлок с целью перевода в группу искусственного осеменения при достижении высоты в холке 127 см и более. Результаты взвешивания и измерения тёлок представлены в таблице 3.

Из данных таблицы видно, что среднесуточные приросты тёлок в подопытных группах были примерно одинаковыми. Имеется превосходство по среднесуточным приростам у тёлок опытной группы над тёлками контрольной в молочный период на 7 граммов в сутки и за весь период выращивания на 6 граммов в сутки. Среднесуточные приросты в контрольной и опытной группах соответственно составили 838 и 844 грамма. Основным параметром для перевода в группу осеменения в наших исследованиях являлась высота в холке. В опытной и контрольной группах она составила 130 и 129,5 см соответственно, при этом живая масса была 337 и 335 кг соответственно. За период выращивания тёлок, с рождения до перевода в группу искусственного осеменения, из контрольной группы выбыло или было забраковано 3 тёлки, из опытной – 4, что в итоге составило 48 тёлок, полученных от традиционного семени и 71 тёлку – от сексированного.

Таблица 3

Изменение роста и массы телок

Table 3

Changes in heifers' height and weight

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Количество животных в группе, гол.	51	76
Средняя масса при рождении, кг	35,5	35,5
Масса тёлочек при съеме с выпойки (70 дней), кг	92	92,5
Среднесуточный прирост, г	795	802
Масса тёлочек при переводе на выгульные площадки (8 месяцев), кг	245	245
Среднесуточный прирост, г	869	869
Рост тёлочек при переводе на выгульные площадки, см	125	125,5
Масса тёлочек при переводе в группу искусственного осеменения (357 дней), кг	335	337
Среднесуточный прирост за весь период, г	838	844
Рост тёлочек при переводе в группу искусственного осеменения, см	129,5	130
Количество тёлочек, подошедших под искусственное осеменение, гол.	48	71

Закключение. На основании полученных данных исследований считаем целесообразным выращивание тёлочек для ремонта дойного стада проводить интенсивно, с достижением параметров живой массы и высоты в холке для искусственного осеменения в 12-месячном возрасте с целью более раннего ввода в стадо нетелей. Интенсивный рост ремонтных тёлочек обеспечивается за счёт обеспечения тёлочек иммуноглобулинами молозива при первой выпойке, а также за счёт технологии содержания тёлочек в индивидуальных клетках в молочный период и мелкогруппового содержания до достижения ими возраста 241 день.

Список источников

1. Анализ эффективности искусственного осеменения коров сексированным семенем / М. Б. Калмагамбетов, С. Д. Монгуш, Д. М. Бекенов [и др.] // Вестник Тувинского государственного университета. № 2 Естественные и сельскохозяйственные науки. 2022. № 2 (93). С. 63–73. DOI 10.24411/2221-0458-2022-93-63-73.
2. Взаимосвязь интенсивного выращивания голштинских тёлочек с физико-химическими свойствами молока коров / В. А. Каратунов, И. Н. Тузов, Я. Н. Мартыненко, А. Р. Ратников и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 77. С. 170–178. DOI: 10.21515/1999-1703-77-170-178.

3. Воспроизводство племенного голштинизированного черно-пестрого скота в Свердловской области / М. В. Модоров, К. Р. Файрушина, А. А. Клещева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 8. С. 67–71. DOI 10.53859/02352451_2022_36_8_67.
4. Ляшенко В.В., Новичкова О.Н., Каешова И.В., Губина А.В. Эффективность // Зоотехния. 2021. № 9. С. 36–39. DOI: 10.25708/ZT.2021.57.40.010.
5. Калмыков З. Т., Тузов И. Н., Здановская Л. Б., Балюк Л. С. Особенности линейного роста голштинских телок разных линий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 159. С. 303–318. DOI 10.21515/1990-4665-159-021. – EDN RNQAXF.
6. Калмагамбетов М. Б., Спанов А. А., Алентаев А. С., Баймуканов Д. А. Эффективность использования сексированного семени в воспроизводстве молочного скота // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2021. Т. 7, № 1 (25). С. 40–50. DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-1-40-49.
7. Линник В. С., Косов В. А., Пименов Н. В., Тресницкий С. Н. Молочная продуктивность и воспроизводство первотелок при разных способах выращивания молодняка // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 5. С. 129–136. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202305016.
8. Производство молока в хозяйствах России и Краснодарского края / З. Т. Калмыков, И. Н. Тузов, Д. О. Шевченко, Ю. А. Тузова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 183. С. 115–129. DOI 10.21515/1990-4665-183-011. – EDN PEAAAI.
9. Система направленного воспроизводства молочного скота / В. Г. Семенов, С. Г. Кондручина, А. Н. Майкотов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2020. № 4 (48). С. 69–76. DOI 10.36508/RSATU.2020.48.4.010.
10. Игнатьева Н. Л., Воронова И. В., Филиппова А. Н. Влияние возраста и живой массы при первом осеменении на продуктивные качества голштинизированного скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 251. № 3. С. 124–127. DOI: 10.31588/2413_4201_1883_3_251_124.
11. Кобыляцкий П.С., Каратунов В.А., Тузов И.Н. Рост и воспроизводительные качества голштинизированного скота // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 107. С. 256–260. DOI: 10.21515/1999-1703-107-256-260.
12. Скоркин В. К., Гаджиев А. М. Импортзамещение молочного скотоводства - ускоренное выращивание ремонтного молодняка // Зоотехния. 2022. № 10. С. 15–17. DOI: 10.25708/ZT.2022.96.18.004.
13. Вельматов А. П., Тишкина Т. Н., Афонина О. В. Влияние интенсивности выращивания телок на молочную продуктивность коров красно-пестрой породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (50). С. 187–192. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-187-192.
14. Влияние интенсивности выращивания и возраста плодотворного осеменения на молочную продуктивность первотелок / Н. П. Сударев, Д. Абылкасымов, С. В. Чаргеишвили, К. В. Востряков и др. // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (14). С. 39–44. DOI: 10.25930/2687-1254/006.1.14.2021.

