

ИЗВЕСТИЯ

ГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ

ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1922 ГОДУ

ТОМ 61

ISSN 2070-1047

ЧАСТЬ 3



Владикавказ 2024

ISSN 2070-1047

№61 (3) 2024

ИЗВЕСТИЯ PROCEEDINGS

Горского государственного аграрного университета
of Gorsky State Agrarian University

Научно-теоретический журнал основан в 1922 году

-
- 4.1.1. - Общее земледелие и растениеводство (*сельскохозяйственные науки*)
 - 4.1.3. - Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(*сельскохозяйственные науки*)
 - 4.2.1. - Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология
(*ветеринарные науки*)
 - 4.2.4. - Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства (*сельскохозяйственные науки*)
 - 1.5.20. - Биологические ресурсы (*биологические науки*)
-

Журнал входит в международную научную базу Agriis
и в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук

<p style="text-align: center;">№ 61 (ч.3)</p> <h1 style="text-align: center;">ИЗВЕСТИЯ</h1> <p style="text-align: center;">Горского государственного аграрного университета</p>	<p style="text-align: right;">Volume 61/3</p> <h1 style="text-align: center;">PROCEEDINGS</h1> <p style="text-align: center;">of Gorsky State Agrarian University</p>
<p style="text-align: center;">Научно-теоретический журнал Основан в 1922 году Выходит один раз в квартал Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ СМИ ПИ №ФС77-77787 от 04.03.2020 г. Стоимость подписки 850 руб. за один номер журнала Индекс издания 66099 Агентство «Урал-Пресс»</p> <p style="text-align: center;">Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»</p> <p style="text-align: center;">Главный редактор: Гогаев О.К. – ректор Горского ГАУ, д.с.-х.н., профессор</p> <p style="text-align: center;">Зам. главного редактора: Абаев А.А. – проректор по научной работе Горского ГАУ, д.с.-х.н., профессор</p> <p style="text-align: center;">Члены редакционной коллегии: Агрономия Дзанагов С.Х. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Козырев А.Х. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Басиев С.С. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Кашуков М.В. – д.с.-х.н., профессор (Россия)</p> <p style="text-align: center;">Зоотехния Каиров В.Р. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Гогаев О.К. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Калоев Б.С. – д.с.-х.н., профессор (Россия)</p> <p style="text-align: center;">Ветеринария Софронов В.Г. – д.вет.н., профессор (Россия); Чеходариди Ф.Н. – д.вет.н., профессор (Россия); Годизов П.Х. – д.вет.н., профессор (Россия)</p> <p style="text-align: center;">Биологические науки Цугкиев Б.Г. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Рехвиашвили Э.И. – д.биол.н., профессор (Россия); Гাগиева Л.Ч. – д.биол.н., профессор (Россия)</p>	<p style="text-align: center;">Scientific-theoretical journal Founded in 1922 One issue per a quarter Registered by the Federal Supervision Agency for Mass Communication and Cultural Heritage Protection CERTIFICATE FOR MASS MEDIA REGISTRATION PE №ФС77-77787 of 04.03.2020 Subscription cost - 850 rub. for an issue Publication index 66099 Agency "Ural-Press"</p> <p style="text-align: center;">Founder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Gorsky State Agrarian University"</p> <p style="text-align: center;">Editor – in –chief: O.K. Gogaev – Acting Rector of the Gorsky State Agrarian University, DSc (Agriculture), Professor</p> <p style="text-align: center;">Deputy chief editor: A.A. Abaev – Prorector for Research, Gorsky State Agrarian University, DSc (Agriculture), Professor.</p> <p style="text-align: center;">Editorial board: Agronomy S.Kh. Dzanagov – DSc (Agriculture), Professor; (Russia); A.Kh. Kozyrev – DSc (Agriculture), Professor; (Russia); S. S. Basiev – DSc (Agriculture), Professor; (Russia); M.V. Kashukov – DSc (Agriculture), Professor; (Russia)</p> <p style="text-align: center;">Animal Husbandry V.R. Kairov – DSc (Agriculture), Professor; (Russia); O.K. Gogaev – DSc (Agriculture), Professor; (Russia); B.S. Kaloev – DSc (Agriculture), Professor; (Russia)</p> <p style="text-align: center;">Veterinary V. G. Sofronov – DSc (Veterinary Science), Professor; (Russia); F.N. Chekhodaridi – DSc (Veterinary Science), Professor; (Russia); P. H. Godizov – DSc (Veterinary Science), Professor; (Russia).</p> <p style="text-align: center;">Biological Sciences B.G. Tsugkiev – DSc (Agriculture), Professor; (Russia). E.I. Rekhviashvili – DSc (Biology), Professor; (Russia); L. Ch. Gagieva – DSc (Biology), Professor; (Russia).</p>
<p>Корректор – Биазрова А.В. Перевод – Каболова А.Б., старший преподаватель Вёрстка – Золотарёва В.А.</p>	<p>Corrector – A.V. Biazrova Translation – A.B. Kabolova, Senior Lecturer Make up – V.A. Zolotoreva</p>
<p style="text-align: center;">Адрес редакции, издательства, типографии 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37. ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Тел. (8672) 53-40-29 E-mail: izvestiaggau@mail.ru</p>	<p style="text-align: center;">Address of the publisher, the editorial office, the printing office: 362040, the Republic of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, 37 Kirov Street, FSBEI HE "Gorsky State Agrarian University" (Scientific department). Tel. 8(8672) 53-40-29; E-mail: izvestiaggau@mail.ru</p>

О Г Л А В Л Е Н И Е

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Агрономия

Икоева Л.П.

Изучение взаимосвязей между глубиной, способами обработки почвы и урожайностью картофеля в горной зоне РСО–Алания 6

Зоотехния

Псхациева З.В., Каиров В.Р., Булацева С.В., Юрин Д.А., Арбиева З.Х.

Комплекс кормовых добавок в рационах цыплят-бройлеров 14

Абаева А.А., Гогаев О.К., Лагкуева Э.А.

Возрастная динамика промеров тела и индексов телосложения молодняка овец тушинской породы в зависимости от возраста родителей 21

Гаджиев З.К., Суржикова Е.С., Евлагина Д.Д., Ковалева Г.П.,**Лапина М.Н.**

Оценка коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы по ДНК-маркерам, ассоциированных с хозяйственно-полезными признаками 29

Ветеринария

Ленкова Н.В.

Комплексное лечение при ацидозе рубца 37

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биологические ресурсы

Тамахина А.Я.

Роль кроющих трихом в биохимической адаптации и индикации экологических условий местообитаний растений 47

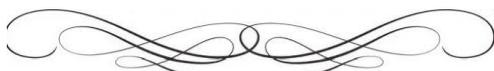
Шарибова А.Х., Дзуев Р.И., Дзагуров Б.А.Внутрипопуляционная изменчивость экстерьерных и краниальных параметров сони лесной *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 (Gliridae, Rodentia) в условиях северного макросклона Центрального Кавказа ... 58**Гагиева Л.Ч., Чкареули Л.В., Хетагуров Х.М., Абаев А.А.**Хозяйственно-биологические показатели продуктивности разных образцов амаранта *Amaranthus hypochondriacus* L. в условиях предгорий РСО–Алания 70

**Гогаев О.К., Кабисов Р.Г., Хозиев А.М., Козырев С.Г.,
Абаев А.А.**

Эффективность использования штаммов молочнокислых бактерий селекции Горского ГАУ при производстве заменителя цельного молока 77

**Цугкиев Б.Г., Цугкиева В.Б., Гагиева Л.Ч., Рамонова Э.В.,
Гревцова С.А.**

Перспективы рационального использования лука медвежьего, дикорастущего в РСО–Алания 83



C O N T E N T C

AGRICULTURAL SCIENCES

Agronomy

L.P. Ikoeva

The study of the relationship between depth, methods of soil cultivation and potato yield in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia-Alania 6

Zooengineering

Z.V. Pskhatsieva, V.R. Kairov, S.V. Bulatseva, D.A. Yurin, Z.Kh. Arbieva

Complex of feed additives in diets of broiler chickens 14

A.A. Abaeva, O.K. Gogaev, E.A. Lagkueva

Age dynamics of body measurements and body composition indices of young Tushino sheep depending on the age of the parents 21

Z.K Gadzhiev, E.S. Surzhikova, D.D. Evlagina, G.P. Kovaleva, M.N. Lapina

Evaluation of first-calf cows of the Black-and-White breed using DNA markers associated with economically useful traits 29

Veterinary

N.V. Lenkova

Comprehensive treatment for rumen acidosis 37

BIOLOGICAL SCIENCES

Biological Resources

A.Ya. Tamakhina

The role of covering trichomes in biochemical adaptation and indication of environmental conditions of plant habitats 47

A.Kh. Sharibova, R.I. Dzuev, B.A. Dzagurov

Intrapopulation variability of exterior and cranial parameters of the forest dormouse *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 (Gliridae, Rodentia) in the conditions of the northern macroslope of the Central Caucasus ... 58

L.Ch. Gagieva, L.V. Chkareuli, Kh.M. Khetagurov, A.A. Abaev

Commercial-biological indicators of performance of different samples of amaranth *Amaranthus hypochondriacus* L. in the foothills of North Ossetia-Alania 70

O.K. Gogaev, R.G. Kabisov, A.M. Hoziev, S.G. Kozyrev, A.A. Abaev

Efficiency of using strains of lactic acid bacteria selected by Gorsky State Agrarian University in the production of whole milk replacer 77

B.G. Tsugkiev, V.B. Tsugkueva, L.Ch. Gagieva, E.V. Ramonova, S.A. Grevtsova

Prospects for the rational use of bear's onion wild-harvested in North Ossetia-Alania 83



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

Научная статья

УДК 633.491:631.5

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_6

Изучение взаимосвязей между глубиной, способами обработки почвы и урожайностью картофеля в горной зоне РСО–Алания

Лариса Петровна Икоева

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр Российской академии наук» (СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН), Россия

ikoeval@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1737-3180>

Аннотация. Глубина и способы обработки почвы под картофель относятся к числу важнейших агротехнических приемов, позволяющих повышать урожайность клубней без существенных дополнительных затрат. Исследования проводились в период с 2020 по 2023 год, в горно-луговой субальпийской зоне в Даргавской котловине РСО–Алания на высоте 1450 м н.у.м. (с. Даргавс). Почва опытного участка относится к горно-луговой субальпийской выщелоченной, с перегнойно-иллювиальным горизонтом, суглинистой на элювии глинистых сланцев. Метеорологические условия в годы проведения исследований отмечены как контрастные. Температурные условия весной сравнительно благоприятно сложились, но в фазу цветения отмечалось понижение влажности воздуха и повышение температуры воздуха и почвы. Посадку картофеля сорта Фарн проводили в I декаде мая, уборку во II декаде сентября. Безотвальные способы обработки почвы по сравнению с отвальными существенно не влияют на увлажнение почвы, накопление доступных питательных веществ, урожай и его качество, но засоренность возрастает. Вспашку горных черноземов РСО–Алания следует проводить на глубину не более 25 см. Увеличение глубины вспашки до 35 см или уменьшение до 15 см вызывает снижение урожайности обработки почвы плоскорезом. Экономическая эффективность с

отвальной вспашкой на глубину 25 см – прибыль от реализации с 1 га составила 283,1 тыс. руб. Увеличение глубины вспашки до 35 см снизило прибыль до 56,1 тыс. руб., а уменьшение до 15 см до 52,2 тыс. руб. Уровень хозяйственной рентабельности составил соответственно 141,4; 165,7 и 147,2 %. При внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и обработке почвы плоскорезом на глубину 25 см прибыль составила 247,1 тыс. руб. с 1 га при хозяйственной рентабельности – 152,2 %.

Ключевые слова: глубина, способы обработки почвы, обработка почвы, урожайность, картофель, сорт Фарн

Для цитирования: Икочева Л.П. Изучение взаимосвязи между глубиной, способами обработки почвы и урожайностью картофеля в горной зоне РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 6-13. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_6.

Scientific article

The study of the relationship between depth, methods of soil cultivation and potato yield in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia–Alania

Larisa P. Ikocheva

North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (NCSRIMFA of VSC RAS), Russia
ikoeval@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1737-3180>

Abstract. Depth and methods of soil cultivation for potatoes are among the most important agrotechnical techniques that allow increasing the yield of tubers without significant additional costs. The studies were conducted from 2020 to 2023, in the mountain-meadow subalpine zone in the Dargavs basin of the Republic of North Ossetia–Alania at an altitude of 1450 m above sea level (Dargavs village). The soil of the experimental site belongs to the mountain-meadow subalpine leached with a humus-illuvial horizon loamy on the eluvium of clay shale. Meteorological conditions during the years of the studies were noted as contrasting. Temperature conditions in the spring were relatively favorable, but during the flowering phase a decrease in air humidity and an increase in air and soil temperature were noted. Potatoes of the Farn variety were planted in the first ten days of May, harvested in the second ten days of September. Moldboard-less tillage methods do not significantly affect soil moisture, accumulation of available nutrients, crop yield and its quality compared to moldboard ones, but weed infestation increases. Plowing of mountain chernozems of the Republic of North Ossetia–Alania should be carried out to a depth of no more than 25 cm. Increasing the plowing depth to 35 cm or decreasing it to 15 cm causes a decrease in crop yield (subsoil tillage). Economic efficiency with moldboard plowing to a depth of 25 cm: profit from sales per 1 ha amounted to 283.1 thousand rubles. Increasing the plowing depth to 35 cm reduced profit to 56.1 thousand rubles, and decreasing it to 15 cm to 52.2 thousand rubles. The level of economic profitability amounted to 141.4; 165.7 and 147.2 %, respectively. When applying fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and cultivating the soil with a flat cutter to a depth of 25 cm, the profit amounted to 247.1 thousand rubles per 1 ha with an economic profitability of 152.2 %.

Keywords: depth, tillage methods, tillage, yield, potatoes, Farn variety

For citation: Ikocheva LP. The study of the relationship between depth, methods of soil cultivation and potato yield in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia–Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 6-13. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_6.

Введение. Картофель является одной из основных продовольственных сельскохозяйственных культур, выращиваемых во всем мире в разных климатических условиях [1, 3]. Клубни картофеля

отличаются высоким содержанием сухого вещества и считаются незаменимым источником крахмала, белка, витаминов, сахаров.

Картофель очень чувствителен к условиям окружающей среды, например, к свойствам почвы, так как имеет тонкую разветвленную корневую систему, которая повреждается в компактных почвах. Для получения высокого урожая и товарных клубней картофелю требуется рыхлая, аэрируемая и влажная почва. Поэтому для повышения урожайности и увеличение валовых сборов картофеля требуется применение таких агротехнических приемов, как глубина и способы обработки почвы [1, 11].

Научные учреждения РФ уделяют большое внимание изучению этих элементов технологии, так как оптимальные глубина и способы обработки почвы во многом определяют величину и качество урожая и имеют зависимость от почвенно-климатических условий региона [3, 5, 7]. Имеются данные о взаимосвязи между способом обработки и глубиной обработки почвы. Так, в работе [11] сообщается, что все методы обработки почвы снижают насыпную плотность почвы и сопротивление проникновению влаги в зависимости от глубины обработки. Кроме того, насыпная плотность почвы, скорость инфильтрации и урожайность улучшаются с увеличением глубины вспашки. Но эти вопросы в РСО–Алания изучены недостаточно. Имеющиеся же в литературе рекомендации весьма противоречивы, так как исследователи работали в неодинаковых условиях [7-9].

В связи с этим проведенное исследование актуально, так как направлено на повышение урожайности и качества клубней картофеля.

Цель исследования – изучить влияние глубины и различных способов обработки почвы в сочетании с минеральными удобрениями на продуктивность клубней картофеля.

В задачи исследований входило:

- определить наиболее эффективные способы обработки почвы под картофель в горной зоне РСО–Алания;
- изучить эффективность сочетания различной глубины обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и засоренность картофеля.

Научная новизна. Впервые на горно-луговых почвах горной зоны РСО–Алания установлена зависимость урожая клубней картофеля от основной обработки почвы. Выявлены наиболее эффективные сочетания различной глубины обработки почвы и минеральных удобрений на урожай картофеля.

Материалы и методы. Научные опыты проводились в горно-луговой субальпийской зоне в Даргавской котловине РСО–Алания, лежащей в пределах Северного склона Центрального Кавказа между Скалистым и Боковым хребтами, на высоте 1450 м н.у.м. (с. Даргавс). Климат Даргавской котловины умеренно-континентальный, относительно мягкий [4].

Почва опытного участка относится к горно-луговой субальпийской выщелоченной, с перегнойно-иллювиальным горизонтом, суглинистой на элювии глинистых сланцев. Характерной особенностью этих почв является высокое содержание в них щебня и кислой реакции почвенного раствора (рН 4,9–5,2 %). Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 6,7 %. Содержание подвижного фосфора колеблется в пределах 2,8–2,4 мг/100 г почвы, обменного калия – от 30,3 до 51,0 мг/100 г почвы. Общего азота в верхних гумусовых горизонтах содержится от 0,62 до 1,17 %, тогда как гидролизуемого азота – 6,44–6,72 % [4, 8].

Полевые опыты закладывались в 3-х повторностях. Общая площадь делянки 70 м², учетная площадь – 50 м². Расположение вариантов в повторениях рендомизированное.

Исследования проводили на районированном сорте картофеля «Фарн», созданном селекционерами ФГБОУ ВО Горский ГАУ под руководством профессора С. С. Басиева [2]. Предшественник – кукуруза на зеленый корм. Метеорологические условия в годы проведения исследований отмечены как контрастные. Температурные условия весной сравнительно благоприятно сложились, но в фазу цветения отмечалось понижение влажности воздуха и повышение температуры воздуха и почвы.

Технология возделывания картофеля в опытах соответствовала принятой для горной зоны. Посадку картофеля проводили в I декаде мая. Уборку – во II декаде сентября. Минеральные удобрения - N₆₀P₆₀K₆₀ вносились осенью под зяблевую вспашку согласно схеме опыта [3, 7, 9].

Учеты и наблюдения в опытах осуществляли согласно методике ВНИИ картофельного хозяйства [10]. Статистическую обработку данных по урожаю, крахмалу, витамину С проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [6] с использованием компьютерной программы «SNEDECOR», «Microsoft Excel».

Результаты исследований. Сложный рельеф горной местности требует применения специальных машин, обеспечивающих хорошее качество способов обработки почвы, посадки, ухода и уборки клубней картофеля. Но, к сожалению, такой техники пока нет, и горные хозяйства вынуждены применять серийные машины, предназначенные для равнинной зоны.

Исследованием установлено, что глубина вспашки и способы обработки существенно не влияют на урожай и качество картофеля сорта Фарн. Так, при отвальных вспашках в 2020 г. – нормально увлажненном году, урожайность картофеля была ниже, чем при безотвальных обработках, а в 2021 году, относительно засушливом, она была выше при отвальной вспашке, чем при обработке плоскорезом (табл. 1). Можно сделать заключение, что безотвальная обработка почвы на глубину 25 см горнолуговых почв не имеет преимуществ по сравнению с отвальной вспашкой на ту же глубину.

Таблица 1. Влияние глубины и способов обработки почвы на урожайность картофеля, ц/га
Table 1. Influence of soil depth and tillage methods on potato yield, c/ha

Вариант / Variant	2020 г. / 2020 year	2021 г. / 2021 year	2022 г. / 2022 year	Среднее за 3 года / Average for 3 years
Глубина вспашки на 15 – 17 см / Plowing depth 15 - 17 cm	103,8	97,9	113,7	105,8
Глубина вспашки на 25 – 27 см / Plowing depth 25 - 27 cm	92,4	104,6	118,2	105,1
Глубина вспашки на 35 – 37 см / Plowing depth 35 - 37 cm	101,5	86,3	122,7	103,5
Обработка плоскорезом на 25 см / Processing with a subsurface cultivator 25 cm	113,4	94,9	107,6	105,3
Рыхление на 25 см / Ploughing 25 cm	134,8	106,3	86,1	109,1

Источник: составлено автором на основании данных научной работы.
Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

Данные исследования влияния глубины и способов обработки почвы на режим влажности свидетельствуют о более высоких запасах влаги, доступной растениям, созданных глубокой вспашкой. Влажность почвы до посадки клубней картофеля при безотвальной обработке в слое 0 – 10 см выше, чем при отвальной вспашке на ту же глубину. Увеличение глубины отвальной вспашки до 35 см повышает влажность почвы. Различия в содержании влаги в почвенном слое к фазе цветения исчезли, что связано с преобразованием почвенного профиля. Содержание влаги в новом пахотном слое уменьшается по сравнению с контролем, а подпахотном, наоборот, увеличивается.

Таким образом, безотвальные способы обработки почвы не оказывают существенного влияния на влажность почвы в благоприятные по осадкам годы, а в сухие годы при безотвальной обработке влажность почвы понижается ввиду более сильного ее высушивания. Углубление отвальной вспашки горных черноземов с 15 до 35 см незначительно повышает влажность почвы.

В течение трех лет проводились исследования влияния глубины и способов обработки почвы на пищевой режим почвы, засоренность посевов и питательных веществ в ней. При рыхлении почвы и отвальной вспашке на глубину 25 см перед посадкой клубней в пахотном слое почвы содержалось

одинаковое количество нитратного азота. При обработке почвы плоскорезом на глубину 25 см наличие нитратов уменьшилось на 6,3 мг/кг почвы. В фазу цветения картофеля нитратов в почве было меньше в связи с интенсивным ростом ботвы, клубней, выщелачиванием и ухудшением процессов нитрификации. Увеличение глубины отвальной вспашки повышает содержание нитратов в пахотном слое.

При обработке почвы плоскорезом содержание фосфатов в почве повысилось на 3,3 мг/кг по сравнению с отвальной вспашкой на ту же глубину, а при рыхлении уменьшилось на 6,9 мг/кг. В фазу цветения картофеля на глубине 25 см было на 18,6 мг больше, а при рыхлении – на 2,4 мг меньше по сравнению с отвальной вспашкой. Углубление вспашки с 15 до 35 см повышало содержание подвижных фосфатов перед посадкой на 1,9 мг, а в фазу цветения уменьшило на 4,0 мг/кг почвы. При плоскорезной обработке и отвальной вспашке на 25 см перед посадкой клубней в пахотном слое почвы обменного калия содержалось одинаковое количество, в фазу цветения – на 56,1 мг/кг больше при обработке плоскорезом.

Таким образом, накопление в почве нитратов интенсивнее происходило при отвальной вспашке. Подвижных фосфатов и обменного калия больше накапливалось при безотвальных обработках.

В горно-луговой субальпийской зоне Даргавской котловины РСО–Алания преобладают многолетние двудольные сорняки: чертополох, полынь, ширица, репейник, пикульник, звездчатка. Сорные травы данной зоны выносят из почвы огромное количество влаги. В ходе эксперимента были выявлены опасные карантинные паразитные сорные травы (повилика, заразиха), которые не зависят от почвенных условий.

Как видно на диаграмме (рис. 1), с увеличением глубины отвальной вспашки засоренность посевов понижается, а при безотвальных обработках резко возрастает. Так, при обработке плоскорезом засоренность посевов увеличилась на 203 шт./м², а при рыхлении – на 159 сорняка по сравнению с отвальной вспашкой на 15 см.

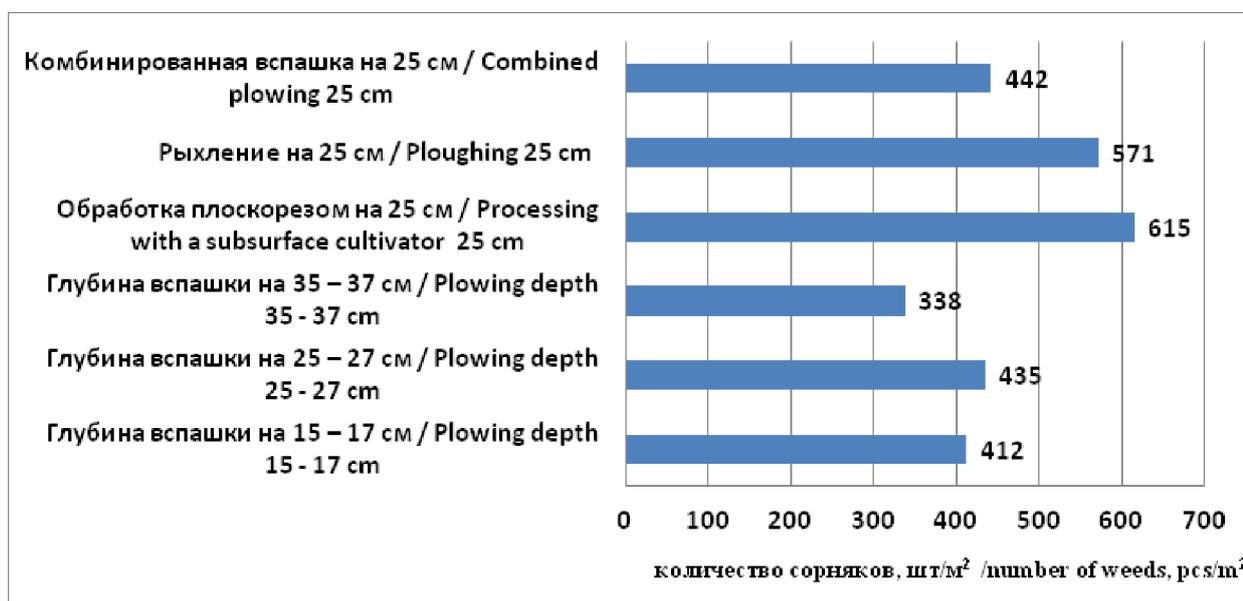


Рис. 1. Диаграмма влияния глубины и способов обработки почвы на засоренность
Fig. 1. Depicts the influence of depth and methods of soil cultivation for weed infestation

Источник: составлено автором на основании данных научной работы.
Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

Сочетание минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ с отвальной вспашкой на глубину 25 см обеспечило урожай клубней 158,0 ц/га (табл. 2). Обработка почвы плоскорезом в сочетании с минеральными удобрениями обеспечила урожай клубней 136,5 ц/га, что на 21,5 ц/га меньше, чем при отвальной вспашке.

Таблица 2. Эффективность сочетания различных обработок с удобрением
Table 2. Presents the results of an investigation into the effectiveness of combining different treatments with fertilizer

Вариант / Variant	Урожайность, ц/га / Yield, c/ha		Прибавка от обработки и удобрений / Increase from treatment and fertilizers
	без удобрений / without fertilizers	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
Глубина вспашки на 15 – 17 см / Plowing depth 15 – 17 cm	105,8	120,9	15,1
Глубина вспашки на 25 – 27 см / Plowing depth 25 – 27 cm	105,1	158,0	52,9
Глубина вспашки на 35 – 37 см / Plowing depth 35 – 37 cm	103,5	127,7	24,2
Обработка плоскорезом на 25 см / Processing with a subsurface cultivator 25 cm	105,3	136,5	31,2
Рыхление на 25 см / Ploughing 25 cm	109,1	147,4	38,3
Глубина вспашки на 15 – 17 см / Plowing depth 15 – 17 cm	108,8	139,2	30,4

Источник: составлено автором на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

Эффективность удобрений, вносимых под основную обработку, зависит от глубины последующей обработки почвы. Лучший результат дают удобрения при внесении их под отвальную вспашку на глубину 25 см, прибавка при этом составляет 52,9 ц/га, или на 50,0 % больше. Увеличение или уменьшение глубины отвальной вспашки снижает эффективность внесенных удобрений.

Экономическую эффективность сочетания различной глубины и способов обработки почвы с минеральными удобрениями, внесенными под основную обработку, определяют с учетом затрат на обработку почвы, приобретение и внесение минеральных удобрений, на уборку и транспортировку дополнительного урожая. С отвальной вспашкой на глубину 25 см прибыль от реализации с 1 га составила 283,1 тыс.руб. Увеличение глубины вспашки до 35 см снизило прибыль до 56,1 тыс.руб., а уменьшение до 15см – до 52,2 тыс.руб. Уровень хозяйственной рентабельности составил соответственно 141,4; 165,7 и 147,2 %. При внесении удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ и обработке почвы плоскорезом на глубину 25 см прибыль составила 247,1 тыс. руб. с 1 га, при хозяйственной рентабельности 152,2 %.

Заключение

Безотвальные способы обработки почвы по сравнению с отвальными, в условиях горной зоны РСО–Алания, существенно не влияют на увлажнение почвы, накопление доступных питательных веществ, урожай и его качество. Засоренность посевов при безотвальных способах обработки почвы резко возрастает. Вспашку горных черноземов РСО–Алания следует проводить на глубину не более 25 см. Увеличение глубины вспашки от этой оптимальной до 35 см или уменьшение до 15 см вызывает снижение урожайности клубней картофеля. Минеральные удобрения лучше вносить под отвальную вспашку на глубину 25 см. Эффективность удобрений, внесенных под обработку почвы плоскорезом, понижается.

Список источников

1. Анисимов Ю. Б., Агеев А. А. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Урала // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LIV Международной научно-технической

конференции. Челябинск, 20-30 января 2015 года / Под редакцией П.Г. Свечникова. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2015. С. 94-99. EDN TVGUVH.

2. Селекция фитофтороустойчивых сортов картофеля / С. С. Басиев, З. А. Болиева, Д. П. Козаева [и др.] // Картофель и овощи. 2019. № 8. С. 30–32. DOI: 10.25630/PAV.2019.12.54.005. EDN LCGUCR.

3. Васильев А. А. Влияние сидератов на фитосанитарное состояние агроэкосистем картофеля // Пермский аграрный вестник. 2014. № 3(7). С. 3–10. EDN SMYYQP.

4. Дзанагов С. Х. Эффективность удобрений в севообороте и плодородие почв. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 1999. 363 с. EDN GTSSIN.

5. Дмитриева З. А. Оптимальные сроки и густота посадки // Картофель и овощи. 1985. № 2. С. 15-17.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

7. Икоева Л. П. Зависимость урожайности и качества клубней картофеля от действия регулятора роста в предгорной зоне РСО–Алания // Аграрный вестник Урала. 2023. № 03. (232). С. 13-21. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-13-21. EDN RTQLSO.

8. Икоева Л. П. Урожай, качество и сохранность клубней картофеля // Аграрная Россия. 2023. №5. С 29-32. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-5-29-32. EDN HYOQWD.

9. Икоева Л. П., Хаева О. Э. Количественные и качественные показатели разных сортов картофеля в зависимости от применения биопрепарата // Аграрный вестник Урала. 2023. Т.23. №11. С. 22-33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-11-22-33. EDN RTSRQD.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. М.: б.и., 2019. 329 с.

11. Effect of Different Tillage Practices on the Performance of Potato (*Solanum tuberosum*) on the Jos Plateau / A. Y. Yaroson, U. I. Henry, T. O. Adeniyi [et al.] // International Journal of Scientific and Research Publications. 2019. Vol. 9. № 2. P. 618-625. DOI: 10.29322/IJSRP.9.02.2019.p8679

References

1. [Anisimov YB, Ageev AA. Resource-saving technologies of cultivation of agricultural crops in the conditions of the northern forest-steppe agrolandscape of the Southern Urals. In: Svechnikov PG, editor. *Science achievements - agroindustrial production : materials of the 54th International scientific and technical conference; 2015 Jan 20-30; Chelyabinsk*. Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agro-Engineering Academy; 2015]. p. 94-9. (In Russ.). EDN: TVGUVH.

2. Basiev SS, Bolieva ZA, Kozaeva DP, et al. Breeding of potatoes cultivars resistant to late blight of potato. *Potatoes and Vegetables*. 2019;(8): 30-2. Available from: <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.12.54.005>. (In Russ.). EDN: LCGUCR.

3. Vasiliev AA. Influence of green manure on the phytosanitary condition of potato agro-ecosystems. [*Perm Agrarian Journal*]. 2014;3(7): 3-10]. (In Russ.). EDN: SMYYQP.

4. [Dzanagov SH. *The effectiveness of fertilizers in crop rotation and soil fertility*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 1999]. (In Russ.). EDN: GTSSIN.

5. [Dmitrieva ZA. Optimal terms and density of planting. *Potatoes and Vegetables*. 1985;(2): 15-7]. (In Russ.).

6. [Dospikhov BA. *Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results*. Moscow: Alliance; 2014]. (In Russ.).

7. Ikoeva LP. Dependence of yield and quality of potato tubers on the action of a growth regulator in the foothill zone of Republic of North Ossetia-Alania. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023;03(232): 13-21. Available from: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-232-03-13-21>. (In Russ.). EDN: RTQLSO.

8. Ikoeva LP. Yield, quality, and safety of potato tubers. [*Agrarnaya Rossiya*]. 2023;(5): 29-32. Available from: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-5-29-32>. (In Russ.). EDN: HYOQWD.

9. Ikoeva LP, Khaeva OE. Quantitative and qualitative indicators of different potato varieties depending on the use of the biological preparation. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023;23(11): 22-33. Available from: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-23-11-22-33>. (In Russ.). EDN: RTSRQD.

10. [Methodology of the State Varietal Testing of Agricultural Crops. Moscow: [publisher unknown]; 2019. (Vol. 1. General Part)]. (In Russ.).

11. Yaroson AY, Henry UI, Adeniyi TO, et al. Effect of Different Tillage Practices on the Performance of Potato (*Solanum tuberosum*) on the Jos Plateau. *International Journal of Scientific and Research Publications* [Internet]. 2019 Feb [cited 2024 Jun 25];9(2): 618-25. Available from: <https://doi.org/10.29322/IJSRP.9.02.2019.p8679> English.

Информация об авторе

Л. П. Икоева – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 03.07.2024; одобрена после рецензирования 29.08.2024; принята к публикации 05.09.2024.

Information about the author

L. P. Ikoeva - PhD (Agricultural), Senior Researcher.

Contribution of the author

The author declares no conflict of interest.

The article was submitted 03.07.2024; approved after reviewing 29.08.2024; accepted for publication 05.09.2024.



ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.5.033

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_14

Комплекс кормовых добавок в рационах цыплят-бройлеров

**Земфира Владимировна Псхациева^{1✉}, Валерий Рамазанович Каиров²,
Светлана Владимировна Булацева³, Денис Анатольевич Юрин⁴,
Зарема Хаджисмеловна Арбиева⁵**

^{1,2,3}Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

⁴ Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

⁵ Центр геномных исследований, Иллинойский университет, Чикаго, США

¹ zzz-ppp432@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-1306-3628>

² ggau-dis-zoo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6643-079X>

³ sss-bbb432@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5537-8367>

⁴ 4806144@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1517-4858>

⁵ zarbieva@uic.edu, <https://orcid.org/0000-0001-5653-9687>

Аннотация. На сегодняшний день для достижения высоких показателей в птицеводстве применение кормовых добавок является актуальным. Цель исследования – изучение влияния скармливания пробиотика и сорбентов на органолептические показатели мяса птицы. Исследования проводились в условиях птицефабрики «Михайловская» Республики Северная Осетия-Алания при соблюдении всех требований по методике научных и производственных исследований по кормлению птицы. Цыплята-бройлеры кросса «РОСС-308» были разделены на четыре группы. Первая группа получала полнорационный комбикорм хозяйства. Вторая группа получала комбикорм с добавлением пробиотика «Споротермин». Третья группа – комбикорм с 0,1 % пробиотика «Споротермин» и бентонита 3,6 % от массы корма и четвертая – комбикорм с добавлением пробиотика «Споротермин» и активной угольной кормовой добавки (АУКД). Дегустация бульона и мяса проводилась по 5-балльной шкале. Общая оценка качества грудных мышц опытных групп различалась с контрольной группой на 0,10-0,36 балла. Качество бульона, согласно органолептике, в 3 опытной группе превосходило аналогов из контрольной группы на 0,22 балла. По показателям элементарного химсостава грудных мышц мясо цыплят 3 опытной группы, получавших комплексно и пробиотик и сорбент, наблюдалось повышение содержания СВ в грудных мышцах на 0,72 %, белка – на 1,04 % достоверно и на этом фоне происходит снижение количества жира – на 0,21 %.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, пробиотик, сорбент, живая масса*

Для цитирования: Псхациева З.В., Каиров В.Р., Булацева С.В., Юрин Д.А., Арбиева З.Х. Комплекс кормовых добавок в рационах цыплят-бройлеров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. №3. С. 14-20. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_14.

Scientific article

Complex of feed additives in diets of broiler chickens

Zemfira V. Pskhatsieva^{1✉}, Valery R. Kairov², Svetlana V. Bulatseva³,
Denis A. Yurin⁴, Zarema Kh. Arbieva⁵

^{1,2,3}Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

⁴Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

⁵Genome Research Core, University of Illinois at Chicago, USA

¹zzz-ppp432@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-1306-3628>

²ggau-dis-zoo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6643-079X>

³sss-bbb432@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5537-8367>

⁴4806144@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1517-4858>

⁵zarbieva@uic.edu, <https://orcid.org/0000-0001-5653-9687>

Abstract. To this date to achieve high indicators in poultry farming, the use of feed additives is relevant. The purpose of the study is to study the influence of firming of the probiotic and sorbents on the organoleptic indicators of poultry meat. Studies were conducted in the conditions of the Mikhailovskaya poultry farms of the Republic of North Ossetia-Alania, subject to all requirements for the methodology of scientific and production research on poultry feeding. Cross-Broilers Cross «Ross-308» were divided into four groups. The first group received full-time farming feed. The second group received compound feed with the addition of a “Sporotermine” probiotic. The third group - compound feeds with 0.1 % of the “Sporotermine” and bentonite 3.6 % of the mass of feed and the fourth - compound feed with the addition of a “Sporotermine” probiotic and active coal feed additive (ACFA). The tasting of the broth and meat was carried out on a 5-ballast scale. The overall assessment of the quality of the chest muscles of experimental groups varied with the control group-by 0.10-0.36 points. The quality of the broth, according to organoleptic, in the 3rd experimental group exceeded analogues from the control group - by 0.22 points. According to the indicators of the elementary chemical muscles the meat of chickens of 3 experimental groups which received a comprehensively both probiotic and sorbent, there was an increase in the content of CB in the chest muscles - by 0.72 %, protein - by 1.04 % reliably and against this background there is a decrease in the amount of fat - by 0.21 %.

Keywords: *broiler chickens, probiotic, sorbent, live weight*

For citation: Pskhatsieva ZV, Kairov VR, Bulatseva SV, Yurin DA, Arbieva ZKh. Complex of feed additives in diets of broiler chickens. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 14-20. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_14.

Введение. Вкусовые качества мяса цыплят зависят от качества корма, от условий содержания, от кросса. В настоящее время птицеводы страны работают над задачей повышения качества мяса, сохранности птицы. Мясо птицы низкокалорийное и содержит огромное количество питательных веществ [1, 2].

В настоящее время известно немало кормовых добавок, используемых в сельском хозяйстве. Хорошо зарекомендовали себя сорбенты, используемые в опытах ученых, исследующих влияние сорбентов на хозяйственно-полезные признаки птицы. Это такие ученые как В. В. Ерохин, который

проводил исследования на телках и добился повышения живого веса в опыте на 10 %. В его опытах использовался сорбент «Ковелос-Сорб». Также введение в рацион кормовой добавки АУКД позволило увеличить массу осетровых рыб – на 9,0 %, что подтверждается опытами Е. В. Чернышова [3, 4].

Исследователями Каировым В. Р., Булацовой С. В. и другими было изучено влияние сорбента на хозяйственно-полезные признаки, а также содержание ТМ в гомогенате мышечной ткани [5].

Одна из последних разработок ученых – древесный уголь в новой форме АУКД – активная угольная кормовая добавка, которая отлично зарекомендовала себя на птицефабриках России. Опыты проводились и на перепелах, результаты следующие: увеличение живой массы в опытной группе на 6,9 %, сохранность – 100 %, конверсия корма – на 5,0 % [6].

Относительно пробиотиков - их роль трудно переоценить. Биотехнология пошла далеко вперед и создает уникальные препараты для применения их в сельском хозяйстве [7]. В частности, речь идет о пробиотике «Споротермин». По результатам исследований Н. Н. Есауленко на телках, при применении пробиотика «Споротермин» рост живой массы на 6,2 % в возрасте 6 месяцев [8].

На сегодняшний день работ по комплексному использованию сорбентов и пробиотиков недостаточно, и мы сделали акцент на этом направлении исследований.

Цель исследования – изучение влияния скармливания пробиотика и сорбентов на органолептические показатели мяса птицы.

Материалы и методы. Опыты выполнялись в условиях птицефабрики «Михайловская» Республики Северная Осетия–Алания. Проводился опыт на цыплятах-бройлерах кросса «РОСС-308», разделенных на четыре группы. Содержание цыплят было клеточным в батареях БКМ-3Д. Первая группа получала полнорационный комбинированный корм хозяйства. Вторая группа получала комбикорм с добавлением 0,1 % по массе корма пробиотика «Споротермин». Третья группа – комбикорм с 0,1 % по массе корма пробиотика «Споротермин» и бентонита 3,6 %. Четвертая – комбикорм с добавлением 0,1 % по массе корма пробиотика «Споротермин» и 200 г/т корма АУКД. Дегустация бульона и мяса проводилась по 5-балльной шкале.

Пробиотик «Споротермин» производства ООО «Ветсельхоз» (г. Серпухов, Московской области) представляет собой однородный мелкодисперсный порошок от белого до кремового цвета со слабо-выраженным молочным запахом. Предназначен для повышения неспецифической резистентности организма молодняка сельскохозяйственных животных, при нарушении процессов нормального пищеварения, связанной с ферментной недостаточностью, для повышения сохранности и увеличения приростов живой массы. Пробиотическая кормовая добавка «Споротермин» содержит лиофильно высушенные культуры *Bacillus subtilis* и *Bacillus Leciniformis*. В качестве наполнителя используется лактоза, которая полностью растворяется в воде и усваивается организмом. Количество жизнеспособных микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Bacillus Leciniformis* в «Споротермине» составляет не менее $3 \cdot 10^9$ КОЕ/г – $5 \cdot 10^9$ КОЕ/г.

Бентонит в своём составе содержит 65 % глины; 2,5 % карбоната натрия; 2,5 % карбоната кальция; 25 % слоистого силиката мортмориллонита; а также каолинит. Бентонит используется в комбикормах в качестве универсальной добавки для минеральной подкормки. Применяется для профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Бентонит используют при лечении интоксикаций токсинами различного происхождения.