References

1. Analysis of the effectiveness of artificial insemination of cows with sexed seed / M. B. Kalmagambetov, S. D. Mongush, D. M. Bekenov [et al.] // Bulletin of Tuva state University. No. 2 Natural and agricultural sciences. 2022. No. 2(93). P. 63–73. DOI 10.24411/2221-0458-2022-93-63-73.
2. Karatunov V.A. Interrelation of intensive cultivation of Holstein heifers with the physico-chemical properties of cow's milk / Karatunov V.A., Tuzov I.N., Martynenko Ya.N., Ratnikov A.R., et al. // Works of the Kuban state agrarian university. 2019. No. 77. P. 170–178. DOI: 10.21515/1999-1703-77-170-178
3. Reproduction of pedigree Holstein black-pied cattle in the Sverdlovsk Region / M. V. Modorov, K. R. Fairushina, A. A. Kleshcheva [et al.] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2022. Vol. 36, No. 8. P. 67–71. DOI 10.53859/02352451_2022_36_8_67.
4. Liashenko V.V., Novichkova O.N., Kaeshova I.V., Gubina A.V. Efficiency // Zootechniya. 2021. No. 9. P. 36–39. DOI: 10.25708/ZT.2021.57.40.010
5. Kalmykov Z. T., Tuzov I. N., Zdanovskaia L. B., Baliuk L. S. Features of linear growth of Holstein heifers of different lines // Polythematic online scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2020. No. 159. P. 303–318. DOI 10.21515/1990-4665-159-021. – EDN RNQAXF.
6. Kalmagambetov M. B., Spanov A. A., Alentaev A. S., Baimukanov D. A. Efficiency of using sexed semen in the reproduction of dairy cattle // Vestnik of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic Sciences. 2021. Vol. 7, No. 1 (25). P. 40–50. DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-1-40-49.
7. Linnik V.S., Kosov V.A., Pimenov N.V., Tresnitskii S.N. Dairy productivity and reproduction of first-calf heifers with different methods of young animals rearing // Veterinary Medicine, Zootechnics and Biotechnology. 2023. No. 5. P. 129–136. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202305016
8. Milk production in the farms of Russia and the Krasnodar Territory / Z. T. Kalmykov, I. N. Tuzov, D. O. Shevchenko, Yu. A. Tuzova // Polythematic online scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2022. No. 183. P. 115–129. DOI 10.21515/1990-4665-183-011. – EDN PEAAAI.
9. The system of directed reproduction of dairy cattle / V. G. Semenov, S. G. Kondruchina, A. N. Maikotov [et al.] // Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. – 2020. – No. 4(48). – P. 69–76. – DOI 10.36508/RSATU.2020.48.4.010.
10. Ignateva N.L., Voronova I.V., Filippova A.N. Influence of age and live weight at the first insemination on the productive qualities of Holstein cattle // Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine. 2022. Vol. 251. No. 3. P. 124–127. DOI: 10.31588/2413_4201_1883_3_251_124.
11. Kobylatskii P.S., Karatunov V.A., Tuzov I.N. Growth and reproductive qualities of Holstein cattle // Works of the Kuban state agrarian university. 2023. No. 107. P. 256–260. DOI: 10.21515/1999-1703-107-256-260.
12. Skorkin V.K., Gadzhiev A.M. Import substitution of dairy cattle breeding – accelerated rearing of herd replacements// Zootechniya. 2022. No. 10. P. 15–17. DOI: 10.25708/ZT.2022.96.18.004

13. Velmatov A.P., Tishkina T.N., Afonina O.V. Influence of heifer rearing intensity on the milk productivity of Red Pied cows // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2020. No. 2 (50). P. 187–192. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-187-192.
14. Sudarev N.P., Abylkasymov D., Chargeishvili S.V., Vostriakov K.V., et al. Influence of the intensity of rearing and the age of efficient insemination on the milk productivity of first-calf heifers // Agricultural Journal. 2021. No. 1 (14). P. 39–44 DOI: 10.25930/2687-1254/006.1.14.2021.