АУКД в отличие от бентонита - это сорбент с фитосвойствами, производится ООО НПО «Химинвест», г. Нижний Новгород. Он способен поглощать и удерживать вредные вещества, препятствуя их проникновению через желудочно-кишечный тракт в клетки организма. Активная угольная кормовая добавка содержит в качестве сорбционного материала мелкофракционированный активированный уголь с размером частиц от 0,1 до 2,0 мм, полученный из мягколиственных пород древесины, и водный раствор биоактивного хвойного экстракта при следующем соотношении компонентов, мас. %: водный раствор биоактивного хвойного экстракта хвой сосны - 10-30, мелкофракционированный активированный уголь - 70-90 %. Полученный активный уголь имеет адсорбционную способность по йоду 30-60 % (что соответствует требованиям ГОСТ на уголь дробленый активный марки ДАК, БАУ).

Результаты и обсуждение. Условия современного выращивания птицы позволяют достичь высокого содержания полноценного белка и снизить содержание жира в теле цыплят-бройлеров. Одним из важнейших факторов достижения таких результатов является полноценное кормление [9].

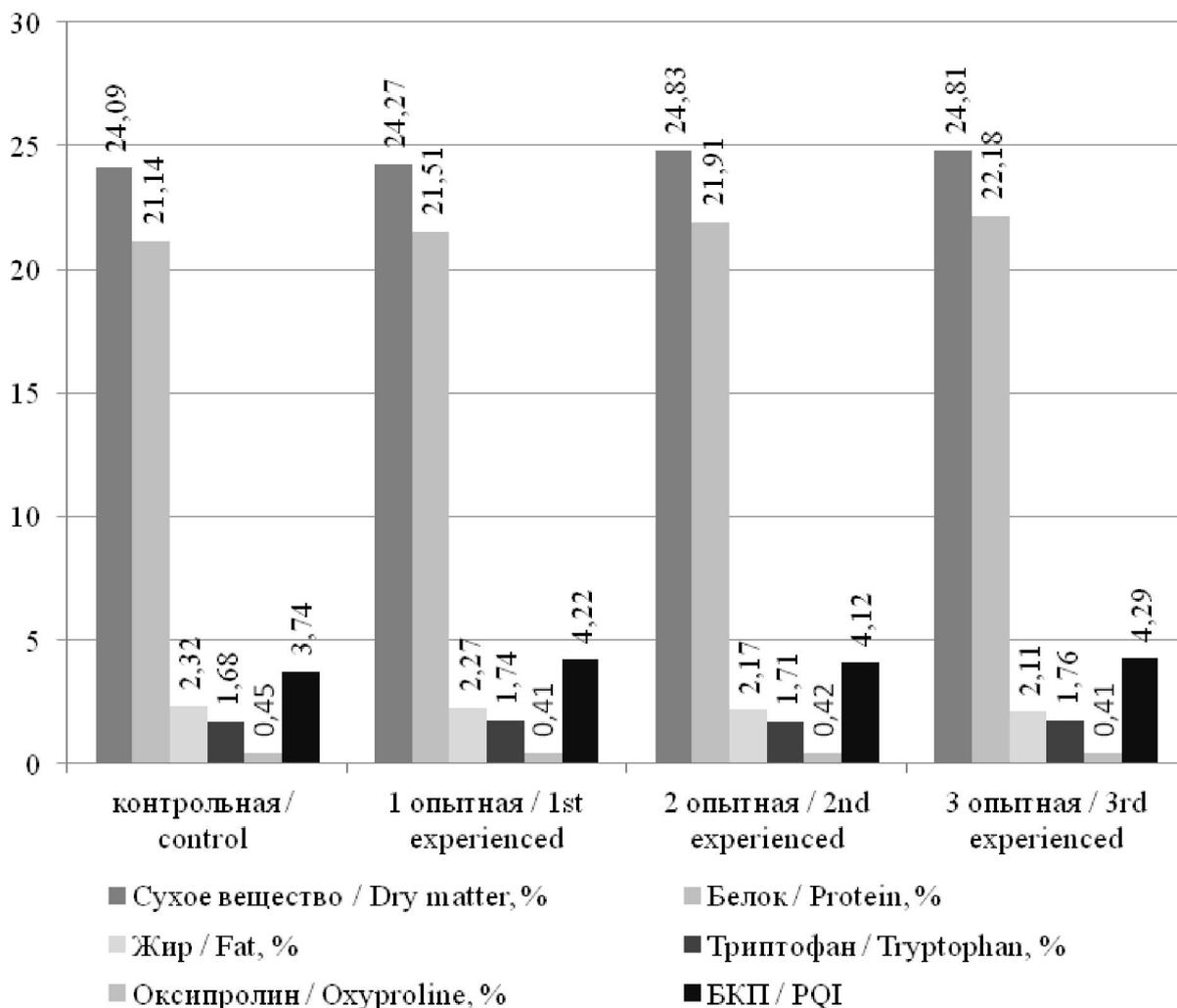


Рис. 1. Химсостав грудных мышц, %.
Fig. 1. Chemical composition of pectoral muscles, %.

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.
Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Анализ данных рис. 1 показывает, что содержание сухих веществ в грудных мышцах 3 опытной группы превосходило аналогов на 0,72 %, белка – на 1,04 % достоверно, и на этом фоне происходит снижение количества жира на 0,21 % ($P < 0,05$) относительно контроля. Видно, что пластический обмен в опытных группах усиливается. Также увеличилось значение белково-качественного показателя, который определяется отношением незаменимых аминокислот к заменимым. В 3 опытной группе эта величина выше на 0,55 ед. по отношению к контролю.

Следовательно, применение пробиотика «Споротермин» и сорбента АУКД в кормлении цыплят-бройлеров благоприятно сказывается на химическом составе мяса.

Для полной оценки качества мяса и бульона помимо изучения химического состава мышц необходимо изучение и органолептических качеств. В основе органолептического метода лежит метод определения качества мяса и бульона с помощью сенсорных анализаторов человека.

Определение органолептических показателей проводили по 5-балльной шкале (рис. 2 и 3).

После проведенной дегустации были получены следующие баллы: контроль – 4,42, первая опытная группа – 4,36, вторая опытная группа – 4,48 и третья опытная – 4,42 балла.

Дегустация бульона подтвердила лидерство третьей опытной группы на 0,22 балла относительно контрольной группы.

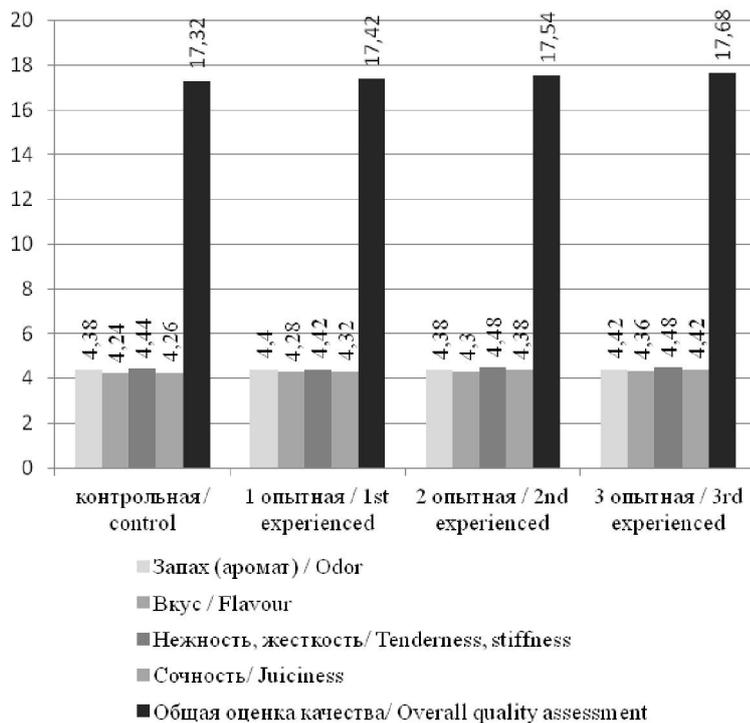


Рис. 2. Органолептические показатели мышечной ткани.
Fig. 2. Organoleptic properties of muscle tissue.

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.
Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

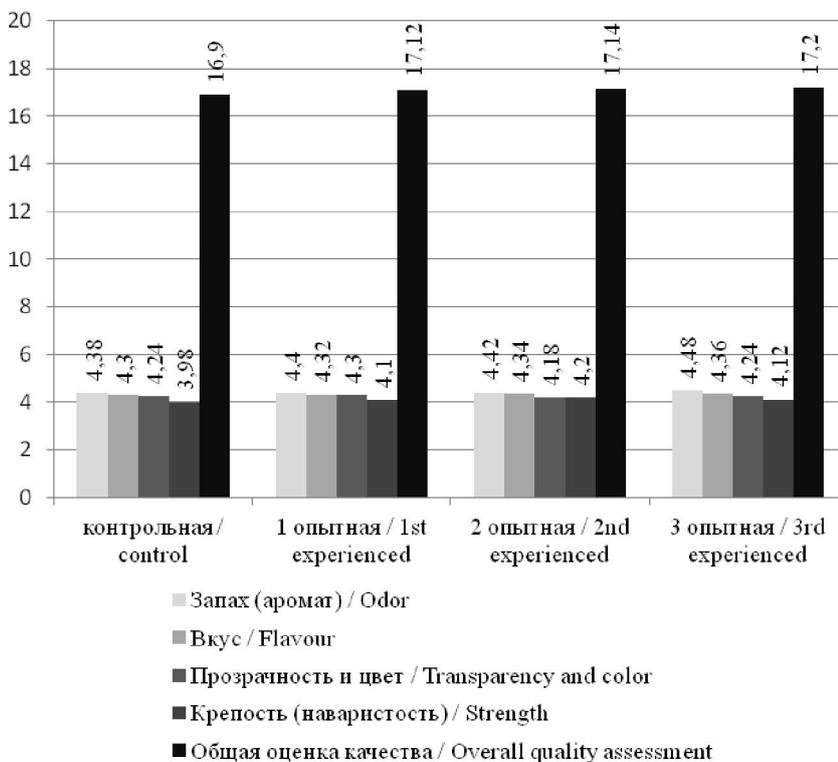


Рис. 3. Органолептические показатели бульона.
Fig. 3. Organoleptic properties of broth.

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.
Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Включение в рацион цыплят-бройлеров совместно и пробиотика и сорбента не оказало отрицательного влияния на органолептические свойства мышц и бульона.

Заключение

Таким образом, применение пробиотика «Споротермин» и сорбента АУКД в кормлении цыплят-бройлеров благоприятно сказывается на органолептической оценке мяса и бульона, что отражается на увеличении баллов в третьей опытной группе по бульону и мясу – на 0,30 и 0,36 соответственно. Химический состав мяса цыплят третьей опытной группы также лучше по белково-качественному показателю на 0,55 ед. относительно контрольной группы.

Список источников

1. Юрина Н. А. Кормовая фитодобавка в рационе птицы // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 11-1 (113). С. 192-194. DOI 10.23670/IRJ.2021.113.11.036. – EDN VHVBBB.
2. Эффективность применения новой органической природной пищевой добавки при кормлении птицы / Н. А. Юрина, А. Б. Власов, Б. В. Хорин, [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4(382). С. 77-82. DOI 10.24412/2587-6740-2021-4-77-82. EDN ADAGLX.
3. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review / М. Е. Abd El-Hack, М. Т. El-Saadony, М. Е. Shafi, [et al.] // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2020. Vol. 104(6). p. 1835-1850. DOI: 10.1111/jpn.13454. PMID: 32996177.
4. Neeff D. V., Ledoux D. R. In vitro and in vivo efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to bind and reduce aflatoxin residues in tissues of broiler chicks fed aflatoxin B1 // Animal Nutrition Poultry Science. 2013. Vol. 92. p. 131-137. DOI: 10.3382/ps.2012-02510. PMID: 23243239.
5. Псхациева З. В., Каиров В. Р., Булацева С. В. Применение комплекса сорбента и пробиотика в птицеводстве // Известия Горского государственного аграрного университета. 2023. Т. 60. №2. С. 70-76. DOI 10.54258/20701047_2023_60_2_70. – EDN FOLQHO.
6. Совместное применение пробиотика и сорбента в птицеводстве / А. А. Данилова, А. Н. Ра-тошный, Д. В. Осепчук [и др.]. // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоо-технии и ветеринарии. 2020. Т. 9. № 1. С. 338-344. – DOI 10.34617/z3xs-rb65. – EDN GZPPXP.
7. Biology of reproduction of catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in high-tech industrial aquaculture / Е. М. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov [et al.] // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2018. Vol. 10. No. 5S. - P. 1116-1129. - DOI 10.4314/jfas.v10i5s.93. – EDN OTD TVX.
8. Zhou Y., Mao S., Zhou M. Effect of the flavonoid baicalein as a feed additive on the growth performance, immunity, and antioxidant capacity of broiler chickens // Poultry Science. 2019. Vol. 98. p. 2790-2799. DOI: 10.3382/ps/pez071. PMID: 30778569.
9. Prececal amino acid digestibility and phytate degradation in broiler chickens when using different oilseed meals, phytase and protease supplements in the feed / W. Siegert, T. Zuber, V. Sommerfeld, [et al.] // Poultry Science. 2019. Vol. 98. p. 5700-5713. DOI: 10.3382/ps/pez355. PMID: 31250002. PMCID: PMC6771547.

References

1. Yurina NA. Plant-based feed supplement in poultry diet. *International Research Journal*. 2021;11-1(113): 192-4. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.036>. EDN: VHVBBB.
2. Yurina NA, Vlasov AB, Horin BV, et al. Efficiency of application new organic natural food additives for poultry feeding. *International Agricultural Journal*. 2021;4(382): 77-82. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-4-77-82>. EDN: ADAGLX.
3. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, et al. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* [Internet]. 2020 Sep 29[cited 2024 May 10];104(6):1835-50. Available from: <https://doi.org/10.1111/jpn.13454> English. PubMed PMID: 32996177.
4. Neeff DV, Ledoux DR. In vitro and in vivo efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to bind and reduce aflatoxin residues in tissues of broiler chicks fed aflatoxin B1. *Animal Nutrition Poultry Science* [Internet]. 2013 Jan; [cited 2024 May 10]; 92(1): 131-7. Available from: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02510> English. PubMed PMID: 23243239.

5. Pskhatsieva ZV, Kairov VR, Bulatseva SV. The use of a complex of sorbent and probiotics in poultry farming. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2023;60(Pt 2): 70-6. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2023_60_2_70. EDN: FOLQHO.

6. Danilova AA, Ratoshny AN, Osepchuk DV, et al. Joint application of probiotic and sorbent in poultry farming. *Collection of scientific papers of KRCAHVM*. 2020;9(1): 338-44. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.34617/z3xs-rb65>. EDN: GZPPXP.

7. Romanova EM, Lyubomirova VN, Romanov VV, et al. Biology of reproduction of catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in high-tech industrial aquaculture. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2018;10(5S): 1116-29. Available from: <https://doi.org/10.4314/jfas.v10i5s.93>. EDN: OTDTVX.

8. Zhou Y, Mao S, Zhou M. Effect of the flavonoid baicalein as a feed additive on the growth performance, immunity, and antioxidant capacity of broiler chickens. *Poultry Science* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2024 May 10];98(7): 2790-9. Available from: <https://doi.org/10.3382/ps/pez071> English. PubMed PMID: 30778569.

9. Siegert W, Zuber T, Sommerfeld V, et al. Prececal amino acid digestibility and phytate degradation in broiler chickens when using different oilseed meals, phytase and protease supplements in the feed. *Poultry Science* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2024 May 10];98(11): 5700-13. Available from: <https://doi.org/10.3382/ps/pez355> English. PubMed PMID: 31250002; PubMed Central PMCID: PMC6771547.

Информация об авторах

З. В. Псхациева – доктор сельскохозяйственных наук, ассистент, академик МАНЭБ;

В. Р. Каиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

С. В. Булацева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, член-корреспондент МАНЭБ;

Д. А. Юрин – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;

З. Х. Арбиева – кандидат биологических наук, директор Центра геномных исследований, Иллинойский университет в Чикаго.

Вклад авторов

Псхациева З. В. – проведение исследовательского процесса, обработка материала;

Каиров В. Р. – формулирование исследовательских целей и задач;

Булацева С. В. – проведение исследовательского процесса;

Юрин Д. А. – участие в проведении расчетов;

Арбиева З. Х. – корректировка текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 26.06.2024; принята к публикации 03.07.2024.

Information about the authors

Z. V. Pskhatsieva – DSc (Agriculture), assistant, academician of MANEB;

V. R. Kairov – DSc (Agriculture), Professor;

S. V. Bulatseva – PhD (Agriculture), Associate Professor, Corresponding Member of MANEB;

D. A. Yurin – PhD (Agriculture), Leading Researcher;

Z. Kh. Arbieva – PhD (Biology), Director of the Center for Genomic Research, University of Illinois at Chicago.

Contribution of the authors

Pskhatsieva Z. V. – conducting the research process, processing the material;

Kairov V. R. – formulation of research goals and objectives;

Bulatseva S. V. – conducting the research process;

Yurin D. A. – participation in calculations;

Arbieva Z. Kh. – text correction.

Conflicts of interest

The author declares no relevant conflicts of interest.

The article was submitted 15.05.2024; approved after reviewing 26.06.2024; accepted for publication 03.07.2024.

Научная статья

УДК: 636.064.6

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_21

Возрастная динамика промеров тела и индексов телосложения молодняка овец тушинской породы в зависимости от возраста родителей

**Алина Алановна Абаева^{1✉}, Олег Казбекович Гогаев^{1,2},
Эльвира Асланбековна Лагкуева³**

^{1,3}Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, Владикавказский научный центр РАН России, Владикавказ, Россия

²Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

¹alina444abaeva@gmail.com[✉], <https://orcid.org/0000-0002-4403-1226>

²texmen2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7059-9694>

³lagkutel2@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2096-7062>

Аннотация. Изучение биологических особенностей баранов и маток разного возраста и их способности передавать потомству необходимые селекционеру качества, которые были получены в результате скрещивания, является весьма важной и актуальной задачей. Для выявления наиболее лучшего возрастного сочетания родителей, используемых для получения высокопродуктивного потомства, необходимо изучить не только оплодотворяемость и плодовитость маток выбранной породы, а также сохранность полученного приплода, но еще и экстерьерные особенности полученного приплода. Для наших исследований было отобрано 1200 голов овец тушинской породы и сформировано 4 разновозрастные группы. Матки осеменялись элитными баранами, из которых, в свою очередь, было сформировано 3 возрастные группы. У полученного в результате такого спаривания потомства были изучены характерные промеры. Исходя из данных опыта, можно сделать вывод, что ярочки, полученные от молодых и возрастных родителей, значительно уступают по всем показателям своим сверстникам, полученным от средневозрастных родителей. Аналогичная картина наблюдается и у баранчиков. Родители среднего возраста дали потомство, которое по всем показателям является лучшим.

Ключевые слова: подбор, экстерьер, индексы телосложения, овцы, тушинская порода

Для цитирования: Абаева А.А., Гогаев О.К., Лагкуева Э.А. Возрастная динамика промеров тела и индексов телосложения молодняка овец тушинской породы в зависимости от возраста родителей // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 21-28. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_21.

Scientific article

Age dynamics of body measurements and body composition indices of young Tushino sheep depending on the age of the parents

Alina A. Abaeva^{1✉}, Oleg K. Gogaev^{1,2}, Elvira A. Lagkueva³

^{1,3}North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia

²Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

¹alina444abaeva@gmail.com[✉], <https://orcid.org/0000-0002-4403-1226>

²texmen2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7059-9694>

³lagkutiel2@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2096-7062>

Abstract. Research study of the biological characteristics of rams and ewes of different ages and their ability to transmit to their offspring the qualities required by the breeder which were obtained as a result of crossing is a very important and urgent task. To identify the best age combination of parents used to produce highly productive offspring, it is necessary to study not only the fertility and fertility of the queens of the selected breed as well as the safety of the resulting offspring, but also the exterior characteristics of the resulting offspring. For our research 1200 heads of Tushino breed sheep were selected and 4 groups of different ages were formed. The queens were inseminated with elite rams, of which, in turn, 3 age groups were formed. The characteristic measurements of the offspring obtained as a result of such mating were studied. Based on the experimental data, we can conclude that the little ones received from young and older parents are significantly inferior in all respects to their peers received from middle-aged parents. The same picture is observed in rams. Middle-aged parents gave birth to offspring that are the best in all respects.

Keywords: selection, exterior, body indexes, sheep, Tushino breed

For citation: Abaeva AA, Gogaev OK, Lagkueva EA. Age dynamics of body measurements and body composition indices of young Tushino sheep depending on the age of the parents. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 21-28. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_21.

Введение. Тушинская порода овец не зря считается одной из самых лучших грубошерстных пород мясо-шерстного направления. Большое внимание уделяется разведению этой породы практически во всех регионах Северного Кавказа. Стоит в очередной раз подчеркнуть, что эта порода обладает хорошей мясной и шерстной продуктивностью, а мясо отличается прекрасными вкусовыми качествами. Также эти овцы способны давать молоко, жирность которого составляет от 6 до 9 %, которое используется для приготовления творога и сыра [1, 2].

Овцы неприхотливы к условиям содержания и кормления. Особенности строения экстерьера делают породу способной осваивать естественные пастбища, которые являются труднодоступными [3].