Сведения об авторах

Константин Юрьевич Ташпеков, зоотехник ООО «ЭкоНиваАгро» «Восточное» Воронежской обл., тел.: 8(918)191-95-41, e-mail: tashpekoff@mail.ru, ORCID: 0009-0008-9674-4966

Иван Никифорович Тузов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», тел.: 8-961-521-77-30, e-mail: ivantuzov@mail.ru ORCID: 0009-0009-2727-0952

Information about the authors

K. Yu. Tashpekoff, livestock specialist of LLC “EkoNivaAgro” “Vostochnoe” Voronezh Region., tel.; 8-(918)-191-95-41, e-mail: tashpekoff@mail.ru ORCID: 0009-0008-9674-4966

I. N. Tuzov, Doctor of Agricultural Science, Professor, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, tel.: 8-961-521-77-30, e-mail: ivantuzov@mail.ru ORCID: 0009-0009-2727-0952

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

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

Статья поступила в редакцию 28.06.2024; одобрена после рецензирования 10.07.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 28.06.2024; approved after reviewing 10.07.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 156-164

Agricultural journal. 2024; 17 (3). P. 156-164

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.22/.28.082

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/015.3.17.2024

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ НА РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ И ТОВАРНЫЕ КАЧЕСТВА КОЖИ

Анатолий Фoaдович Шевхужев, Владимир Аникеевич Погодаев

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

Аннотация. Целью работы явилось установление особенностей развития внутренних органов и товарных качеств кожи бычков симментальской породы в зависимости от технологии выращивания. Исследования проводились в СПК ПЗ «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики в 2022-2023 годах. Для опыта было отобрано 30 бычков симментальской породы в 6-месячном возрасте. Животных разбили на две группы. Бычки I группы (15 голов) – «контрольная» – содержались весь период выращивания в хозяйстве. Бычки II группы (15 голов) – «опытная» – выращивались в хозяйстве до 10-месяцев, а с 11- до 15-месячного возраста – на горных пастбищах с последующим откормом в хозяйстве. Проведенные исследования показали различия в абсолютной и относительной массе внутренних органов подопытного молодняка. В 6 месяцев бычки II группы превосходили сверстников I группы по массе: желудка – на 1,3 кг ($P > 0,95$), печени – на 0,38 кг ($P > 0,95$), селезенки – на 0,06 кг. В 14-месячном возрасте у бычков II группы, в отличие от бычков I группы, была достоверно больше масса желудка – на 0,8 кг ($P > 0,95$), печени – на 0,40 кг ($P > 0,95$). В 18 месяцев превосходство животных II группы над сверстниками I группы составило по массе желудка на 0,6 кг ($P > 0,95$), преджелудков – на 1,4 кг ($P > 0,999$), сычуга – на 0,2 кг, кишечника – на 1,6 кг ($P > 0,999$), сердца – на 0,1 кг, почек – на 0,58 кг ($P > 0,95$). Наши исследования показали, что качество кожевенного сырья в существенной степени зависит от технологии выращивания бычков симментальской породы. Кожа бычков II группы оказалась более тяжёлой, но в то же время она имела и бóльшую сбежистость (*понижение толщины шкуры от огузка к воротку и от хребта к полам*), чем кожа бычков I группы. Достоверность прослеживается в 18 месяцев в массе парной шкуры (5,6 кг, $P > 0,95$), в площади кожи (35 дм², $P > 0,99$).

Ключевые слова: бычки, симментальская порода, технология выращивания, внутренние органы, качество кожи.

Для цитирования: Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А. Влияние технологии выращивания бычков симментальской породы на развитие внутренних органов и товарные качества кожи // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (17). С. 156-164.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/015.3.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

INFLUENCE OF THE TECHNOLOGY OF SIMMENTAL BULL CALVES REARING ON THE DEVELOPMENT OF INTERNAL ORGANS AND COMMERCIAL QUALITIES OF THE SKIN**Anatolii F. Shevkhuzhev, Vladimir A. Pogodaev**

Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus Federal Agricultural Research Center", Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: info@fnac.center .

Abstract. The aim of the work was to establish the peculiarities of the development of internal organs and the commercial qualities of the skin of Simmental bull calves, depending on the rearing technology. The research was carried out in the agricultural production co-operative breeding farm "Zaria-1" of the Karachay-Cherkess Republic in 2022-2023. 30 bull calves of the Simmental breed at the age of 6 months were selected for the experiment. The animals were divided into two groups. The bull calves of group I (15 head) were "control". They were kept for the entire period of rearing on the farm. The bull calves of the group II (15 head) were "experimental". They were reared on the farm until the age of 10 months, and from 11 to 15 months – on mountain pastures, followed by fattening on the farm. The conducted studies showed differences in the absolute and relative mass of the internal organs of the experimental young animals. At 6 months, the bulls of the group II exceeded their herd-mates of the group I in weight: stomach – 1,3 kg ($P>0,95$); liver – 0,38 kg ($P>0,95$); spleen – 0,06 kg. At 14 months of age, bull calves of group II had significantly higher stomach weight than bull calves of group I by 0,8 kg ($P>0,95$); liver weight by 0,40 kg ($P>0,95$). At 18 months, the superiority of the animals of group II over their herdmates of group I was 0,6 kg ($P>0,95$) in stomach weight; forestomachs – 1,4 kg ($P>0,999$); abomasum – 0,2 kg; intestines – 1,6 kg ($P>0,999$); heart – 0,1 kg, kidneys – 0,58 kg ($P>0,95$). Our research showed that the quality of leather raw materials significantly depended on the rearing technology of Simmental bull calves. The skin of the bull calves of the group II was heavier, but at the same time it had a greater decrease (a decrease in the thickness of the skin from the rump to the neck and from the backbone to the belly) than the skin of the bull calves of the group I. The reliability can be traced in the weight of the fresh skin at 18 months – 5,6 kg ($P>0,95$), in the skin area – 35 dm² ($P>0,99$).