Но, даже учитывая все плюсы в характеристике этих овец, также необходимо отметить, что они обладают недостаточно высокой плодовитостью. В связи с этим необходимо разработать технологию, при которой возможно повышение плодовитости овец тушинской породы.

Подбор родителей разного возраста позволит на практике рассмотреть выгодные сочетания родителей (♀х♂), а также увидеть потомство какого из них обладает лучшими экстерьерными особенностями. Это позволит сделать вывод о том, какой возраст родителей можно рекомендовать для племенной работы [4, 5].

Методика и условия проведения исследований. Материалом для исследования являлись чистопородные матки тушинской породы разного возраста, а также 9 баранов-производителей, по три головы каждого возраста. Для проведения опыта осенью 2019 года на ферме АО «Саниба» Пригородного района РСО–Алания были отобраны 1200 голов тушинской породы не ниже первого класса и сформированы 4 разновозрастные группы: ярки 1,5 лет, матки в возрасте 2,5-3,5 года; 4,5-5,5 лет и 6,5 и старше по 300 голов в каждой группе.

Эти матки были осеменены баранами трех возрастных групп: 1,5 лет; 2,5-4,5 года и 5,5 лет и старше. С целью устранения возможного влияния отдельных индивидуальных особенностей в каждую группу входило по 3 элитных барана.

Овцы каждой возрастной группы осеменялись баранами всех возрастов в равном количестве. В результате такого осеменения в середине февраля было получено 12 групп приплода разновозрастных родителей [6]¹.

¹ Влияние возрастного подбора на оплодотворяемость, плодовитость маток и сохранность приплода овец тушинской породы / О.К. Гогаев [и др]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 4. С. 152 -157.

Результаты исследований. Более ранними исследованиями, которые были проведены нами на ферме «Саниба» Пригородного района, было установлено влияние возраста родителей овец тушинской породы на плодовитость маток и сохранность приплода овец тушинской породы. Текущие исследования посвящены изучению закономерностей роста потомства в зависимости от возраста спариваемых родителей овец.

Для эксперимента, связанного с изучением данного показателя, у овец брали следующие промеры: высоту в холке, высоту в крестце, ширину груди, глубину груди, косую длину туловища, обхват груди за лопатками и обхват пясти. Измерения были произведены по прибытии ягнят с гор (6,5 месяцев) и в годовалом возрасте.

Данные по промерам приплода представлены в табл. 1 и 2, откуда видно, что по группам маток независимо от возраста отцов наибольшие промеры как к 6,5-месячному, так и годовалому возрасту имели ягнята от средневозрастных маток, которые отличались также своими высокими массами тела. По возрастным группам баранов преимущество также было на стороне приплода от отцов среднего (3,5 – 4,5 лет) возраста.

Ярочки от баранов 1,5 лет по всем промерам уступают своим сверстницам, рожденным от баранов других возрастов. Таким образом, потомство баранов 1,5 и 5,5 лет и старше имеют относительно менее развитые высотные и широтные промеры.

Величина промеров баранчиков от молодых, 2,5-летних и старых маток почти в одинаковой пропорции, но в различной степени, кроме косой длины туловища и обхвата пясти, отстает от промеров сверстников, рожденных от средневозрастных матерей.

Экстерьер баранчиков в зависимости от возраста отцов также меняется. При небольших различиях между показателями промеров баранчиков от баранов 1,5; 6,5 лет и старше, они выше у потомства, полученного при спаривании 3,5-4,5-летних баранов.

Преимущество в интенсивности роста имеют средневозрастные родители, а по некоторым промерам бараны 5,5 лет и старше, и матки 6,5 лет и старше. В целом, старшевозрастные матки и бараны дали приплод значительно лучший по отношению к приплоду от молодых родителей.

Таблица 1. Промеры баранчиков, полученные от спаривания разновозрастных родителей, см
Table 1. Measurements of rams obtained from mating parents of different ages, cm

Возраст маток (годы) / Queen age (years)	Промеры / Measurements	Возраст баранов (годы) / ram age (years)									
		1,5		2,5		3,5 – 5,5		5,5 и стар- ше /5.5 and older		в среднем по группам баранов / on average for groups of rams	
		возраст ягнят, мес. / age of the lambs, month									
		6,5	12	6,5	12	6,5	12	6,5	12	6,5	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,5	высота в холке / height at withers	52,2	56,6	55,2	57,3	56,3	58,5	55,6	57,0	55,3	57,2
	высота в крестце / height at the sacrum	57,5	58,2	57,9	60,6	59,9	61,3	58,6	59,0	58,1	59,2
	ширина груди / chest width	17,9	18,5	17,8	18,8	18,3	18,2	17,4	18,2	17,9	18,6
	глубина груди / chest depth	25,5	26,1	25,5	26,2	26,2	26,9	24,4	25,3	25,5	26,2
	косая длина туловища / oblique torso length	55,6	57,8	55,9	58,8	57,2	59,7	54,1	60,0	55,7	58,8
	обхват груди / chest girth	74,9	75,4	76,1	76,4	77,2	77,8	75,5	76,1	75,6	77,0
	обхват пясти / pastern girth	7,5	8,2	7,9	8,2	7,8	8,4	7,6	8,4	7,6	8,2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3,5 – 4,5	высота в холке / height at withers	55,4	56,4	56,0	58,3	57,0	58,8	57,2	57,7	56,2	57,8
	высота в крестце / height at the sacrum	57,4	58,2	58,4	61,2	59,7	62,5	59,0	60,8	58,8	61,0
	ширина груди / chest width	18,3	18,6	18,2	19,3	19,0	20,9	18,2	19,3	18,4	19,7
	глубина груди / chest depth	25,6	26,3	26,5	27,5	26,9	28,0	26,1	27,3	26,1	27,1
	косая длина туловища / oblique torso length	55,6	57,4	56,3	60,6	57,9	61,8	55,6	60,4	56,1	60,2
	обхват груди / chest girth	75,6	76,8	76,2	78,7	77,4	81,8	77,2	79,4	78,1	80,0
	обхват пясти / pastern girth	7,7	8,0	7,8	8,4	7,8	8,5	7,7	8,4	7,7	8,3
5,5 и старше / 5,5 and older	высота в холке / height at withers	56,0	56,7	56,0	57,1	58,0	58,8	57,4	58,4	57,0	57,7
	высота в крестце / height at the sacrum	57,8	58,9	58,8	60,0	61,0	61,7	60,4	60,8	59,6	60,0
	ширина груди / chest width	18,1	19,1	18,0	19,2	19,5	19,9	19,2	20,3	18,7	19,4
	глубина груди / chest depth	25,2	26,5	25,6	26,7	26,8	27,2	26,2	27,2	25,9	26,8
	косая длина туловища / oblique torso length	55,2	60,0	55,8	58,8	56,2	60,1	56,8	59,7	55,8	58,6
	обхват груди / chest girth	74,9	75,9	76,0	77,3	78,8	80,8	79,6	79,7	77,2	78,1
	обхват пясти / pastern girth	7,4	8,0	7,7	8,3	8,1	8,7	7,5	8,2	7,7	8,3
В среднем по группе мамок / on average for the group of queens	высота в холке / height at withers	55,5	56,6	55,7	57,5	56,9	58,6	56,8	57,6	–	–
	высота в крестце / height at the sacrum	57,5	58,4	58,0	60,4	60,4	62,1	59,0	60,0	–	–
	ширина груди / chest width	18,3	18,7	18,9	19,1	19,0	20,1	18,3	19,5	–	–
	глубина груди / chest width	25,3	26,6	25,5	27,1	26,5	27,5	25,7	26,8	–	–
	косая длина туловища / oblique torso length	55,2	58,3	55,9	59,0	56,3	60,7	55,7	60,0	–	–
	обхват груди / chest girth	75,1	76,2	76,1	77,4	77,8	79,6	77,4	78,2	–	–
	обхват пясти / pastern girth	7,4	8,0	7,6	8,2	7,8	8,5	7,6	8,4	–	–

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5,5 и старше / 5,5 and older	высота в холке / height at withers	57,8	60,6	59,1	61,3	59,5	62,2	58,0	60,9	58,0	61,2	
	высота в крестце / height at the sacrum	59,3	62,5	61,0	62,9	62,3	63,9	59,9	62,4	60,4	62,7	
	ширина груди / chest width	18,0	19,4	18,8	20,1	18,9	20,0	17,7	18,7	18,4	19,6	
	глубина груди / chest width	26,3	28,2	26,9	28,5	27,0	28,8	26,3	27,8	26,7	28,1	
	косая длина туловища / oblique torso length	55,4	61,5	56,0	63,9	57,7	65,3	60,2	64,6	57,3	64,0	
	обхват груди / chest girth	75,3	83,5	79,8	85,0	81,8	86,3	77,4	84,3	78,4	84,6	
	обхват пясти / pastern girth	7,5	9,0	8,1	9,4	8,3	9,5	7,9	9,0	7,9	9,2	
	высота в холке / height at withers	57,0	60,3	58,4	61,2	59,0	61,0	58,1	60,5	60,5	—	—
	высота в крестце / height at the sacrum	59,4	62,6	60,1	62,9	61,2	63,4	60,1	62,2	62,2	—	—
	В среднем по группе маток / on average for the group of queens	ширина груди / chest width	18,5	19,2	18,6	19,6	18,9	20,2	18,4	19,1	—	—
глубина груди / chest width		26,0	27,6	26,7	28,1	27,6	28,6	26,4	27,8	—	—	
косая длина туловища / oblique torso length		54,8	61,9	56,6	63,8	57,9	65,2	56,6	64,4	—	—	
обхват груди / chest girth		74,1	83,3	78,7	84,9	80,2	86,2	78,2	83,4	—	—	
обхват пясти / pastern girth		7,5	9,2	8,1	9,5	8,4	9,6	8,0	9,0	—	—	

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.
Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Выводы

1. По группам маток независимо от возраста отцов наибольшие промеры как в 6,5-месячному, так и годовалому возрасту имели ягнята от средневозрастных маток, которые отличались также своими высокими массами тела.

2. Ярочки от баранов 1,5 лет по всем промерам уступают своим сверстницам, рожденным от баранов других возрастов.

Потомство баранов 1,5 и 5,5 лет и старше имеют относительно менее развитые высотные и широтные промеры.

3. Величина промеров баранчиков от молодых, 2,5-летних и старых маток почти в одинаковой пропорции, но в различной степени, кроме косой длины туловища и обхвата пясти, отстает от промеров сверстников, рожденных от средневозрастных матерей.

Список источников

1. Динамика развития грубошерстного и полугрубошерстного овцеводства России / Г. И. Шичкин, Л. Н. Григорян, Г. Н. Хмелевская [и др.] // Зоотехния. 2022. № 12. С. 20-24. DOI 10.25707/ZT.2022.83.19. EDN UPBKYS.

2. Возрастные изменения линейных размеров костей осевого скелета овец / Х. Е. Кесаев, А. Р. Демурова, Р. Д. Бестаева [и др.] // Ветеринария Кубани. 2017. № 2. С. 15-17. – EDN ZDUIET.

3. Албегонова Р. Д., Угорец В. И. Физиологические особенности грубошерстных овец тушинской породы // Горное сельское хозяйство. 2017. № 2. С. 125-130. – EDN YTVUMN.

4. Гогаев О. К. Продуктивные качества и морфобиологические особенности кроссбредных овец разного происхождения в условиях отгонно-горного содержания Северного Кавказа: дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства. Владикавказ, 2003. 388 с.

5. Динамика живой массы потомства тушинских овец в зависимости от возраста родителей / О. К. Гогаев, А. А. Абаева, М. Э. Кебеков [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 93-101. – DOI 10.54258/20701047_2022_59_4_93. – EDN GDGLEP.

6. Влияние возрастного подбора на оплодотворяемость, плодовитость маток и сохранность приплода овец тушинской породы / О. К. Гогаев, А. А. Абаева, М. Э. Кебеков [и др.] // Известия Горского государственного университета. 2020. Т. 57. № 4. С. 152-157. – EDN SKFKOC.

References

1. Shichkin GI, Grigoryan LN, Khmelevskaya GN, et al. Dynamics of development of rough-wool and semi-coat-wool sheep breeding in Russia. [Zootechniya = Zootechnics]. 2022;(12): 20-4. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.25707/ZT.2022.83.19.006>. EDN: UPBKYS.

2. [Kessaev KhE, Demurova AR, Bestaeva RD, et al. Age-related changes in linear proportions of sheep axial skeleton bones. *Veterinary medicine of Kuban*]. 2017;(2): 15-7. (In Russ.). EDN: ZDUIET.

3. Albuginea RD, Ugorets VI. Physiological characteristics of coarse-wooled sheep tushinsky breed. [FSBSI North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture]. 2017;(2): 125–30 (In Russ.). EDN: YTVUMN.

4. [Gogaev OK. *Productive qualities and morphobiological features of crossbred sheep of different origin in the conditions of the North Caucasus mining co-existence* [dissertation]. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2003]. (In Russ.).

5. Gogaev OK, Abaeva AA, Kebekov ME, et al. Dynamics of the live weight of the Tushino sheep's offspring depending on the age of the parents. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 93-101. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_93. EDN: GDGLEP.

6. Gogaev OK, Abaeva AA, Kebekov ME, et al. Influence of age selection on impregnation capacity, ewes fertility and safety of tushin offspring. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020;57(4):152-7. (In Russ.). EDN: SKFKOC.

Информация об авторах

А. А. Абаева – младший научный сотрудник отдела ландшафтных систем ведения горного луговодства СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН;

О. К. Гогаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Э. А. Лагкуева – научный сотрудник отдела ландшафтных систем ведения горного луговодства СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 15.07.2024; принята к публикации 22.07.2024.

Information about the authors

A. A. Abaeva – Junior Researcher of the Department of Landscape Systems for Mountain Meadow Growing, NCRIMFA VSC of the RAS;

O. K. Gogaev – DSc (Agriculture), Professor;

E. A. Lagkueva – Researcher of the Department of Landscape Systems for Mountain Meadow Growing, NCRIMFA VSC of the RAS.

Contribution of the authors

All authors have contributed towards this article in equal measure. The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 15.07.2024; accepted for publication 22.07.2024.



Научная статья

УДК 636.22/.28.082.12

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_29

Оценка коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы по ДНК-маркерам, ассоциированных с хозяйственно-полезными признаками

Закир Камилович Гаджиев¹, Евгения Семёновна Суржикова²,
Дарья Дмитриевна Евлагина^{3✉}, Галина Петровна Ковалева⁴,
Марина Николаевна Лапина⁵

^{1,2,3,4,5}Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

¹gadzhiev70@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1966-7000>

²immunogenetika@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3955-0902>

³d1319731@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6101-7293>

⁴skotovodstvo-sniizhk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6655-2225>

⁵skotovodstvo-sniizhk.lapina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7651-8450>

Аннотация. В настоящее время генетические маркеры широко используются как средство при отборе высокопродуктивных животных. Поскольку гены: CSN3 (каппа-казеин), PIT-1 (гипофизарно-специфический фактор транскрипции), PRL (пролактин), GH (соматотропин) являются полиморфными и кодируют различные белки, изучение их влияния на продуктивные признаки крупного рогатого скота является актуальным. В связи с этим цель работы – определить влияние комплексных генотипов изучаемых генов на показатели молочной продуктивности коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы, разводимых в СПК колхоз-племзавод «Казьминский» Кочубеевского района Ставропольского края. Место проведения исследований – отдел генетики и биотехнологии ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». В данной статье представлены результаты ДНК-генотипирования аллельного полиморфизма по генам CSN3, PIT-1, PRL, GH методом ПЦР-ПДРФ у коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы. Установлено, что данные гены в изучаемой выборке полиморфны. Частота встречаемости желательного CSN3^B аллеля в изучаемой выборке составила 0,23. Отмечено присутствие аллелей PIT-1^A и PIT-1^B гена гипофизарно-специфического фактора транскрипции с частотой встречаемости 0,52 и 0,48. Особенностью полиморфизма гена PRL стала достаточно высокая частота встречаемости аллеля PRL^A (0,60). В данной исследуемой выборке молочного скота частота встречаемости желательного аллеля GH^L гена соматотропина составила 0,62. Также были выявлены все варианты комплексных генотипов и отмечена их взаимосвязь с молочной продуктивностью у коров чёрно-пёстрой породы. В исследуемой выборке преобладали животные-носители комплексных желательных генотипов, состоящих из четырёх и трёх маркерных аллелей трёх и двух генов (CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}/GH^{LV}; CSN3^{AB}/PIT1^{AB}/GH^{LL} или PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LV}; PIT-1^{AA}/GH^{LL}) – 46,7 %. Удой за лактацию между группами коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами был в пределах от 5839,14 до 8611,33 кг. Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,93 до 4,04 %, а белка от 2,99 до 3,14 %.

Ключевые слова: ген, полиморфизм, порода, молочная продуктивность, ассоциация, ПЦР-ПДРФ анализ

Для цитирования: Гаджиев З.К., Суржикова Е.С., Евлагина Д.Д., Ковалева Г.П., Лапина М.Н. Оценка коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы по ДНК-маркерам, ассоциированных с хозяйственно-полезными признаками // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 29-36. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_29.

Scientific article

Evaluation of first-calf cows of the Black-and-White breed using DNA markers associated with economically useful traits

Zakir K. Gadzhiev¹, Evgenia S. Surzhikova², Daria D. Evlagina^{3✉},
Galina P. Kovaleva⁴, Marina N. Lapina⁵

¹gadzhiev70@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1966-7000>

²immunogenetika@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3955-0902>

³d1319731@yandex.ru✉, <http://orcid.org/0000-0001-6101-7293>

⁴skotovodstvo-sniizhk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6655-2225>

⁵skotovodstvo-sniizhk.lapina@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7651-8450>

Abstract. At present time are widely used genetic markers as means in the selection of highly productive animals. Since the genes: CSN3 (kappa-casein), PIT-1 (pituitary-specific transcription factor), PRL (prolactin), GH (somatotropin) are polymorphic and encode various proteins, the study of their influence on the productive traits of cattle is relevant. In this regard, the goal of the work is to determine the influence of complex genotypes of the studied genes on the milk productivity of first-calf cows of the Black-and-White breed bred in the collective farm-breeding plant «Kazminsky» in the Kochubeevsky district of the Stavropol Territory. The place of research is the Department of Genetics and Biotechnology, VNIIOK, a branch of the North Caucasian Federal National Research Center. This article presents the results of DNA genotyping of allelic polymorphism for the CSN3, PIT-1, PRL, GH genes using PCR-RFLP methods in first-calf cows of the Black-and-White breed. It was established that these genes in the studied sample are polymorphic. The frequency of occurrence of the desired CSN3B allele in the studied sample was 0.23. The presence of alleles PIT-1A and PIT-1B of the pituitary-specific transcription factor gene was noted with a frequency of occurrence of 0.52 and 0.48. A feature of the PRL gene polymorphism was the fairly high frequency of occurrence of the PRLA allele (0.60). In this study sample of dairy cattle, the frequency of occurrence of the desired GH allele of the somatotropin gene was 0.62. All variants of complex genotypes were also identified and their relationship with milk productivity in black-and-white cows was noted. The study sample was dominated by animals carrying complex desirable genotypes, consisting of four and three marker alleles of three and two genes (CSN3AB/PIT-1BB/GHLV; CSN3AB/PIT1AB/GHLL or PIT-1AB/PRLAB/GHLV; PIT-1AA/GHLL) – 46.7 %. Milk yield per lactation between groups of black-and-white first-calf cows with different complex genotypes ranged from 5839.14 to 8611.33 kg. The mass fraction of fat in milk ranged from 3.93 to 4.04 %, and protein from 2.99 to 3.14 %.

Keywords: gene, polymorphism, breed, milk productivity, association, PCR-PDRF analysis

For citation: Gadzhiev ZK, Surzhikova ES, Evlagina DD, Kovaleva GP, Lapina MN. Evaluation of first-calf cows of the Black-and-White breed using DNA markers associated with economically useful traits. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 29-36. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_29.

Введение. Несмотря на то, что с использованием традиционных методологий селекции были достигнуты впечатляющие успехи, скорость и точность традиционного отбора можно значительно улучшить. В настоящее время отечественные и зарубежные учёные активно изучают генетическую детерминацию молочных и мясных признаков у крупного рогатого скота, сочетая фенотипы с данными о высокопродуктивных геномных SNP-маркерах [1-3].

Внедрение молекулярно-генетических методов в животноводство способствовало быстрому анализу корреляции между аллельными вариантами генов и продуктивными признаками [4, 5]. Технологии, основанные на использовании ДНК-маркеров, позволяют идентифицировать участки генома

(локусы количественных признаков или QTL), связанные со сложными генетически детерминированными признаками [6-8]. Применение таких молекулярно-генетических процедур при оценке значительно повышает точность отбора, тем самым ускоряя генетическое улучшение желаемых качеств животных [9, 10].

Последние достижения биотехнологии позволили раскрыть большое количество генетических полиморфизмов на уровне ДНК. Такие полиморфные гены, как каппа-казеин (*CSN3*), гипофизарно-специфический фактор транскрипции (*PIT-1*), пролактин (*PRL*), соматотропин (*GH*), кодирующие различные белки, в первую очередь считаются генами-маркерами, определяющими уровень молочной и мясной продуктивности коров [11, 12].

В связи с этим **цель** исследования – определить влияния комплексных генотипов по генам *CSN3*, *PIT-1*, *PRL*, *GH* на показатели молочной продуктивности коров-первотёлочек чёрно-пёстрой породы, разводимых в Ставропольском крае.

Материал и методы. В отделе генетики и биотехнологии ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» были проведены исследования по выявлению полиморфизма генов: каппа-казеина (*CSN3*), гипофизарно-специфического фактора транскрипции (*PIT-1*), пролактина (*PRL*), соматотропина (*GH*) на коровах-первотёлочках чёрно-пёстрой породы ($n = 30$), разводимых в СПК колхоз-племзавод «Казьминский» Кочубеевского района Ставропольского края. Генотипирование исследуемого поголовья крупного рогатого скота осуществлялось методом ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) по стандартным протоколам. ДНК выделялась из цельной крови с помощью коммерческого набора «DIAtomtmDNA Prep» (Iso Gene Lab, Москва).

По данным зоотехнического учёта (форма 2-мол) за 305 дней первой лактации были оценены показатели удоя, содержание жира и белка в молоке.

Цифровой материал исследований обрабатывался с использованием компьютерных программ: «Microsoft Office», BioStat, и методом вариационной статистики.

Результаты исследований. В результате ДНК-генотипирования коров-первотёлочек чёрно-пёстрой породы определен полиморфизм генов *CSN3*, *PIT-1*, *PRL*, *GH*, контролирующих молочную продуктивность. Данные гены были представлены двумя аллелями и тремя генотипами: *CSN3^A*, *CSN3^B* и *CSN3^{AA}*, *CSN3^{BB}*, *CSN3^{AB}*; *PIT-1^A*, *PIT-1^B* и *PIT-1^{AA}*, *PIT-1^{BB}*, *PIT-1^{AB}*; *PRL^A*, *PRL^B* и *PRL^{AA}*, *PRL^{BB}*, *PRL^{AB}*; *GH^V*, *GH^L* и *GH^{VV}*, *GH^{LL}*, *GH^{LV}*, с разной частотой встречаемости.

Частота встречаемости желательного *CSN3^B* аллеля гена каппа-казеина у коров-первотёлочек чёрно-пёстрой породы составила 0,23, что в сравнении с частотой встречаемости *CSN3^A* (0,77) аллеля в 3,3 раза ниже. При этом отмечена достаточно высокая – 40,0 % частота встречаемости желательного гетерозиготного *CSN3^{AB}* генотипа, тогда как большая часть (57,0 %) животных была носителями гомозиготного *CSN3^{AA}* варианта, а частота гомозиготного *CSN3^{BB}* варианта составила лишь 3,0 % (табл. 1).

Присутствие аллелей *PIT-1^A* и *PIT-1^B* гена *PIT-1* с частотой встречаемости 0,52 и 0,48 в данной выборке животных нашло отражение в наличии гетеро- и гомозиготных генотипах: *PIT-1^{AB}* – 30,0 %; *PIT-1^{AA}* – 37,0 и *PIT-1^{BB}* – 33,0.

Характерной особенностью полиморфизма гена *PRL* стала достаточно высокая частота встречаемости аллеля *PRL^A* (0,60), что в 1,5 раза больше в сравнении с частотой аллеля *PRL^B* (0,40). Частота встречаемости в исследуемой выборке первотёлочек чёрно-пёстрой породы гомозиготных (*PRL^{AA}*, *PRL^{BB}*) генотипов по данному гену и гетерозиготного (*PRL^{AB}*) варианта составило: 47,0; 27,0 и 27,0 % соответственно.

В данной исследуемой выборке молочного скота частота встречаемости желательного аллеля *GH^L* гена соматотропина составила 0,62, а распределение желательных вариантов *GH^{LL}* и *GH^{LV}* генотипов оказалось равным 43,0 и 37,0 % соответственно.

Анализируя полученные результаты по распределению желательных комплексных генотипов в выборке коров-первотёлочек чёрно-пёстрой породы было установлено наличие комплекса генотипов из шести и пяти желательных аллелей четырёх (*CSN3^{BB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}*; *CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/GH^{LL}*) и трёх (*CSN3^{BB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}*; *CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/GH^{LL}*; *PIT-1^{AA}/PRL^{BB}/GH^{LV}* или *PIT-1^{AB}/PRL^{BB}/GH^{LL}*) изучаемых генов – 10,0 и 23,3 %, но большее присутствие было в данной выборке с комплексом желатель-

ных генотипов, состоящих из четырёх и трёх маркерных аллелей трёх и двух генов ($CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT1^{AB}/GH^{LL}$ или $PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LV}$; $PIT-1^{AA}/GH^{LL}$), составившее 46,7 %. Остальная часть (20,0 %) в исследуемой выборке чёрно-пёстрой породы являлась носителем комплекса генотипов из трёх-двух маркерных аллелей 2-х генов: ($PIT-1^{AA}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}$ или $PIT-1^{AB}/PRL^{AB}$).

Таблица 1. Частота встречаемости генотипов и аллелей генов *CSN3*, *PIT-1*, *PRL*, *GH*
Table 1. Frequency of occurrence of genotypes and alleles of *CSN3*, *PIT-1*, *PRL*, *GH* genes

Ген-маркер / The gene marker	Генотип / Genotype	n	Частота встречаемости / Frequency of occurrence		χ^2
			генотипа, % genotype, %	аллеля, \pm sp allele, \pm sp	
<i>CSN3</i>	$CSN3^{AA}$	17	57,0	$CSN3^A - 0,77 \pm 0,054$ $CSN3^B - 0,23 \pm 0,054$	0,42
	$CSN3^{AB}$	12	40,0		
	$CSN3^{BB}$	1	3,0		
<i>PIT-1</i>	$PIT-1^{AA}$	11	37,0	$PIT-1^A - 0,52 \pm 0,064$ $PIT-1^B - 0,48 \pm 0,064$	4,78
	$PIT-1^{AB}$	9	30,0		
	$PIT-1^{BB}$	10	33,0		
<i>PRL</i>	PRL^{AA}	14	46,0	$PRL^A - 0,60 \pm 0,063$ $PRL^B - 0,40 \pm 0,063$	5,92
	PRL^{AB}	8	27,0		
	PRL^{BB}	8	27,0		
<i>GH</i>	GH^{VV}	6	20,0	$GH^V - 0,38 \pm 0,063$ $GH^L - 0,62 \pm 0,062$	1,51
	GH^{LV}	11	37,0		
	GH^{LL}	13	43,0		

Примечания. sp – ошибка частот генотипов/аллелей.

Notes. sp – error of genotype/allele frequencies.

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors on the basis of scientific research data.

Следующим этапом нашей работы стала оценка молочной продуктивности коров-первотёлочек чёрно-пёстрой породы – носителей разных комплексных генотипов (табл. 2).

Из данных таблицы 2 видно, что разница между группами коров-первотёлочек чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами генов *CSN3*, *PIT-1*, *PRL*, *GH* по удою за лактацию была в пределах от 5839,14 кг (генотипы $PIT-1^{AA}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}$ и др.) до 8611,33 кг (генотипы $CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{AB}/GH^{LL}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{BB}/GH^{LV}$). Коровы-первотёлочки – носители комплексных генотипов $CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{AB}/GH^{LL}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{BB}/GH^{LV}$ и $CSN3^{BB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}$; $PIT-1^{BB}/PRL^{AB}/GH^{LV}$; $PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LL}$ и др., превосходили аналогов с другими комплексными генотипами на 488,22 – 1492,22 кг молока.

Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,93 % (комплекс генотипов $PIT1^{AA}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}$) до 4,04 % (комплекс генотипов $CSN3^{AB}/PIT1^{AA}/PRL^{AB}/GH^{LL}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{BB}/GH^{LV}$). По массовой доле жира в молоке первотёлочки с комплексным генотипом $PIT-1^{AA}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}$ (3,92 %) уступали особям с другими генотипами на 0,07 – 0,11 %.

Массовая доля белка в молоке была в пределах от 2,99 – 3,06 % (комплекс генотипов $PIT-1^{AA}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}$ и $CSN3^{AB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}$; $PIT-1^{BB}/PRL^{AB}/GH^{LV}$; $PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LL}$) до 3,14 % (комплекс генотипов $CSN3^{BB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/GH^{LL}$). По массовой доле белка в молоке коровы с комплексными генотипами $PIT-1^{AA}/GH^{LV}$; $CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}$ и $CSN3^{AB}/PIT1^{AB}/GH^{LL}$; $PIT-1^{BB}/PRL^{AB}/GH^{LV}$; $PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LL}$ (2,99 – 3,06 %) уступали аналогам с другими генотипами на 0,05 – 0,15 %.

Таблица 2. Молочная продуктивность коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы (n = 30)
Table 2. Milk performance in first-born black-and-white cows (n = 30)

Комплексные генотипы / Complex genotypes	n	Удой, кг / Milk yield, kg	Жир, % Fat, %	Белок, % Protein, %
		М ± m	М ± m	М ± m
<i>CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{AB}/GH^{LL}</i> <i>CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/PRL^{BB}/GH^{LV}</i>	3	8611,33 ± 182,79	4,04 ± 0,23	3,14 ± 0,02
<i>CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}/GH^{LL}</i> <i>CSN3^{BB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}</i> <i>CSN3^{AB}/PIT-1^{AA}/GH^{LL}</i> <i>PIT-1^{AA}/PRL^{BB}/GH^{LV}</i> <i>PIT-1^{AB}/PRL^{BB}/GH^{LL}</i> <i>PIT-1^{BB}/PRL^{AB}/GH^{LL}</i>	7	7607,73 ± 221,17	4,00 ± 0,05	3,11 ± 0,03
<i>CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}/GH^{LV}</i> <i>CSN3^{AB}/PIT-1^{AB}/GH^{LL}</i> <i>PIT-1^{BB}/PRL^{AB}/GH^{LV}</i> <i>PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LL}</i> <i>PIT-1^{AB}/PRL^{AB}/GH^{LV}</i> <i>PIT-1^{AA}/GH^{LL}</i>	14	7119,11 ± 223,13	3,94 ± 0,05	3,06 ± 0,04
<i>PIT-1^{AA}/GH^{LV}</i> <i>CSN3^{AB}/PIT-1^{BB}</i> <i>PIT-1^{AB}/PRL^{AB}</i> <i>PIT-1^{AB}</i>	6	5839,14 ± 227,42	3,92 ± 0,03	2,99 ± 0,01

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors on the basis of scientific research data.

Заключение

По результатам ДНК-генотипирования аллельного полиморфизма генов *CSN3*, *PIT-1*, *PRL*, *GH* установлено, что данные гены в изучаемой выборке коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы полиморфны. Установлена взаимосвязь разных комплексных генотипов с молочной продуктивностью в исследуемой выборке крупного рогатого скота.

Удой за лактацию между группами коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами был в пределах от 5839,14 до 8611,33 кг. Массовая доля жира в молоке в исследуемой выборке КРС была в пределах от 3,93 до 4,04 %, а массовая доля белка колебалась от 2,99 до 3,14 %.

Полученные результаты и их анализ свидетельствует о том, что методы ДНК-диагностики позволяют получить объективную информацию о генетическом потенциале как отдельных животных, так и популяции в целом. Также данные исследования могут иметь практическое значение для селекционеров в области генетики и животноводства.

Список источников

1. Ярышкин А. А., Шаталина О. С., Лешонок О. И. Ассоциации полиморфных вариантов гена соматотропина с хозяйственно-ценными показателями коров // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 60 – 70. DOI 10.26897/0021-342X-2021-2-60-70. EDN WKTRCT.
2. Полиморфизм генов *PIT-1*, *PRL*, *GH* молочного скота кавказской бурой породы, разводимого в различных природно-экологических зонах Республики Дагестан / А. А. Оздемиров, М. И. Селинова, Л. Н. Чижова [и др.]. // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 2. С. 165-171. EDN JKXKRE.
3. Gutierrez-Reinoso M.A., Aponte P.M., Garcia-Herrerros M. Genomic Analysis, Progress and Future Perspectives in Dairy Cattle Selection: A Review // Animals (Basel). 2021. Vol. 11(3). P. 599. doi: 10.3390/ani11030599. PMID: 33668747; PMCID: PMC7996307.

4. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов пролактина, гормона роста и каппа-казеина с молочной продуктивностью / Д. К. Некрасов, А. Е. Колганов, Л. А. Калашникова [и др.]. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 1 (18). С. 40-48. – EDN YINBHV.
5. Сафина Н. Ю., Юльметьева Ю. Р., Шакиров Ш. К. Влияние комплекса полиморфизма генов κ-казеина (CSN3) и пролактина (PRL) на молочную продуктивность коров-первоотёлок голштинской породы // Молочнохозяйственный вестник. 2018. № 1 (29). С. 74-82. EDN YWNTLG.
6. Гатилова Е. В., Ефимова Л. В., Иванова О. В. Встречаемость генотипов каппа-казеина и их влияние на молочную продуктивность коров разных пород // Вестник АПК Ставрополя. 2020. № 4(40). С. 42-47. DOI: 10.31279/2222-9345-2020-9-40-42-47. EDN OQSEIY.
7. Межпородные особенности полиморфизма генов соматотропин, пролактин у коров молочного направления продуктивности / Л. Н. Чиждова, Е. С. Суржилова, Г. П. Ковалева, [и др.] // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2017. Т. 2. № 10. С. 108-113. EDN ZWBNBR.
8. Шайдуллин Р. Р., Ганиев А. С. Оценка полиморфизма гена каппа-казеина у животных чёрно-пёстрой породы // Вестник Ульяновской государственной сельхозакадемии. 2015. № 3 (31). С. 104-109. DOI: 10.18286/1816-4501-2015-3-104-109. EDN UMIBGR.
9. Егорашина Е. В., Тамарова Р. В. Молочная продуктивность коров разных пород во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину и бета-лактоглобулину // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 2(27). С. 79-85. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-27-2-79-85. EDN ADHLIQ.
10. Иванова И. П. Полиморфизм гена пролактина и влияние его генотипа на молочную продуктивность коров Омской области // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59-2. С. 68-73. DOI: 10.54258/20701047_2022_59_2_68. EDN EICZPQ.
11. Шайдуллин Р. Р., Шарафутдинов Г. С., Москвичева А. Б. Межлинейный полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 51-54. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10512. EDN FIWMWM.
12. Харламов А. В., Панин В. А., Косилов В. И. Влияние генов каппа-казеина и лактоглобулина на молочную продуктивность коров и белковый состав молока // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. №1 (81). С. 193-197. EDN XBGDQH.

References

1. Yaryshkin AA, Shatalina OS, Leshonok OI. Associations of polymorphic variants of the somatotropine gene with economically valuable indicators of cows. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2021;(2): 60-70. Available from: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-2-60-70>. (In Russ.). EDN: WKTPCT.
2. Ozdemirov AA, Selionova MI, Chizhova LN, et al. Polymorphism of PIT-1, PRL and GH genes in dairy cattle of the Caucasian Brown breed bred in various natural ecological zones of the republic of Dagestan, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020;15(2): 165-71. (In Russ.). EDN: JKXKRE.
3. Gutierrez-Reinoso MA, Aponte PM, Garcia-Herreros M. Genomic Analysis, Progress and Future Perspectives in Dairy Cattle Selection: A Review. *Animals* [Internet]. 2021 Feb 25 [cited 2024 Jun 5];11(3): 599. Available from: <https://doi.org/10.3390/ani11030599> English. PubMed PMID: 33668747; PubMed Central PMCID: PMC7996307.
4. Nekrasov DK, Kolganov AE, Kalashnikova LA, et al. The relationship of polymorphic variants of genes of the prolactin, growth hormone and kappa-casein with milk productivity of Yaroslavl breed cattle. *Agrarian Journal of Upper Volga region*. 2017;1(18): 40-8. (In Russ.). EDN: YINBHV.
5. Safina NYu, Yulmetyeva YuR, Shakirov ShK. Influence of the polymorphism complex of κ-casein (CSN3) and prolactin (PRL) genes on the milk productivity of the holstein first calf heifers. [Molochnokhozayistvenny Vestnik = Dairy Bulletin]. 2018;1(29): 74-82. (In Russ.). EDN: YWNTLG.
6. Gatilova EV, Efimova LV, Ivanova OV. Kappa-casein genotypes frequency and their effect on milk production in cows of different breeds. *Agroindustrial Bulletin of Stavropol Region*. 2020;4(40): 42-7. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2020-9-40-42-47>. EDN: OQSEIY.
7. Chizhova LN, Surzhikova ES, Kovalyova GP, et al. Cross-breed polymorphism features of somatotropin, prolactin genes in cows of dairy productivity direction. [Collection of scientific papers of the All-Russian

Scientific Research Institute of Sheep and goat breeding]. 2017;2(10): 108-13. (In Russ.). EDN: ZWBNBR.

8. Shaidullin RR, Ganiev AS. Evaluation of genetic polymorphism of kappa-casein gene in animals of black-motley breed. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2015;3(31): 104-9. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2015-3-104-109>. EDN: UMIBGR.

9. Egorashina EV, Tamarova RV. Different cow breeds milkability depending on kappa-casein and beta-globulin genotypes. *Agrarian Journal of Upper Volga region*. 2019;2(27): 79-85. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2019-27-2-79-85>. EDN: ADHLIQ.

10. Ivanova IP. Polymorphism of the prolactin gene and the effect of its genotype on the milk productivity of cows in the Omsk region. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(2): 68-73. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_2_68. EDN: EICZPQ.

11. Shaidullin RR, Sharafutdinov GS, Moskvicheva AB. Interlinear polymorphism of the kappa-casein gene and its effect on the milk productivity of cows. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2019;33(5): 51-4. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10512>. EDN: FIWMWM.

12. Kharlamov AV, Panin VA, Kosilov VI. Effect of kappa-casein and lactoglobulin genes on milk yields of cows and the content of protein in milk. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020;1(81): 193-7. (In Russ.). EDN: XBGDQH.

Информация об авторах

З. К. Гаджиев – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных;

Е. С. Суржикова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий;

Д. Д. Евлагина – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий;

Г. П. Ковалева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных;

М. Н. Лапина – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории разведения и селекции сельскохозяйственных животных.

Information about the authors

Z. K. Gadzhiev – DSc (Biology), Chief Researcher of the Laboratory of Animal Husbandry;

E. S. Surzhikova – PhD (Agricultural), Leading Researcher at the Laboratory of Immunogenetics and DNA Technologies;

D. D. Evlagina – PhD (Biology), Researcher at the Laboratory of Immunogenetics and DNA Technologies;

G. P. Kovaleva – PhD (Agricultural), Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Animal Husbandry;

M. N. Lapina – PhD (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of Animal Husbandry.

Вклад авторов

Гаджиев З. К. – научное руководство; концепция исследования; участие в написании исходного текста; итоговые выводы;

Суржикова Е. С. и Евлагина Д. Д. – провели ДНК-исследования; проанализировали данные; участие в написании исходного текста;

Ковалева Г. П. и Лапина М. Н. – отбор биоматериалов; проанализировали данные; участие в написании исходного текста.

Все авторы несут ответственность в равной степени при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

Статья поступила в редакцию 11.06.2024; одобрена после рецензирования 15.07.2024, принята к публикации 22.07.2024.

Contribution of the authors

Z. K. Gadzhiev – scientific guidance; research concept; participation in writing the source text; final conclusions;

E. S. Surzhikova and **D. D. Evlagina** – conducted DNA studies; analyzed the data; participated in writing the source text;

G. P. Kovaleva and **M. N. Lapina** – selection of biomaterials; analyzed the data; participated in writing the source text.

All authors are equally responsible for the detection of plagiarism, self-plagiarism or other genetic problems

The article has been submitted to the editorial office 11.06.2024; approved after review 15.07.2024; accepted for publication 22.07.2024.



ВЕТЕРИНАРИЯ

Научная статья

УДК 636.4:612.8

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_37

Комплексное лечение при ацидозе рубца

Наталья Владимировна Ленкова

Донской государственный аграрный университет, п. Персиановский, Россия

nata.lenkova.80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5749-2654>

Аннотация. Исследование по изучению эффективности применения комплексной схемы терапии при ацидозе рубца у коров проводилось в условиях ЖК Уланово, ФГБОУ ВО Донской ГАУ. Предлагаемая схема включала промывание рубца 2%-ым раствором гидрокарбоната натрия с последующим введением 500 г оксида магния, в первый день; в последующие два дня внутрь 500 г пищевой соды и 500 г оксида магния растворенных в 10 л теплой воды; 1 л содержимого рубца от здоровой коровы; Оксилонг 20 % ретард внутримышечно в дозе 1 мл на 10 кг живой массы однократно; Раствор Рингера-Локка - 800 мл внутривенно 3 дня подряд; тиамин хлорид 5 % раствор внутримышечно 3 раза в день в дозе 5 мг/кг живой массы 3 дня подряд; кормовая добавка «Бацелл-МТ» - 120 грамм на голову один раз в сутки с водой индивидуально в течение 5 дней. Применение комплексной терапии, направленной на снижение кислотности, восполнение дефицита элементов, микрофлоры желудочно-кишечного тракта способствует восстановлению гомеостаза организма, что проявилось нормализацией не только клинико-физиологических показателей, но и повышением количества гемоглобина, эритроцитов, количества инфузорий, снижением кислотности рубцового содержимого, мочи, кала. Нормализация состояния сопровождалась увеличением числа сокращений рубца до $3,7 \pm 0,4$ движ./2 мин., повышением pH рубцового содержимого до $6,8 \pm 0,4$, мочи до $7,0 \pm 0,1$, кала до $7,4 \pm 0,1$. Количество инфузорий повысилось в 4,99 раза, выявлены семейства Ophryoscolecidae рода Entodinium (54,4 %), Diplodinium (32,6 %), Epidinium (7,2 %), Ophryoscolex (5,8 %).