Key words: bull calves, Simmental breed, rearing technology, internal organs, skin quality.

For citation: Shevkhuzhev A. F., Pogodaev V. A. Influence of the technology of Simmental bull calves rearing on the development of internal organs and commercial qualities of the skin // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (3). P. 156-164.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/015.3.17.2024

Введение. При оценке биологических особенностей организма крупного рогатого скота большое значение имеет изучение развития внутренних органов.

Известно, что органы кровообращения, дыхания, выделения, желудочно-кишечный тракт и другие являются звеньями единой системы и изменение в одной из них влечет за собой изменение в других, связанных с ней органах и системах [1, 2].

В настоящее время имеется много данных о влиянии технологии выращивания

на рост и развитие внутренних органов у молодняка крупного рогатого скота. Установлено, что раннее приучение молодняка к потреблению объемистых растительных кормов стимулирует рост органов пищеварения, способствуя лучшему перевариванию питательных веществ этих кормов [3, 4]. Многочисленными исследованиями установлено, что различия по массе внутренних органов обусловлены неодинаковым потенциалом продуктивности бычков разных пород. Бычки, отличающиеся более низкой энергией роста и живой массой, характеризовались худшим развитием всех внутренних органов [5–7]. Мясная продуктивность крупного рогатого скота во многом обусловлена развитием внутренних органов, в значительной степени зависящих от наследственных и паратипических факторов. При удовлетворительном развитии жизненно важных органов обменные процессы в организме протекают на высоком уровне, что обуславливает достижение лучших весовых кондиций при наименьших затратах кормов на единицу продукции [8–10]. Установлено, что повышение массы откормочного молодняка почти прямо пропорционально ведет к увеличению массы парных шкур. Однако имеются значительные колебания выхода парной шкуры (в % от предубойной массы животных) в зависимости от породы, возраста, уровня кормления и индивидуальных особенностей. В среднем выход парной шкуры составляет 6–9 % от живой массы убитого скота. Таким образом, основой увеличения выхода кожевенного сырья считается рационализация всей системы производства в направлении увеличения мясной продуктивности крупного рогатого скота за счет интенсификации выращивания и откорма [11, 12].

По данным Н. Г. Ворожейкина, А. Г. Незавитина, Н. Б. Захарова [13, 14], на качество шкур влияют два основных фактора – интенсивность кормления животных и их возраст. Но, как отмечают авторы при анализе качества шкур, полученных от животных с одинаковой степенью интенсивности кормления в 1,5 и 2,5 года, разница имеется только по массе и площади шкур, что обусловлено неодинаковой живой массой животных перед убоем. Шкуры от 1,5-летних бычков, по сравнению с животными в 2,5 года и взрослым скотом, не обладали каким-либо снижением качества, имели мало пороков, отличались большей выравненностью по толщине и хорошими физико-механическими показателями.

Цель работы – установить особенности развития внутренних органов и товарных качеств кожи бычков симментальской породы в зависимости от технологии выращивания.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в СПК ПЗ «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики в 2022–2023 годах.

Для опыта отобрали 30 бычков симментальской породы в возрасте 6 месяцев. Животных разбили на две группы. Бычки I группы (15 голов) – «контрольная» – содержались весь период выращивания в хозяйстве. Бычки II группы (15 голов) – «опытная» – выращивались в хозяйстве до 10-месяцев, а с 11- до 15-месячного возраста – на горных пастбищах с последующим откормом в хозяйстве.

Опыт проводился на различных по структуре рационах: летом и осенью – за счет скармливания объемистых зеленых кормов, а зимой – силоса (на двух контрастных по типу, но одинаковых по уровню кормления рационах). В рационах молодняка I группы, находившегося все время в хозяйстве, затрачено в 2 раза больше концентрированных кормов, чем во II группе, в весенне-осенний период содержавшейся на горных пастбищах. В проведенном нами опыте в рационах молодняка было большое количество травы альпийских пастбищ, включающих легко переваримые питательные вещества. В связи с таким типом кормления молодняка изучался рост внутренних органов.

Для исследования мясной продуктивности молодняка, роста и развития органов и тканей были проведены контрольные убои: в 6- и 14-месячном возрасте – по трём животным из групп и в 18 месяцев – по оставшимся девяти животным в группах. Убой проходили на мясокомбинате ОАО РАПП «Кавказ-мясо». При проведении контрольного убоя определяли предубойную живую массу, массу парной туши, массу внутреннего жира-сырца и внутренних органов, относительный выход туши и убойный выход [15].

Результаты исследований и их обсуждение. Нашими исследованиями установлено, что внутренние органы всех подопытных бычков оказались без патологических изменений, что способствовало нормальному протеканию окислительно-восстановительных процессов.

Однако проведенные исследования показали различия в абсолютной и относительной массе внутренних органов подопытного молодняка (таблица 1).