Ключевые слова: ацидоз рубца, Бацелл-МТ, пробиотики, инфузории

Для цитирования: Ленкова Н.В. Комплексное лечение при ацидозе рубца // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 37-46. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_37.

Scientific article

Comprehensive treatment for rumen acidosis

Natalia V. Lenkova

Don State Agrarian University, Persianovsky, Russia

nata.lenkova.80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5749-2654>

Abstract. A study on the effectiveness of a comprehensive treatment regimen for rumen acidosis in cows was conducted at the Ulanovo Residential Complex, Donskoy SAU. The proposed regimen included rumen lavage with a 2% sodium bicarbonate solution followed by administration of 500 g of magnesium oxide on the first day; 500 g of baking soda and 500 g of magnesium oxide dissolved in 10 l of warm water orally over the next two days; 1 l of rumen contents from a healthy cow; Oxylong 20 % retard intramuscularly at a dose of 1 ml per 10 kg of live weight once; Ringer-Locke solution - 800 ml intravenously for 3 days in a row; 5 % thiamine chloride solution intramuscularly 3 times a day at a dose of 5 mg/kg of live weight for 3 days in a row; feed additive «Bacell-MT» - 120 grams per head once a day with water individually for 5 days. The use of complex therapy aimed at reducing acidity, replenishing the deficiency of elements, microflora of the gastrointestinal tract helps to restore homeostasis of the body, which was manifested by the normalization of not only clinical and physiological indicators, but also an increase in the amount of hemoglobin, erythrocytes, the number of ciliates, a decrease in the acidity of the rumen contents, urine, feces. Normalization of the condition was accompanied by an increase in the number of rumen contractions to 3.7 ± 0.4 movements / 2 min., an increase in the pH of the rumen contents to 6.8 ± 0.4 , urine to 7.0 ± 0.1 , feces to 7.4 ± 0.1 . The number of ciliates increased by 4.99 times, the families of Ophryoscolecidae of the genus Entodinium (54.4 %), Diplodinium (32.6 %), Epidinium (7.2 %), Ophryoscolex (5.8 %) were identified.

Keywords: Acidosis of the scar, Bacell-MT, probiotics, infusoria

For citation: Lenkova NV. Comprehensive treatment for rumen acidosis. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt3): 37-46. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_37.

Введение. Болезни, связанные с нарушением пищеварения и обмена веществ, способствуют значительному снижению продуктивности, срока эксплуатации коров.

Ацидоз – заболевание крупного рогатого скота, развивающееся в результате нарушения правил кормления. Этиология болезни связана с повышенным содержанием в рационе легкопереваримых углеводов - крахмала и сахара (свыше 25 %), и низким уровнем клетчатки (менее 16 %). Способствующими факторами служат несбалансированность рационов, использование корма низкого качества, сильно измельченный корм, силос повышенной влажности и др. [2, 11].

Распространенность ацидоза в стадах достигает до 25-40 % и за короткий период времени способствует потере масса тела до 20-30 %, снижению удоя до 25-50 %. Кроме того, ацидоз сокращает время продуктивного использования животных на 2-3 периода лактации [4, 9].

Основой развития патологического состояния при ацидозе у крупного рогатого скота является сдвиг pH содержимого рубца в кислую сторону, что приводит к изменению состава рубцовой микрофлоры, в частности, появляются *Streptococcus bovis*, *Lactobacillus acidophilus*. Как следствие, происходит дальнейшее повышение кислотности, снижение ферментации, щелочного резерва крови и развитие метаболического ацидоза [1, 6].

Нарушается не только работа пищеварительной системы (ослабление моторной функции преджелудков, отсутствие аппетита, руминаторный стаз и др.), но и функции систем организма в целом, в том числе сердечно-сосудистой [15, 20].

Ацидоз способствует снижению продуктивности и репродукции животных, развитию гипотонии и атонии преджелудков, гепатоза, кетоза, вторичной остеодистрофии, ламинита [16, 18, 19].

Таким образом, при ацидозе у крупного рогатого скота изменяется видовой, количественный состав микроорганизмов преджелудков, усиливается рост условно-патогенной микрофлоры и развивается дисбактериоз [6]. Для восстановления микрофлоры требуется время, тем более, следует учитывать, что применяемые схемы лечения ацидоза на комплексах включают антибактериальную терапию. Поэтому необходимо дополнительно вводить полезную микрофлору и включать в схемы терапии пробиотические препараты.

Цель исследования - изучение влияния препарата пробиотического действия при комплексной терапии ацидоза рубца у крупного рогатого скота на скорость восстановления микрофлоры и работы желудочно-кишечного тракта.

Материалы и методы. Исследования проводились в ЖК Уланово, Калужская Нива, на кафедре терапии и пропедевтики ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Объектом исследования были коровы голштино-фризской породы с диагнозом ацидоз рубца. При постановке опыта были сформированы две опытные группы по 10 голов в каждой. Проводили клиническое обследование до и после терапии изучаемых коров по общепринятым схемам. Лабораторные исследования включали гематологические исследования на анализаторе PSE-90Vet и оценку pH индикаторной бумагой рубцового содержимого, мочи и кала. В рубцовом содержимом определяли количество и видовой состав инфузорий согласно стандартной методике. Забор крови осуществляли утром из хвостовой артерии. Рубцовое содержимое брали через 3 часа после кормления. Лабораторные исследования проводили до лечения и на 5 день после терапии.

Схемы лечения опытных коров указаны в таблице.

Таблица. Схемы терапии опытных групп коров при ацидозе рубца
Table. Treatment regimens for experimental groups of cows with rumen acidosis

Препарат / Medication	Доза / The dose	Способ введения / Method of administration	Кратность / Multiplicity	Цель применения / Purpose of application
1	2	3	4	5
Первая опытная группа / The first experimental group				
2%-ый раствор гидрокарбоната натрия / 2% sodium bicarbonate solution	10 л / 1	зондирование / gastric tube	однократно / once	Очистить рубец, снизить кислотность / Clean the rumen, reduce the acidity
оксид магния / magnesium oxide	500 г в 10 л теплой воды / 500 g in 10 liters of warm water	заливать через зонд, разминая рубец в левой голодной ямке / pour through the probe, kneading the rumen in the left hungry fossa	однократно в первый день терапии / once on the first day of therapy	Снизить кислотность / Reduce the acidity
500 г пищевой соды + 500 г оксида магния растворенных в 10 л теплой воды / 500 g baking soda + 500 g magnesium oxide dissolved in 10 liters of warm water		заливать в рубец с помощью зонда / дренча / pour into the rumen with a probe / drain	2-ой, 3-ий день / 2nd, 3rd day	Снизить кислотность / Reduce the acidity
содержимое рубца от здоровой коровы / the contents of the rumen from a healthy cow	1 л / 1	с помощью зонда / дренча / using a probe / drench	однократно, в первый день лечения / once, on the first day of treatment	для восстановления микрофлоры рубца / to restore the microflora of the rumen

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Первая опытная группа / The first experimental group				
Оксилонг 20 % ретард / Oxilong 20 % retard	1 мл на 10 кг живой массы / 1 ml per 10 kg of body weight	внутримышечно / intramuscularly	Однократно / once	снижение вероятности развития абсцессов печени / reducing the likelihood of developing liver abscesses
Раствор Рингера-Локка / Ringer-Locke solution	800 мл / ml	инфузионно / infusion	три дня подряд / Three days in a row	снижение ацидотического состояния и дегидратации организма / reduction of acidotic state and dehydration of the body
5 % раствор тиамина хлорид / 5 % thiamine chloride solution	5 мг / кг живой массы / 5 mg/kg of body weight	внутримышечно / intramuscularly	один раз в день, три дня подряд / once a day, three days in a row	восполнение тиамина / thiamine replenishment
кормовая добавка «Бацелл-МТ» / feed additive "Bacell-MT"	120 грамм на голову / 120 g per head	внутри с водой индивидуально / inside with water individually	один раз в сутки, пять дней подряд / once a day, for five days in a row	восстановление микрофлоры / restoration of microflora
Вторая опытная группа / The second experimental group				
Цефтонит / Ceftonite	20 мл / ml	подкожно / subcutaneously	один раз в день, три дня подряд / once a day, three days in a row	снижение вероятности развития абсцессов печени / reducing the likelihood of developing liver abscesses
Флунокс / Flunex	20 мл / ml	внутримышечно / intramuscularly	один раз в день, три дня подряд / once a day, three days in a row	Противовоспалительный / Anti-inflammatory
глюкоза 40 %-ый раствор / glucose 40 % solution	800 мл / ml	внутривенно / intravenously	один раз в день, три дня подряд / once a day, three days in a row	снижение ацидотического состояния и дегидратации организма / reduction of acidotic state and dehydration of the body
кальций борглюконат / calcium borgluconate	400 мл / ml	внутривенно / intravenously	один раз в день, три дня подряд / once a day, three days in a row	снижение ацидотического состояния и дегидратации организма / reduction of acidotic state and dehydration of the body
раствор Ревива (1 кг) / Reviv solution (1 kg)	10 л теплого раствора / 10 liters of warm solution	дренчевание / drench	Однократно / once	снижение ацидотического состояния и дегидратации организма / reduction of acidotic state and dehydration of the body

Источник: составлено автором на основании данных научной работы.
Source: compiled by the author based on the data of scientific work.

Проведена статистическая обработка данных (программа Microsoft Excel 2007).

Результаты исследований. На основании характерных клинических симптомов (угнетение, снижение аппетита, саливация, акт дефекации учащен, фекалии жидкие, содержат непереваренные частицы корма, гипотония преджелудка) и проведенных лабораторных исследований (кислая реакция рубцового содержимого, кала, мочи, низкое содержание инфузорий в рубцовом содержимом) опытными коровам был поставлен диагноз острый ацидоз рубца.

Проведенная терапия в опытных группах показала следующие результаты.

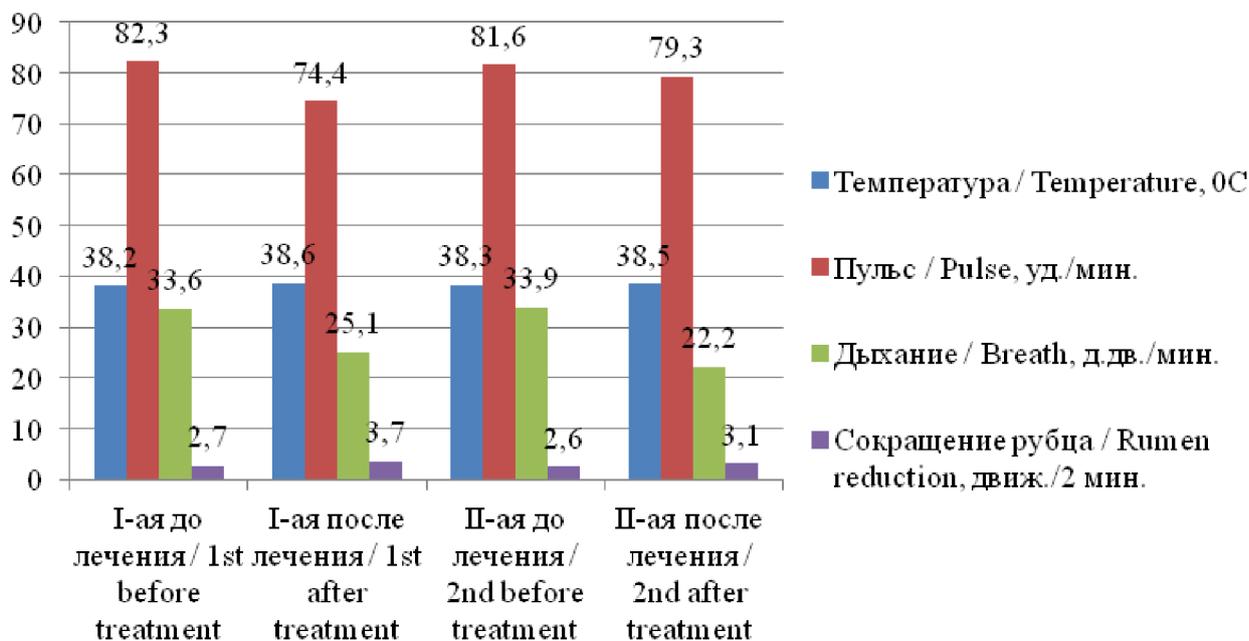


Рис. 1. Клинические показатели коров I и II опытных групп до и после терапии при ацидозе рубца
Fig. 1. Clinical indicators of cows of the 1st and 2nd experimental groups before and after therapy for rumen acidosis

Источник: составлено автором по результатам исследований.

Source: compiled by the author's based on the research of results

Анализ клинических показателей (рис. 1) показал, что общая температура тела до и после терапии у коров опытных групп находилась в пределах физиологических колебаний от $38,0 \pm 0,3$ °C до $38,6 \pm 0,3$ °C. Частота пульса после лечения в первой группе снизилась до $74,4 \pm 2,5$ уд./мин. ($P < 0,01$) против $82,3 \pm 1,1$ уд./мин. до лечения, а во второй – до $79,3 \pm 2,5$ уд./мин. ($P < 0,05$) против $81,6 \pm 1,2$ уд./мин. до терапии; количество дыхательных движений изменилась в первой группе до $25,1 \pm 1,6$ дых.дв./мин. ($P < 0,01$) против $33,6 \pm 2,1$ дых.дв./мин. до лечения, а во второй - до $22,2 \pm 1,4$ дых.дв./мин. ($P < 0,05$) против $33,9 \pm 2,2$ дых.дв./мин.; число сокращений рубца увеличилось в первой группе после терапии до $3,7 \pm 0,4$ движ. / 2 мин. ($P < 0,05$), против $2,7 \pm 0,3$ движ. / 2 мин. до терапии, а во второй до $3,1 \pm 0,5$ движ. / 2 мин. против $2,6 \pm 0,4$ движ. / 2 мин. до терапии.

При гематологическом исследовании (рис. 2) у больных коров I группы уровень гемоглобина после терапии составил $105,8 \pm 1,3$ г/л ($P < 0,001$) против $90,1 \pm 2,7$ г/л до лечения, во II группе гемоглобин повысился до $101,1 \pm 3,4$ г/л ($P < 0,01$) против $90,3 \pm 2,8$ г/л до лечения; количество эритроцитов в I группе после терапии составило $6,09 \pm 0,4 \cdot 10^{12}$ /л ($P < 0,05$) против $4,7 \pm 0,8 \cdot 10^{12}$ /л до лечения, во II группе соответственно до $5,9 \pm 0,5 \cdot 10^{12}$ /л против $4,4 \pm 0,6 \cdot 10^{12}$ /л. При определении количества лейкоцитов достоверных изменений не наблюдали.

При исследовании (рис. 3) установили, что у больных коров в первой группе pH рубцового содержимого находился на уровне $5,0 \pm 0,7$, а после лечения увеличился до $6,8 \pm 0,4$ ($P < 0,05$); мочи $5,8 \pm 0,3$, после лечения повысился до $7,0 \pm 0,1$ ($P < 0,001$); кала - $5,5 \pm 0,4$, а после лечения повысился до $7,4 \pm 0,1$ ($P < 0,001$) соответственно. Во второй опытной группе наблюдали следующие изменения:

pH содержимого рубца до лечения - $5,1 \pm 0,8$, а после терапии $6,7 \pm 0,3$; мочи $5,7 \pm 0,4$ и $7,4 \pm 0,3$ ($P < 0,01$); кала $5,4 \pm 0,3$ и $7,2 \pm 0,4$ ($P < 0,01$) соответственно.

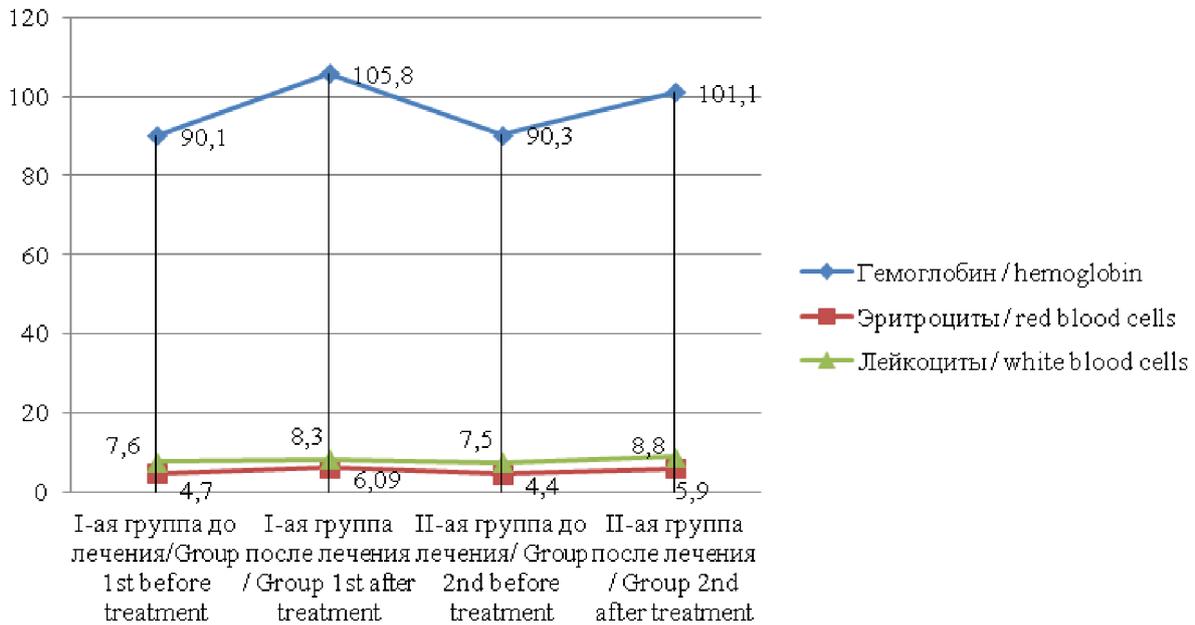


Рис. 2. Гематологические показатели коров, больных ацидозом рубца, до и после терапии; гемоглобин – г/л, эритроциты – $\times 10^{12}/л$, лейкоциты – $\times 10^9/л$

Fig. 2. Hematological parameters of cows with rumen acidosis before and after therapy; hemoglobin – g/l, red blood cells – $\times 10^{12}/l$, white blood cells – $\times 10^9/l$

Источник: составлено автором по результатам исследований.
Source: compiled by the authors based on the research of results.

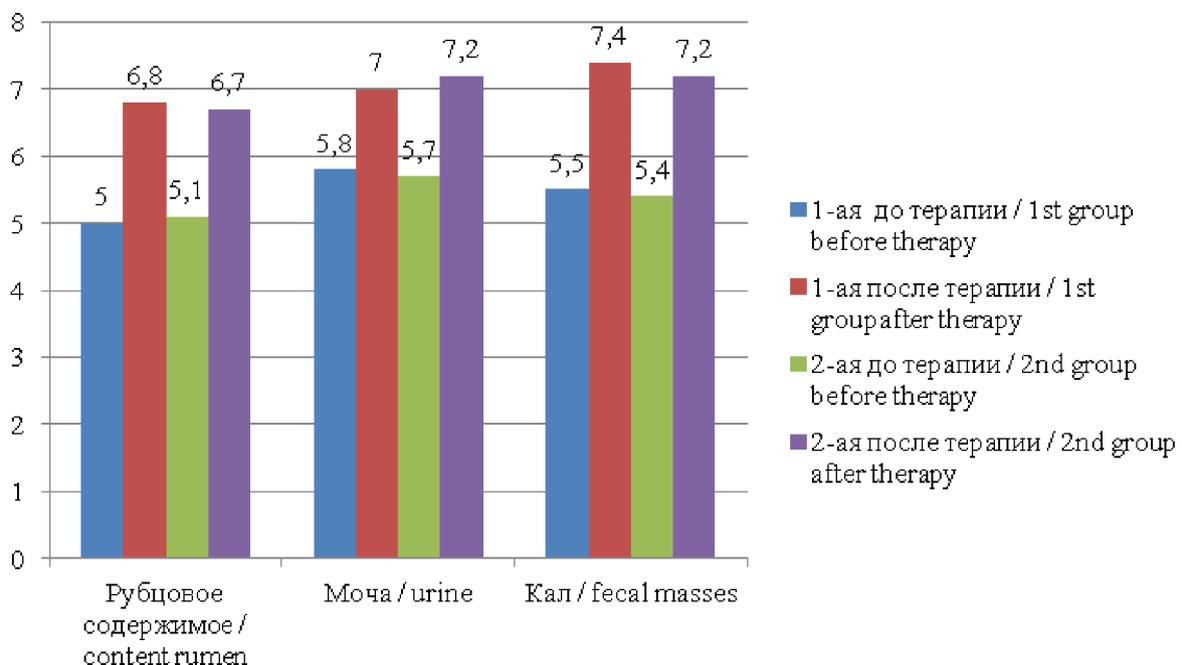


Рис. 3. Показатели pH рубцового содержимого, кала и мочи у коров, больных ацидозом рубца, до и после терапии

Fig. 3. pH values of contents rumen, fecal masses and urine in cows with rumen acidosis before and after therapy

Источник: составлено автором по результатам исследований.
Source: compiled by the author's based on the research of results.