Таблица 1

Развитие внутренних органов у бычков

Table 1

Development of internal organs in bull calves

Орган	6 месяцев (n = 3)				14 месяцев (n = 3)				18 месяцев (n = 9)			
	I группа		II группа		I группа		II группа		I группа		II группа	
	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
Абсолютная масса, кг												
Желудок, в том числе:	7,90±0,19	2,44	9,20±0,26	2,85	12,65±0,14	1,12	13,45±0,13	0,98	14,95±0,15	0,99	15,55±0,14	0,89
преджелудки	6,93±0,16	2,32	8,10±0,13	1,60	11,29±0,10	0,85	11,90±0,09	0,75	12,55±0,11	0,86	13,95±0,11	0,76
сычуг	0,97±0,03	2,73	1,10±0,10	9,49	1,36±0,06	4,59	1,55±0,07	4,23	1,40±0,08	5,67	1,60±0,05	3,25
Кишечник	5,30±0,26	4,85	4,90±0,12	2,35	7,40±0,07	0,95	6,70±0,10	1,56	7,55±0,11	1,50	9,15±0,11	1,24
Печень	2,90±0,12	4,31	2,52±0,12	4,58	4,57±0,09	1,94	4,97±0,08	1,65	5,23±0,05	1,01	4,95±0,06	1,23
Лёгкие	1,41±0,18	12,90	1,51±0,08	5,17	4,10±0,06	1,52	3,85±0,06	1,62	4,25±0,04	1,03	3,75±0,06	1,48
Сердце	1,06±0,05	4,32	1,14±0,05	4,02	1,71±0,08	4,57	1,74±0,07	3,98	1,65±0,04	2,64	1,75±0,04	2,06
Почки	0,52±0,08	14,52	0,63±0,02	2,75	0,78±0,03	3,39	0,84±0,06	6,63	0,95±0,03	2,79	1,07±0,02	1,62
Селезёнка	0,36±0,03	7,35	0,42±0,01	2,38	0,69±0,03	3,83	0,75±0,04	4,81	0,85±0,02	2,35	0,88±0,03	3,01
Относительная масса (в % к живой массе)												
Желудок, в том числе:	4,41		4,84		3,37		3,38		3,4		3,22	
преджелудки	3,87		4,26		3,01		2,99		3,08		2,89	
сычуг	0,54		0,58		0,36		0,39		0,32		0,33	
Кишечник	2,96		2,58		1,97		1,68		1,71		1,89	
Печень	1,62		1,33		1,22		1,25		1,19		1,02	
Лёгкие	0,79		0,79		1,09		0,97		0,97		0,78	
Сердце	0,59		0,6		0,46		0,43		0,37		0,36	
Почки	0,29		0,33		0,2		0,21		0,21		0,22	
Селезёнка	0,2		0,22		0,19		0,19		0,19		0,18	

В 6 месяцев бычки II группы превосходили сверстников I группы по массе: желудка – на 1,3 кг ($P > 0,95$), печени – на 0,38 кг ($P > 0,95$), селезенки – на 0,06 кг. В 14-месячном возрасте у бычков II группы была достоверно больше масса желудка на 0,8 кг ($P > 0,95$), печени – на 0,40 кг ($P > 0,95$), чем у бычков I группы. В 18 месяцев превосходство животных II группы над сверстниками I группы составило: по массе желудка – на 0,6 кг ($P > 0,90$), преджелудков – на 1,4 кг ($P > 0,999$), сычуга – на 0,2 кг ($P > 0,90$), кишечника – на 1,6 кг ($P > 0,999$); сердца – на 0,1 кг, почек – на 0,58 кг ($P > 0,95$). Ки-

сечник и печень в возрасте 6 месяцев как абсолютно, так и относительно имели большую массу у бычков концентратного кормления. Кроме весовых показателей, были определены ёмкость желудка и кишечника, объем почек, так как считали, что деятельность этих органов в большей степени связана с использованием сочных и сухих кормов при кормлении подопытного молодняка. Полученные величины представлены в таблице 2.

Таблица 2

Развитие пищеварительного тракта и почек бычков

Table 2

Development of the gastrointestinal tract and kidneys of bull calves

Показатели	6 месяцев (n = 3)			14 месяцев (n = 3)			18 месяцев (n = 9)		
	I групп-па	II групп-па	I гр. в % ко II гр.	I групп-па	II групп-па	I гр. в % ко II гр.	I групп-па	II групп-па	I гр. в % ко II гр.
Общая ёмкость желудка, л	107,0	106,0	101	129	135	96	145	160	91
Общая ёмкость кишечника, л	28,0	30,5	92	30	36	83	45	59	76
Объём почек, см ³	480,0	550,0	87	703	810	87	920	1000	92
На 100 кг живой массы:									
Ёмкость желудка, л	60,0	56,0	107	34	34	100	33	33	100
Ёмкость кишечника, л	15,6	16,0	98	8	9	89	10,2	12	85
Объём почек см ³	368,0	390,0	94	187	204	92	209	207	101