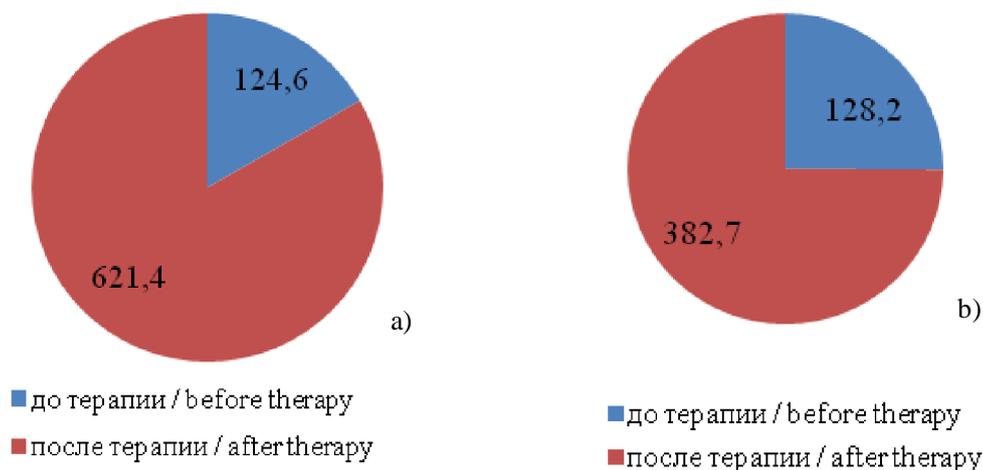


Рис. 4. Количество инфузорий в рубцовом содержимом исследуемых коров (тыс./мл):
а – I-ая опытная группа, б – II-ая опытная группа
Fig. 4. The number of infusoria in the scar content of the studied cows (thousand/ml):
a – 1st experimental group, b – 2nd experimental group

Источник: составлено авторами по результатам исследований.
Source: compiled by the authors based on the research of results.

Количество инфузорий (рис. 4, а, б) до лечения в первой опытной группе коров составляло $124,6 \pm 15,0$ тыс./мл, а после лечения численность инфузорий увеличилась до $621,4 \pm 14,5$ тыс./мл ($P < 0,001$), во второй опытной группе до лечения $128,2 \pm 17,3$ тыс./мл, а после терапии $382,7 \pm 28,8$ тыс./мл ($P < 0,001$).

Несмотря на то, что и в первой и во второй группе рН главным образом в рубцовом содержимом нормализовалось, количество полезной микрофлоры, в частности инфузорий, в I-ой опытной группе было выше к концу исследований в 4,99 раза, а во II-ой группе всего лишь в 2,99 раза в сравнении с показателем до терапии. При этом микроскопия рубцового содержимого у коров первой опытной группы показала наличие инфузорий семейства Ophryoscolecidae рода Entodinium (54,4 %), Diplodinium (32,6 %), Eridinium (7,2 %), Ophryoscolex (5,8 %). Во второй же опытной группе инфузории были представлены в основном мелкими организмами рода Entodinium (67,2 %) и Diplodinium (32,8 %).

Обсуждение. Таким образом, изменения, наблюдаемые в организме коров до терапии, указывают на развитие патологических изменений в первую очередь в желудочно-кишечном тракте. Клинические изменения выражались нарушением аппетита, снижением жирности молока, живой массы, гипотонией преджелудков. В результате закисления рубцового содержимого уменьшается количество инфузорий и, если не оказать своевременно терапевтическую помощь, развиваются глубокие нарушения пищеварения, обмена веществ, следствием которых может быть падеж [1, 10, 14]. Гематологические изменения в период развития ацидоза рубца сопровождалось эритропенией, гемоглобинемией [7, 8]. Некоторые авторы выявляют лейкопению [12], в отличие от наших результатов. Основные изменения в организме коров сопровождалось повышением кислотности [5].

Введение в организм буферных растворов с целью устранения ацидоза недостаточно. Необходимо помнить о комплексном принципе терапии. В наших исследованиях мы учитывали последствия, связанные с нарушением работы желудочно-кишечного тракта. Известно, что организм крупного рогатого скота витаминами группы В способен обеспечить себя самостоятельно, но это при условии отсутствия патологии желудочно-кишечного тракта, в том числе дизбактериоза [13, 17]. В частности, тиамин влияет на синтез глюкозы, метаболизм ацетил-КоА, холестерина, молочного жира [3].

Повышение в рубце количества инфузорий и появление их крупных форм после проведенного лечения в первой опытной группе, свидетельствует о нормализации ферментативного течения процессов и об эффективности лечения коров. Применение пробиотических препаратов позволит избежать проявления более быстрого развития рецидива ацидоза рубца.

Заключение

Применение комплексной терапии при ацидозе рубца у коров, направленной на снижение кислотности, восполнение дефицита элементов, микрофлоры желудочно-кишечного тракта способствует восстановлению гомеостаза организма. Нормализация состояния у коров сопровождалась увеличением числа сокращений рубца до $3,7 \pm 0,4$ движ. / 2 мин., повышением pH рубцового содержимого до $6,8 \pm 0,4$, мочи до $7,0 \pm 0,1$, кала до $7,4 \pm 0,1$. Количество инфузорий повысилось в 4,99 раза, выявлены семейства Ophryoscolecidae рода Entodinium (54,4 %), Diplodinium (32,6 %), Epidinium (7,2 %), Ophryoscolex (5,8 %).

Список источников

1. Бакиров Б., Хайитов Б. Н., Улугмуродов Ю. Микробиологические и метаболические аспекты ацидоза рубца у высокопродуктивных коров // Вестник Ошского государственного университета. 2021. № 1-2. С. 210-214. DOI 10.52754/16947452_2021_1_2_210. – EDN TSYKYI.
2. Влияние кормовой добавки Лактобифадол Форте на моторную функцию рубца коров и состав его содержимого при ацидозе / Ю. Н. Алехин, А. Ю. Лебедева, Н. В. Данилевская [и др.] // Ветеринария. 2019. № 5. С. 41-46. DOI 10.30896/0042-4846.2019.22.5.41-46. – EDN JHNVTK.
3. Галочкина В. П., Агафонова А. В., Дудин В. И. Оценка обеспеченности тиамином и фолатом и направленности обмена пировиноградной кислоты у коров в связи с уровнем продуктивности // Проблемы биологии продуктивных животных. 2016. № 1. С. 65-75. – EDN VOOGUT.
4. Жирнова В. А. Анализ частоты встречаемости ацидоза рубца у коров в хозяйствах Российской Федерации // Материалы национальной научной конференции студентов и молодых ученых, посвященной 85-летию профессора В.В. Концевенко «Актуальные вопросы ветеринарной медицины», Майский, 08 ноября 2023 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 68-69. – EDN RHNGXG.
5. Измерение pH и температуры рубца у коров в послеродовой период для диагностики ацидоза / Ф. Е. Владимиров, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 3(32). С. 225-232. – EDN JQXPVE.
6. Изучение связи микробиома рубца с состоянием здоровья жвачных с целью регуляции его состава / Е. А. Йылдырым, Л. А. Ильина, Г. Ю. Лаптев [и др.] // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. 2020. № 1-2. С. 85-87. – EDN EQQQPH.
7. Ленкова Н. В. Гематологические показатели при ацидозе рубца у коров // Современные проблемы ветеринарной медицины и пути их решения : Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 10 февраля 2022 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2022. – С. 36-39. – EDN TRAPUK.
8. Мошкина С., Рыболовская В. Показатели крови у молочных коров при ацидозе рубца // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2022. № 1. С. 10-14. – EDN WIVZKM.
9. Найденова А. А., Фурманов И. Л. Эффективное лечение хронического ацидоза рубца // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14–15 марта 2023 года. Том 2. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 156-157. – EDN TECSDC.
10. Павкин Д. Ю., Владимиров Ф. Е. Диагностика подострого ацидоза рубца у коров в послеродовой период с помощью цифровых технологий // Главный зоотехник. 2020. № 12(209). С. 47-52. – DOI 10.33920/sel-03-2012-06. – EDN RWLIQM.
11. Разумовский Н. Ацидоз рубца у коров: причины и профилактика // Ветеринарное дело (Минск). 2022. № 8. С. 33-38. – EDN ZBITTG.
12. Рыболовская В. В. Гематологические показатели у молочного скота при ацидозе рубца // Научный журнал молодых ученых. 2021. № 2(23). С. 10-14. – EDN EKPDFF.
13. Рябых Т. Е., Дудин В. И. Обеспеченность молочных коров витамином В1 и загрязненность молока ацетальдегидом (мониторинговое исследование) // Проблемы биологии продуктивных животных. 2013. № 2. С. 76-84. – EDN QCVICP.

14. Симбиофауна крупного рогатого скота при ацидозе рубца / Г. Н. Мачахтыров, М. В. Андреева, Я. Л. Шадрина [и др.] // Иппология и ветеринария. 2023. № 4(50). С. 112-121. DOI 10.52419/2225-1537.2023.4.112-121. – EDN MNUFNO.
15. Состояние сердечно-сосудистой системы бычков при ацидозе рубца / И. И. Калужный, А. В. Яшин, А. В. Прусаков [и др.] // Иппология и ветеринария. 2023. № 2(48). С. 7-13. DOI 10.52419/2225-1537.2023.2.7-13. – EDN HALS JL.
16. Brent B. E. Relationship of acidosis to other feedlot ailments // Journal of Animal science. 1976. Vol. 43. №. 4. P. 930-935. <https://doi.org/10.2527/jas1976.434930x>. PMID: 789320. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749072017300580> (дата обращения 15.07.2024).
17. Chaucheyras-Durand F., Walker N. D., Bach A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future // Animal Feed Science and Technology. 2008. Vol. 145. Issues 1–4. P. 5-26. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840107002787> (дата обращения 15.07.2024).
18. Non-infectious Diseases: Acidosis/Laminitis / H. M. Golder, J. McNamara, J.M. Gay [et al.] // Encyclopedia of Dairy Sciences (3rd edition). – 2022. – P. 373-380. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.23046-1>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081005965230461> (дата обращения 15.07.2024).
19. Nocek J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis // Journal of Dairy Science. 1997. Vol. 80. Issue. 5. P. 1005-1028. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76026-0. PMID: 9178142.
20. Oetzel G. R. Diagnosis and management of subacute ruminal acidosis in dairy herds // Veterinary Clinics : Food Animal Practice. 2017. Vol. 33. №. 3. P. 463-480. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.06.004. PMID: 28847417.

References

1. Bakirov B, Khayitov BN, Ulʹmurodov YU. Microbiological and metabolic aspects of scar acidosis in high productive cows. *Bulletin of OSH State University*. 2021; 1(2): 210-4. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.52754/16947452_2021_1_2_210. EDN: TSYKYI.
2. Alekhin YuN, Lebedeva AY, Danilevsky NV, et al. Influence of food supplement lactobifadol forte on the motor function of rumen and the composition of its contents at acidosis. *Veterinary medicine*. 2019;(5): 41-6. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2019.22.5.41-46>. EDN: JHNVTK.
3. Galochkina VP, Agafonova AV, Dudin VI. Assessment of thiamine and folacin availability and metabolism of pyruvic acid in cows in connection with milk production. *Problems of Productive Animal Biology*. 2016;(1): 65-75. (In Russ.). EDN: VOOGUT.
4. [Zhirnova VA. Analysis of the frequency of rumen acidosis in cows in farms of the Russian Federation. In: *Materials of the national scientific conference of students and young scientists dedicated to the 85th anniversary of Professor V.V. Kontsevenko «Topical issues of veterinary medicine»; 2023 Nov 08; Majskij*. Majskij: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin; 2023. p. 68-69]. (In Russ.). EDN: RHNGXG.
5. Vladimirov FE, Kirsanov VV, Pavkin DY, et al. Measurement of PH and temperature of the scar in cows in the post-period period for diagnostic of acidosis. [*Innovations in agriculture*]. 2019;3(32): 225-32. (In Russ.). EDN: JQXPVE.
6. [Jlydyrym EA, Il'ina LA, Laptev GJu, et al. To study the relationship of the rumen microbiota with the health status of ruminants in order to regulate its composition. *Gastrojenterologija Sankt-Peterburga*. 2020;(1-2): 85-7]. (In Russ.). EDN: EQQQPH.
7. Lenkova NV. Hematological parameters in rumen acidosis in cows. [In: *Modern problems of veterinary medicine and ways to solve them : Materials of the international scientific and practical conference; 2022 Feb10; Persianovskij*. Persianovskij: Don State Agrarian University; 2022. p. 36-9. (In Russ.). EDN: TRAPUK.
8. [Moshkina S, Rybolovskaja V. Blood counts in dairy cows with rumen acidosis. *Veterinarija sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh*. 2022;(1):10-4]. (In Russ.). EDN: WIVZKM.

9. [Najdenova AA, Furmanov IL. Effective treatment of chronic scar acidosis. In: *Gorin readings. Innovative solutions for agriculture : Proceedings of the International Scientific Conference; 2023 Mar 14-15; Majskij. Vol. 2. Majskij: Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin; 2023. p. 156-7]. (In Russ.). EDN: TECSDC.*
10. [Pavkin D Ju, Vladimirov FE. Diagnosis of subacute rumen acidosis in cows in the postpartum period when using digital technologies. *Chief animal technician*. 2020;12(209): 47-52]. Available from: <https://doi.org/10.33920/sel-03-2012-06>. (In Russ.). EDN: RWLIQM.
11. [Razumovsky N. Rumen acidosis in cows: causes and prevention. *Veterinarnoe delo (Minsk)*. 2022;(8): 33-8]. (In Russ.). EDN: ZBITTG.
12. [Rybolovskaya VV. Hematological parameters in dairy cattle with rumen acidosis. *Scientific journal of young scientists*. 2021;2(23): 10-4]. (In Russ.). EDN: EKPDDF.
13. [Ryabykh TE, Dudin VI. Status of vitamin B1 and milk contamination by acetaldehyde in dairy cows (a monitoring study). *Problems of productive animal biology*. 2013;(2): 76-84]. (In Russ.). EDN: QCVICP.
14. Machakhtyrov GN, Andreeva MV, Shadrina YL, et al. Symbiofauna of cattle with rumen acidosis. *Hippology and Veterinary Medicine*. 2023;4(50): 112-21. Available from: <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2023.4.112-121>. (In Russ.). EDN: MNUFNO.
15. Kalyuzhny IIS, Yashin AV, Prusakov AV, et al. The state of the cardiovascular system of calves in rumen acidosis. *Hippology and Veterinary Medicine*. 2023;2(48): 7-13. Available from: <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2023.2.7-13>. (In Russ.). EDN: HALS JL.
16. Brent BE. Relationship of acidosis to other feedlot ailments. *Journal of Animal science* [Internet]. 1976 Oct [cited 2024 Jul 15];43(4): 930-5. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas1976.434930x> English. PubMed PMID: 789320.
17. Chaucheyras-Durand F, Walker ND, Bach A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology* [Internet]. 2008 Aug 14 [cited 2024 Jul 15]; 145(1-4): 5-26. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2007.04.019> English.
18. Golder HM, McNamara J, Gay JM, et al. Non-infectious Diseases: Acidosis/Laminitis. In: Paul L.H. McSweeney, John P. McNamara, editors. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 3rd ed. [place unknown]: Academic Press; 2022. p. 373-80. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.23046-1> English. ISBN: 9780128187678.
19. Nocek JE. Bovine Acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science* [Internet]. 1997 May [cited 2024 Jul 15];80(5):1005-28. Available from: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76026-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76026-0) English. PubMed PMID: 9178142.
20. Oetzel GR. Diagnosis and management of subacute ruminal acidosis in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* [Internet]. 2017 Nov [cited 2024 Jul 15];33(3): 463-80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.004> English. PubMed PMID: 28847417.

Информация об авторе

Н. В. Ленкова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 29.07.2024; одобрена после рецензирования 30.08.2024; принята к публикации 06.09.2024.

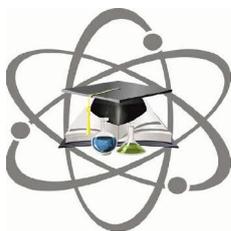
Information about the authors

N.V. Lenkova – PhD (Agricultural), Associate Professor.

Conflicts of interest

The author declares no relevant conflicts of interest.

The article was submitted 29.07.2024; approved after reviewing 30.08.2024; accepted for publication 06.09.2024.



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Научная статья

УДК 581.19, 581.5, 582.948.2

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_47

Роль кроющих трихом в биохимической адаптации и индикации экологических условий местообитаний растений

Аида Яковлевна Тамахина

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, Нальчик, Россия

aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

Аннотация. Кроющие трихомы выполняют функции физической защиты растений (снижение транспирации, защита от перегрева и др.). В связи со слабой изученностью их участия в других механизмах формирования стресс-толерантности целью исследования стало уточнение роли кроющих трихом листьев на примере видов семейства Boraginaceae (*Echium vulgare*, *Cynoglossum officinale*, *Symphytum caucasicum*, *S. asperum*) в биохимической адаптации и индикации экологических условий произрастания. Сбор растительного материала произведен на двух опытных участках в предгорной и степной зонах Кабардино-Балкарской Республики, отнесенных соответственно к экологическому оптимуму (умеренная температура воздуха, достаточное увлажнение почвы) и стрессу (повышенная температура, недостаток увлажнения). Плотность кроющих трихом на обеих поверхностях листовой пластинки *E. vulgare* и *C. officinale* в условиях экологического оптимума превышает аналогичный показатель листьев *S. asperum* и *S. caucasicum* в 1,3-4,2 раза. При снижении благоприятности условий произрастания плотность кроющих трихом возрастает у *E. vulgare* и *C. officinale* в 1,2-1,4, у *S. asperum* и *S. caucasicum* - в 2,0-4,4 раза. В благоприятных условиях удельный вес трихом с пероксидазой изменяется от 20-45 % (*Symphytum*) до 67-71 % (*E. vulgare* и *C. officinale*). Активность пероксидазы в листьях растений снижается в ряду: *E. vulgare* > *C. officinale* > *S. asperum* > *S. caucasicum*. В благоприятных условиях произрастания отмечена высокая корреляция между активностью пероксидазы, содержанием дубильных веществ и количеством кроющих

трихом, проявляющих пероксидазную активность; при ухудшении теплового и водного режимов корреляция умеренная. Полученные результаты свидетельствуют о важной роли кроющих трихом листьев в биохимической адаптации, индикации экологических условий произрастания и диагностике устойчивости видов семейства Boraginaceae к условиям стресса по показателю изменчивости пероксидазной активности и содержанию дубильных веществ.

Ключевые слова: семейство Boraginaceae, эпидермис листа, кроющие трихомы, амплитуда толерантности, биохимическая адаптация, антиоксидантная система, пероксидаза, дубильные вещества, полифенолы

Для цитирования: Тамахина А. Я. Роль кроющих трихом в биохимической адаптации и индикации экологических условий местообитаний растений // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 47-57. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_47.

Scientific article

The role of covering trichomes in biochemical adaptation and indication of environmental conditions of plant habitats

Aida Ya. Tamakhina

Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russia
aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

Abstract. Covering trichomes serve the functions of physical protection of plants (reduction of transpiration, protection against overheating, etc.). In connection with the weak knowledge of their participation in other mechanisms for the formation of stress-tolerance, the purpose of the study was to clarify the role of the leaf-ups on the example of the type of the Boraginaceae family (*Echium Vulossum Officinale*, *Symphytum Caucasicum*, *S. Asperum*) in biochemical adaptation in biochemical adaptation Indication of environmental growing conditions. The collection of plant material was produced in two experimental sites in the foothill and steppe zones of the Kabardino-Balkarian Republic, which are related respectively to the environmental optimum (moderate air temperature, sufficient soil moisture) and stress (elevated temperature, lack of moisture). The density of the tricho governing on both surfaces of the leaf plate *E. vulgare* and *C. Officinale* in the environmental optimum exceeds the similar indicator of *S. asperum* and *S. caucasicum* leaves by 1.3-4.2 times. With a decrease in the favorableness of the growing conditions, the density of the trichium protruding increases in *E. vulgare* and *C. Officinale* in 1.2-1.4, in *S. Asperum* and *S. caucasicum* -2.0-4.4 times. In favorable conditions, the specific weight of the Trich with peroxidase changes from 20-45 % (*Symphytum*) to 67-71 % (*E. Vulgare* and *C. Officinale*). The activity of peroxidase in plant leaves decreases among: *E. vulgare* > *C. Officinale* > *S. asperum* > *S. caucasicum*. In favorable conditions of growth, a high correlation was noted between the activity of peroxidase, the content of the tannins and the number of tricho protruding, showing peroxidate activity; With the deterioration of thermal and water regimes, the correlation is moderate. The results obtained indicate an important role of the leaves protruding in biochemical adaptation, the indication of the environmental conditions of growth and the diagnosis of stability of the types of the Boraginaceae family to stress conditions according to the variability of peroxidious activity and the content of the tannins.