Эти данные показывают, что, несмотря на большую ёмкость желудка, у бычков II группы в расчёте на 100 кг живой массы эти различия сглаживаются. Ёмкость кишечника у бычков II группы значительно больше, чем у бычков I группы. Подопытные бычки обеих групп в 14- и в 18-месячном возрасте имели соотношение между объёмом желудка и массой, близкое к той величине, которая получена в группе объёмистого кормления в опыте. На 100 кг живой массы в 14 и 18 месяцев приходилось 33–34 литра ёмкости желудков. Однако по относительной массе этих органов (в % к живой массе) разница между группами оказалась незначительной, только в 6-месячном возрасте. Желудок относительно тяжелее оказался у животных II группы. Таким образом, влияние технологи выращивания на рост и развитие внутренних органов сказывается, главным образом, на формирование пищеварительного тракта. Степень данного влияния связана не только с объёмом рациона, но в большей степени с качеством, физическими и химическими особенностями объёмистых кормов. Скармливание большого количества сочных гидрофильных кормов с легкопереваримыми питательными веществами влияет на развитие пищеварительных органов менее значительно, чем скармливание большого количества грубых кормов. Объёмистый сочный тип кормления, в сравнении с концентратным, способствует лучшему развитию желудка и кишечника у растущего молодняка и тем самым вырабатывает у животных способность к большему потреблению и лучшему использованию объёмистых кормов. Наши исследования показали, что качество кожаного сырья также в существенной степени зависит от технологии выращи-

вания бычков симментальской породы. Характеристика товарных качеств кожи подопытных бычков приведена в таблице 3.

Таблица 3

Товарные качества кож бычков, при разных технологиях выращивания

Table 3

Commercial qualities of bull calves skins, with different rearing technologies

Группа	Масса парной шкуры, кг		Масса готовой кожи, кг		Площадь кожи, дм ²	
	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
14 месяцев (n = 3)						
I	32,74±2,1	6,4	14,95±2,0	13,4	362,00±3,6	1,0
II	36,00±2,6	7,3	16,90±1,7	10,2	361,50±2,5	0,7
18 месяцев (n = 9)						
I	39,40±2,5	6,4	19,40±0,6	3,0	350,00±4,4	1,2
II	45,00±1,7	3,9	21,60±1,5	7,1	385,00±2,6	0,7

Продолжение таблицы 3

Группа	Толщина, мм								Сбежистость, %
	чепрак		вороток		пола		Средняя по всей коже		
	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	
14 месяцев (n = 3)									
I	4,45±0,6	13,0	3,30±0,5	17,6	2,80±1,0	35,7	3,72±1,1	31,0	21,6
II	4,46±0,6	12,9	3,51±0,6	16,4	3,36±0,6	17,2	3,95±1,0	25,3	31,7
18 месяцев (n = 9)									
I	5,59±1,5	27,3	4,82±0,6	12,0	4,23±1,0	23,6	4,99±1,0	20,0	3,1
II	5,32±1,5	28,7	4,56±1,5	33,5	3,63±0,6	15,9	4,71±0,6	12,3	20

Кожа бычков II группы была более тяжёлая, но в то же время она имела и большую сбежистость (*понижение толщины шкуры от огузка к воротку и от хребта к полам*), чем кожа бычков I группы.

В 14 месяцев толщина воротков и пол у молодняка, выращенного на пастбищном типе кормления, заметно толще.

Достоверность прослеживается в 18 месяцев в массе парной шкуры (5,6 кг, $P > 0,95$), в площади кожи (35 дм², $P > 0,99$).

Заключение. Таким образом, объемистый сочный тип кормления, в сравнении с концентратным, способствует лучшему развитию желудка и кишечника у растущего молодняка и тем самым вырабатывает у животных способность к большему потреблению и лучшему использованию объемистых кормов.

Список источников

1. Эффективность выращивания и откорма бычков абердин-ангусской породы при разной интенсивности производства говядины / В. В. Кулинцев, А. Ф. Шевхужев, В. А. Погодаев Л. А. Шевхужева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 278–280.
2. Формирование мясной продуктивности бычков абердин-ангусской породы при различной длительности производственного цикла / А. Ф. Шевхужев, В. А. Погодаев, Д. Р. Смакуев, И. Я. Шахтамиров, У. А. Делаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2018. № 4 (40). С. 60–65.
3. Годжиев Р. С., Гогаев О. К., Тукфатулин Г. С. Формирование мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота при использовании разных условий кормления // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 86–91.
4. Темираев В. Х., Тукфатулин Г. С., Кебеков М. Э. Изучение рубцового метаболизма у откармливаемых бычков при скормливаниях зеленой массы и силоса из многокомпонентных посевов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 128–133.
5. Тукфатулин Г. С., Годжиев Р. С. Влияние объемистых кормов на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 3. С. 115–121.
6. Acclimatization and productive qualities of american origin aberdeen-angus cattle pastured at the submontane area of the northern caucasus / D. Smakuyev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev, A. Shevkhuzhev, M. Rebezov, V. Kosilov, Z. Yessimbekov // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2021. Т. 20. №7. С. 433–442.
7. Overview of feed granulation technology and technical means for its implementation / D.A. Blagov, A.Ya. Gizatov, D.R. Smakuyev, V.I. Kosilov, V.A. Pogodaev, S.A. Tamaev // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management" 2020. С. 012018.
8. Мироненко С. И., Артамонов А. С. Развитие внутренних органов и характеристика шкур бычков-кастратов разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 1 (25). С. 58–60.
9. Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А. Влияние разного уровня кормления на продуктивность бычков черно-пестрой породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 4. С. 67–76. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-7>
10. Косилов В. И. Создание помесных стад в мясном скотоводстве: Монография / В. И. Косилов, С. И. Мироненко. – ООО ЦП «Васиздаст», 2009. 304 с.
11. Гудыменко В. В., Гудыменко В. И. Качественная характеристика кожевенного сырья, получаемого от чистопородных и помесных бычков // Зоотехния. 2014. № 5. С. 15–17.
12. Ворожейкина Н. Г., Незавитин А. Г., Захаров Н. Б. Качество кожевенного сырья крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009 № 6. С. 89–91.
13. Ворожейкина Н. Г., Незавитин А. Г., Захаров Н. Б. Качество кожевенного сырья голштин х черно-пестрого и герефордского молодняка крупного рогатого скота // Вестник КрасГАУ. 2010. № 3. С. 97–100.

14. Ворожейкина Н. Г., Незавитин А. Г., Захаров Н. Б. Биоресурсный потенциал кожаного сырья, получаемого от молодняка крупного рогатого скота // Вестник НГАУ. 2011. № 1. С. 56–60.
15. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса убойного скота. М. 1990. 86с.

References

1. Efficiency of growing and fattening of Aberdeen Angus bull calves at different beef production rates / Kulintsev V.V., Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Shevkhuzheva L.A. // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 4 (72). P. 278–280.
2. Formation of meat productivity of Aberdeen Angus bull calves with different duration of the production cycle/ Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Smakuev D.R., Shakhtamirov I.Ya., Delaev U.A. // Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2018. No. 4 (40). P. 60–65.
3. Godzhiev R.S., Gogaev O.K., Tukfatulin G.S. Formation of meat productivity of young cattle using different feeding conditions // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2019. Vol. 56. No. 1. P. 86–91.
4. Temiraev V.Kh., Tukfatulin G.S., Kebekov M.E. Study of rumen metabolism in fattened bull calves when feeding green mass and silage from multicomponent crops // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2015. Vol. 52. No. 4. P. 128–133.
5. Tukfatulin G.S., Godzhiev R.S. Influence of bulky feeds on the growth and development of young cattle // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2021. Vol. 58. No. 3. P. 115–121.
6. Acclimatization and productive qualities of American origin Aberdeen-angus cattle pastured at the submontane area of the northern Caucasus / Smakuyev D., Shakhmurzov M., Pogodaev V., Shevkhuzhev A., Rebezov M., Kosilov V., Yessimbekov Z. // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 20. No. 7. P. 433 – 442.
7. Overview of feed granulation technology and technical means for its implementation / Blagov D.A., Gizatov A.Ya., Smakuyev D.R., Kosilov V.I., Pogodaev V.A., Tamaev S.A. // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. “International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management” 2020. P. 012018.
8. Mironenko S.I., Artamonov A.S. Development of internal organs and characteristics of skins of castrated bull calves of different genotypes // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2010. No. 1 (25). P. 58–60.
9. Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A. Influence of different feeding levels on the productivity of black-and-white bull calves // Siberian Herald of Agricultural Science. 2022. Vol. 52. No. 4. P. 67–76. [https://doi . Org /10.26898/0370-8799-2022-4-7](https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-7)
10. Kosilov V.I. Creation of crossbreed herds in beef cattle breeding: Monograph / V.I. Kosilov, S.I. Mironenko. – LLC PC “Vasizdast”, 2009. 304 p.
11. Gudymenko V.V., Gudymenko V.I. Qualitative characteristics of leather raw materials obtained from purebred and crossbred bull calves // Zootechniya. 2014. No. 5. P. 15–17.
12. Vorozheikina N.G., Nezavitin A.G., Zakharov N.B. Quality of leather raw materials of cattle // Siberian Herald of Agricultural Science. 2009 No. 6. P. 89–91.

13. Vorozheikina N. G., Nezavitin A. G., Zakharov N. B. Quality of leather raw materials of Holstein x Black Pied and Hereford young cattle // The Bulletin of KrasGAU. 2010. No. 3. P. 97–100.
14. Vorozheikina N. G., Nezavitin A. G., Zakharov N. B. Bioresource potential of leather raw materials obtained from young cattle // Bulletin of NSAU. 2011. No. 1. P. 56–60.
15. Methodological recommendations for assessing meat productivity and meat quality of cattle for slaughter. M. 1990. 86p.

Сведения об авторах

Шевхужев Анатолий Феоанович, главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, тел.: 8(962)439-45-55.

E-mail: shevkhuzhevaf@yandex.ru , ORCID 0000-0002-9164-4199

Погодаев Владимир Анисеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, тел.: 8(918)785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, ORCID 0000-0002-9165-1225

Information about the authors

A. F. Shevkhuzhev, Chief Researcher, Doctor of Agricultural Science, Professor, tel. 8(962)439-45-55. E-mail: shevkhuzhevaf@yandex.ru , ORCID 0000-0002-9164-4199

V. A. Pogodaev, Doctor of Agricultural Science, Professor, Chief Researcher, tel.: 8(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 12.08.2024; одобрена после рецензирования 20.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 12.08.2024; approved after reviewing 20.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.

Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Васильев Е.А., Ченикалова Е.В. Злаковая листовёртка – опасный вредитель зерновых	4-14
Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Прохорова Н.В., Хрипунов А.И. Влияние климата, минеральных удобрений и предшественников на урожайность озимой пшеницы в Восточном Предкавказье	15-26
Синявский И.В., Синявская Т.А. Распределение минеральных форм азота в профиле полугидроморфных лугово-чернозёмных почв центральной поймы реки Миасс	27-36
Хонина О.В. Оценка различных способов использования травостоя улучшенных сенокосно-пастбищных угодий	37-50

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Айбазов А.-М. М., Селионова М. И. Разработка среды для разбавления спермы мелкого рогатого скота	51-62
Байлова Н. В., Хромова Л. Г., Семенов С. Н., Шелякин И. Д. Оценка жирнокислотного состава липидного комплекса молока коров голштинской породы и выработанного из него сливочного масла	63-72
Величко Л. Ф., Величко В. А., Кобзарь Д. В. Продуктивность первотелок в зависимости от способа осеменения	73-82
Ефимова Н.И., Омаров А.А., Шумаенко С.Н. Мясные качества овец породы российский мясной меринос и их ассоциация с геном CAST (кальпастантин)	83-92
Колосов Ю.А., Белик Н.И., Зелятдинов В.В. Характеристика основных физико-технических свойств шерсти баранов-производителей племенных хозяйств Ростовской области	93-103
Комлацкий В. И., Пашаян С.А. Оптимальные сроки и методы вывода маток пчёл в условиях Тюменской области	104-114
Марынич А. П., Семенов В. В., Джафаров Н. М. о. Катков К. А. Комплексный числовой показатель в оценке эффективности использования стартерных комбикормов для молодняка овец	115-127
Погодаев В. А., Рачков И. Г., Киц Е. А. Влияние пробиотиков на морфологические и биохимические показатели крови молодняка овец	128-137
Смакуев Д.Р., Шевхужев А.Ф., Кононова Л.В. Полиморфизм генов кальпаин-кальпастатиновой системы в популяции скота герефордской породы	138-146
Ташпеков К. Ю., Тузов И. Н. Выращивание телок голштинской породы в условиях ООО «ЭКНИВААГ-РО» Воронежской области	147-155
Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А. Влияние технологии выращивания бычков симментальской породы на развитие внутренних органов и товарные качества кожи	156-164

CONTENT

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER INDUSTRY

Vasilev E.A., Chenikalova E V. Cereal leafroller is a dangerous grain pest	4-14
Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Prokhorova I.V., Khripunov A.I. Influence of climate, mineral fertilizers and previous crops on the yield of Winter wheat in the eastern fore-Caucasus	15-26
Siniavskii I.V., Siniavskaia T.A. Distribution of mineral forms of nitrogen In the profile of semiterrestrial meadow-chernozemic soils of the central floodplain of the Miass river	27-36
Khonina O.V. Assessment of various ways of using the herbage of improved hayfields and pastures	37-50

ZOOTECHNY AND VETERINARY SCIENCE

Aibazov A.-M. M., Selionova M. I. Development of a dilution medium for semen of small cattle	51-62
Bailova N.V., Khromova L.G., Semenov S.N, Sheliakin I.D. Evaluation of the fatty acid composition of the lipid complex of Holstein cow milk and the butter produced from it	63-72
Velichko L.F., Velichko V.A., Kobzar D.V. Productivity of the first-calf heifers depending on the method of insemination	73-82
Efimova N.I., Omarov A.A., Shumaenko S.N. Meat qualities of Russian Meat Merino sheep and their association with the CAST gene (calpastatin)	83-92
Kolosov Yu.A., Belik N.I., Zeliatdinov V.V. Characteristics of the main physical and technical properties of stud rams` wool from breeding farms in the Rostov Region	93-103
Komlatskii V. I., Pashaian S. A. Optimal times and methods for queen bees rearing in the Tyumen Region	104-114
Marynich A.P., Semenov V.V., Dzhafarov N.M.o. Katkov K.A. Complex index number in assessing the efficiency of using starter ration feed concentrates for young sheep	115-127
Pogodaev V.A., Rachkov I.G., Kits E.A. Effect of probiotics on morphological and biochemical blood parameters of young sheep	128-137
Smakuev D.R., Shevkhuzhev A.F., Kononova L.V. Gene polymorphism of calpain-calpastatin system in Hereford bull calves	138-146
Tashpekoy K. Yu., Tuzov I. N. Rearing of Holstein heifers in the conditions of LLC "EkoNivaAgro" in the Voronezh Region	147-155
Shevkhuzhev A. F., Pogodaev V. A. Influence of the technology of Simmental bull calves rearing on the development of internal organs and commercial qualities of the skin	156-164

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
№3(17), 2024

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

Теоретический
и научно-практический журнал

Заказ № . Подп. к печ. 17.09.2024 г. Дата выхода в свет 25.09.2024 г.
Формат 60x84-1/8 Тираж 300 экз. Объем 9,5 печ. л.

Цех оперативной полиграфии «Северо-Кавказский ФНАЦ»,
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15