Keywords: family Boraginaceae, leaf epidermis, covering trichomes, amplitude of tolerance, biochemical adaptation, antioxidant system, peroxidase, tannins, polyphenols

For citation: Tamakhina AYa. The role of covering trichomes in biochemical adaptation and indication of environmental conditions of plant habitats. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt3): 47-57. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_47.

Введение. Растения выработали множество механизмов для защиты от различных абиотических и биотических стрессов, одним из которых является формирование опушения листьев. Морфология и плотность трихом влияют на некоторые аспекты физиологии и экологии растений, опосредуя взаимодействие между растением и окружающей средой [1]. В биохимической и физиологической адаптации растений функциональная роль железистых трихом (синтез и выделение вторичных метаболитов) не вызывает сомнений, а кроющих трихом, рассматриваемых традиционно только с позиций физической защиты растений (снижение транспирации, защита от перегрева и УФ), - изучена слабо.

Отмечено участие кроющих трихом в транспорте фенольных, карбонильных соединений и терпеноидов из внутренних тканей на поверхность листа [2, 3], секретиции вторичных метаболитов [4-7], что может свидетельствовать о филогенетической связи нежелезистых и железистых трихом [4]. Показано, что в волосковых клетках трахинии двухколосковой (*Brachypodium distachyon*) экспрессируется пероксидаза (VdPOX), которая играет важную роль в лигнификации клеточной стенки, увеличении размера волосков, ограничении длины устьиц и оптимальном использовании воды [8]. В эпидермальных клетках, окружающих кроющие трихомы семян огурца, также выявлена высокая активность пероксидазы и накопление полифенолов под воздействием непрерывного облучения УФ-В (290-320 нм) [9].

Растительные пероксидазы взаимосвязаны с окислительно-восстановительными системами и участвуют в защитных реакциях на стресс [10-11]. Следствием окислительных реакций, катализируемых ферментами пероксидазного типа, является образование дубильных веществ, которые участвуют в адаптивных реакциях растений [12]. Полифенолы (эллагитаннины, производные кемпферол-3-О-гликозида) выявлены в базальных и апикальных клетках нежелезистых трихом листьев *Cistus salvifolius* при ограничении питательных веществ в почве и облучении УФ [13].

В связи с тем, что устойчивость растений к действию экстремальных условий генетически детерминирована, показателями защитных реакций растений и, как следствие, их адаптивных стратегий является изменение компонентов антиоксидантной системы. В представленной работе предпринята попытка увязать тип адаптивной стратегии и экологической толерантности с биохимией кроющих трихом. В качестве модели для подобного эксперимента целесообразно сравнивать близкородственные виды, имеющие густое опушение листьев и различающиеся по толерантности к температуре и влажности (важнейшим факторам, ограничивающим произрастание растений в определенных эколого-климатических зонах). В этом отношении интерес представляют виды семейства Boraginaceae, для которых характерно опушение листьев и стеблей.

Цель исследования – уточнение роли кроющих трихом листьев видов семейства Boraginaceae в биохимической адаптации и индикации экологических условий произрастания.

В задачи исследования входили: установление мест локализации компонентов антиоксидантной системы (общих полифенолов, дубильных веществ и пероксидазы) в эпидермисе листьев синяка обыкновенного (*Echium vulgare* L.), чернокорня лекарственного (*Cynoglossum officinale* L.), окопников кавказского (*Symphytum caucasicum* M. Bieb.) и шершавого (*S. asperum* Lerech.); количественный анализ пероксидазы и суммы дубильных веществ в листьях растений, произрастающих в условиях экологического оптимума и абиотического стресса (повышенная температура воздуха, недостаточное увлажнение).

Материалы и методы исследования. Объектом исследования стали синяк обыкновенный, чернокорень лекарственный, окопники кавказский и шершавый. Для оценки амплитуды толерантности видов по отношению к фактору тепла (Тм), холода (Сг) и увлажнения почв (Нд) применяли экологические шкалы Д. Н. Цыганова [14]. Сбор растительного материала произведен в 2023 г. на двух опытных участках, где растения были высеяны семенами (синяк, чернокорень) и высажены отрезками корневищ (окопники) в 2021 г.: 1) предгорная зона Кабардино-Балкарской Республики (г. Нальчик, умеренно тёплый и влажный климат); 2) степная зона республики (г. Прохладный, климат умеренно тёплый и сухой). Эдафические условия опытных участков были схожими: чернозём обыкновенный мицеллярно-карбонатный с содержанием гумуса в слое 0-30 см 5-5,5%, рН 6,8-7,2, емкостью поглощения 40-45 ммоль (экв.)/100 г почвы. Для исследования отбирали закончившие рост листья сред-

них ярусов в фазе массового цветения растений (первая декада мая – окопники, чернокорень, первая декада июня – синяк).

Качественные гистохимические реакции проводили на свежем и предварительно обесцвеченном в гипохлорите натрия растительном сырье (по 20 листьев каждого вида на обоих участках). Для выявления локализации пероксидазы листья обрабатывали 0,7 % раствором гваякола и 0,3 % водным раствором перекиси водорода. Полифенолы окрашивали 0,05 % водным раствором толуидинового синего, а дубильные вещества – 10 % водным раствором хлорного железа (коричнево-черное окрашивание указывает на преобладание гидролизуемых танинов, черно-зеленое – конденсированных). Материал (зоны между основанием и верхушкой листа) микроскопировали при увеличении 150X. Определяли плотность кроющих трихом (шт./мм²) в 10-ти полях зрения каждого препарата.

Количественный анализ пероксидазы проводили гваяколовым методом (длина волны 580 нм) в реакционной смеси центрифугата пробы с 0,15 М фосфатным буфером (рН 5,4), 0,15 % перекисью водорода, 0,05 % водным раствором гваякола. Активность фермента выражали в отн. ед. на 1 мг сырой массы листьев [15]. Содержание суммы дубильных веществ (гидролизуемые + конденсированные таниды) определяли фармакопейным методом перманганатометрического титрования в пересчете на танин в абсолютно сухом сырье в процентах. Аналитическая повторяемость трехкратная. Статистическая обработка результатов проведена в программе Excel методами дисперсионного и регрессионного анализов.

Результаты и обсуждение. Изученные виды различаются по толерантности к факторам влаги и тепла. Экологическим оптимумом для *E. vulgare* и *C. officinale* является лугово-степной режим увлажнения, а для окопников, более требовательных к увлажнению, - влажно-лесолуговой (рис. 1). По отношению к температуре экологическим оптимумом для всех видов является умеренно-теплый климат. При этом у *E. vulgare* и *C. officinale* амплитуда толерантности более широкая как в сторону более высоких, так и в сторону более низких температур. По значению климатического индекса толерантности синяк и чернокорень являются мезобионтами (PEV=0,46-0,47), а окопники – стенобионтами (PEV=0,33).

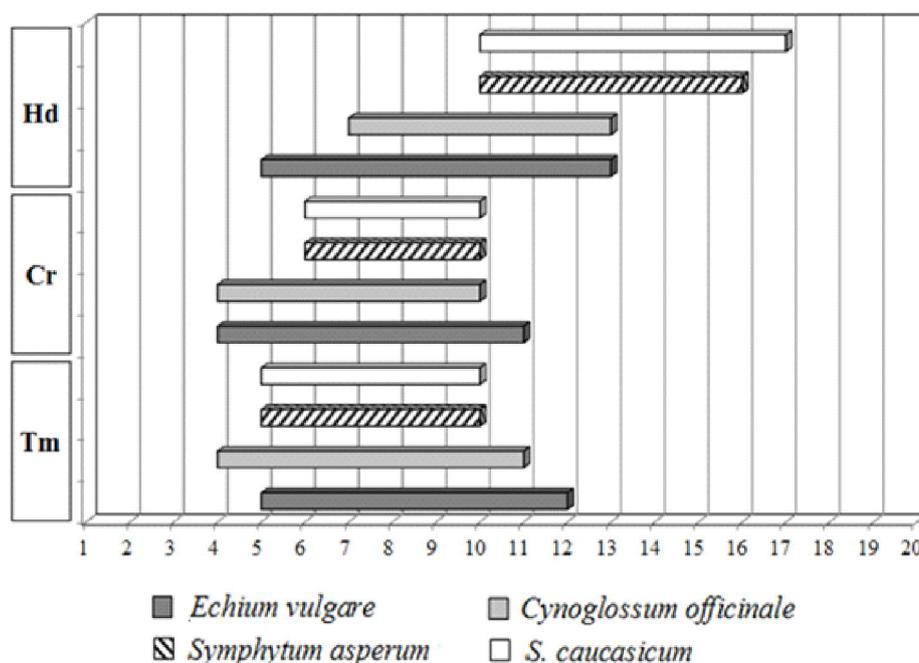


Рис. 1. Амплитуды толерантности видов по отношению к фактору тепла (Тм), холода (Cr), увлажнения почв (Hd). По шкале абсцисс - баллы экологических шкал.

Fig. 1. Amplitudes of tolerance in relation to the factors of heat (Tm), cold (Cr), soil moisture (Hd). On the abscissa scale - points of ecological scales.

Источник: составлено автором.
Source: compiled by the author.

О более высокой толерантности синяка и чернокорня к высоким и низким температурам атмосферного воздуха и почвенной засухе свидетельствует выраженный ксероморфизм листьев, в частности, высокая плотность кроющих трихом на обеих поверхностях листа, которая в условиях экологического оптимума превышает аналогичный показатель листьев окопников в 1,3-4,2 раза. При снижении благоприятности условий произрастания отмечено увеличение количества кроющих трихом у синяка и чернокорня в 1,2 - 1,4, у окопников - в 2,0-4,4 раза (табл. 1).

Таблица 1. Плотность кроющих трихом, шт./мм² на абаксиальной (1) и адаксиальной (2) поверхностях листовой пластинки

Table 1. Density of covering trichomes, pcs/mm² on the abaxial (1) and adaxial (2) surfaces of the leaf blade

Вид / Species	Участок 1 / Location 1		Участок 2 / Location 2	
	1	2	1	2
<i>E. vulgare</i>	124±21	110±13	150±32	137±17
<i>C. officinale</i>	101±20	38±6	146±15	52±18
<i>S. asperum</i>	96±10	20±5	121±6	65±7
<i>S. caucasicum</i>	42±8	13±3	85±12	57±11

Источник: составлено автором по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the author based on the results of her own research.

Листья окопников покрыты мелкими одноклеточными крючковидными и прямыми волосками разной длины. На листьях синяка и чернокорня в составе кроющих трихом выявлены крупные конусовидные, нитевидные и короткие тонкостенные одноклеточные волоски [16, 17].

Гидролизующие таннины, полифенолы и пероксидаза локализованы в проводящих пучках, головчатых волосках (пероксидаза и полифенолы - в секреторной головке, дубильные вещества - в ножке) и крупных кроющих трихомах. Высокая активность пероксидазы отмечена в эпидермальных клетках, формирующих розетку в месте прикрепления конусовидных (*E. vulgare* и *C. officinale*), длинных одноклеточных и двуклеточных волосков (окопники). Гидролизующие таннины и полифенолы накапливаются в эпидермальных клетках оснований и в волосках (табл. 2).

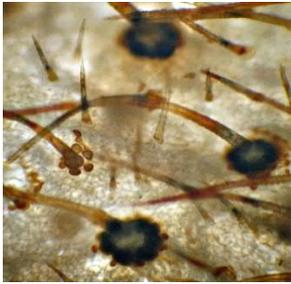
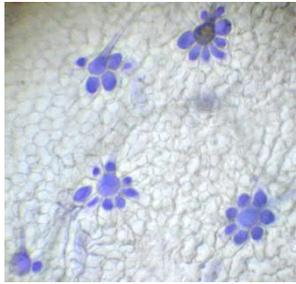
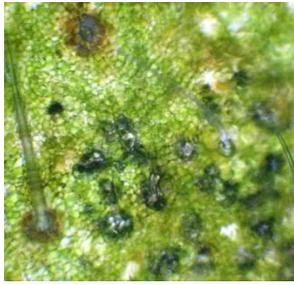
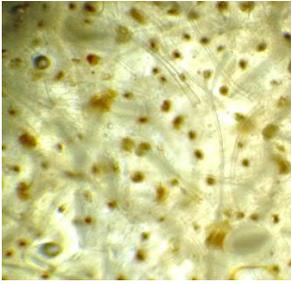
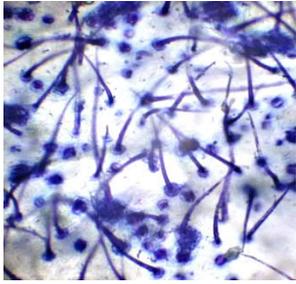
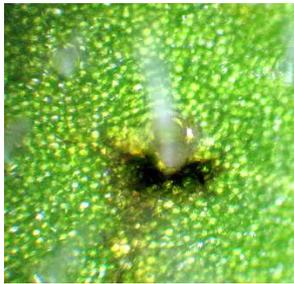
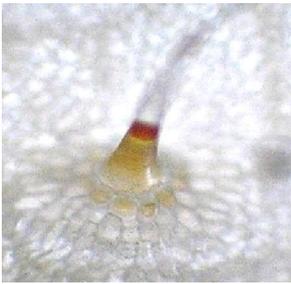
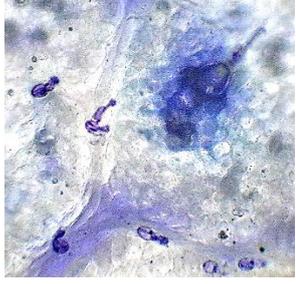
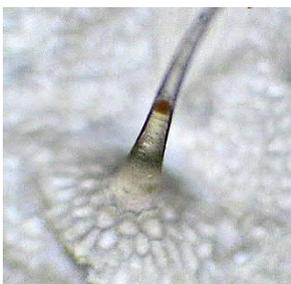
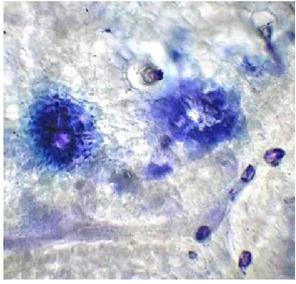
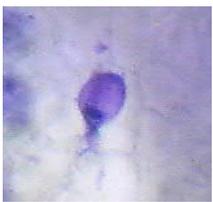
В благоприятных экологических условиях (участок 1) удельный вес трихом с пероксидазой в основании волосков на листьях *E. vulgare* и *C. officinale* составляет 67-71 %, у окопников - 20-45 %. В условиях пессимума (участок 2) на листьях о. шершавого и о. кавказского доля трихом с высокой активностью пероксидазы повышается соответственно в 4,0 и 1,6 раза, а у синяка и чернокорня снижается, но очень незначительно (рис. 2).

По активности пероксидазы в листьях изученные виды образуют ряд в порядке снижения: *E. vulgare* > *C. officinale* > *S. asperum* > *S. caucasicum*. Максимальное содержание суммы дубильных веществ отмечено в листьях с. обыкновенного, а минимальное - у о. шершавого (*E. vulgare* > *C. officinale* > *S. caucasicum* > *S. asperum*). Установлено достоверное различие в активности пероксидазы и содержании суммы дубильных веществ в листьях исследуемых видов ($p < 0,05$) независимо от условий мест произрастания (табл. 3).

Компоненты антиоксидантной системы тесно взаимосвязаны между собой, в т. ч. пероксидаза и дубильные вещества. При повышении активности фермента в листьях *E. vulgare* и *S. caucasicum* - в 1,3, *C. officinale* - в 1,4, *S. asperum* - в 1,5 раза содержание дубильных веществ возрастает соответственно на 1,18; 2,55; 1,35 и 0,92 %.

Корреляция между активностью пероксидазы и содержанием дубильных веществ в листьях синяка и чернокорня высокая ($r = 0,94$), а окопников - слабая ($r = 0,28$). Содержание суммы дубильных веществ (y) в зависимости от активности пероксидазы (x) в листьях *E. vulgare* и *C. officinale* описывается логарифмической (рис. 3-а), а окопников - полиномиальной регрессией (рис. 3-б).

Таблица 2. Локализация компонентов антиоксидантной системы в эпидермисе листьев
 Table 2. Localization of antioxidant system components in the leaf epidermis

Вид / Species	Пероксидаза / Peroxidase	Дубильные вещества / Tannins	Полифенолы / polyphenols
<i>E. vulgare</i>			
<i>C. officinale</i>			
<i>S. asperum</i>			
<i>S. caucasicum</i>			
<i>Symphytum</i> spp.*			

* Головчатые волоски / Capitate hairs

Источник: составлено автором по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the author based on the results of her own research.

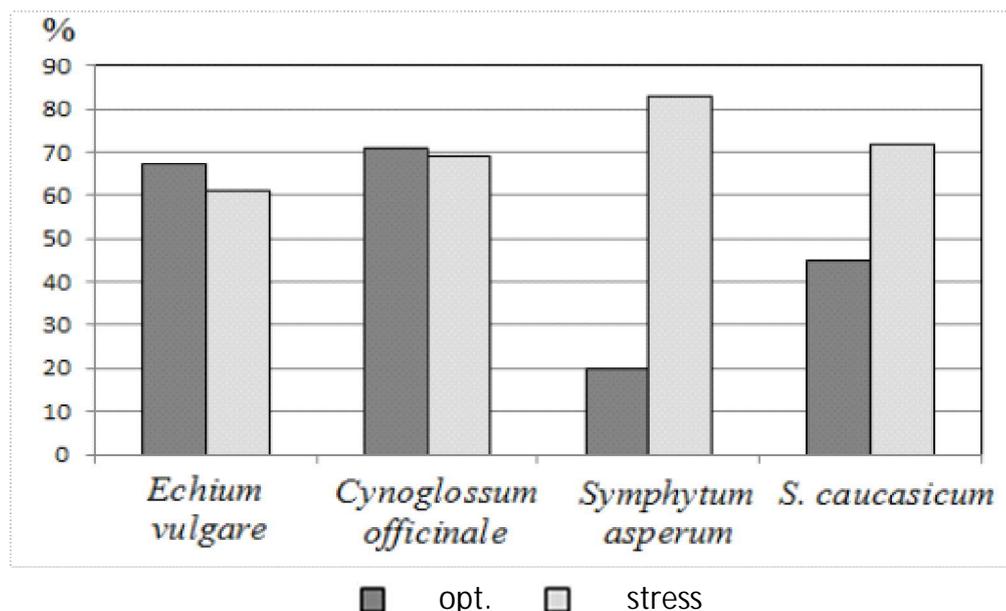


Рис. 2. Удельный вес кроющих трихом с высокой активностью пероксидазы на листьях растений в различных условиях произрастания.

Fig. 2. The specific gravity of covering trichomes with high peroxidase activity on plant leaves under different growing conditions.

Источник: составлено автором.

Source: compiled by the author.

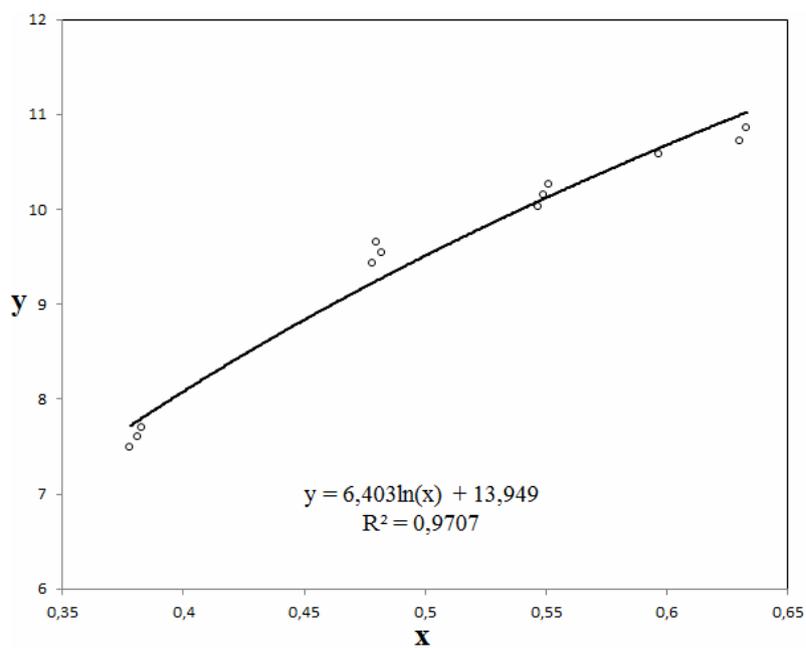
Таблица 3. Активность пероксидазы и содержание суммы дубильных веществ в листьях
Table 3. Peroxidase activity and total tannin content in leaves

Вид / Species	Активность пероксидазы, усл. ед. /мг сырой массы / Peroxidase activity, arb. units /mg wet weight		Содержание суммы дубильных веществ, % / Content of total tannins, %	
	Участок 1 / Location 1	Участок 2 / Location 2	Участок 1 / Location 1	Участок 2 / Location 2
<i>E. vulgare</i>	0,482 ± 0,002	0,630 ± 0,003	9,54 ± 0,11	10,72 ± 0,14
<i>C. officinale</i>	0,381 ± 0,002	0,549 ± 0,002	7,60 ± 0,10	10,16 ± 0,11
<i>S. asperum</i>	0,033 ± 0,001	0,050 ± 0,001	1,52 ± 0,04	2,87 ± 0,06
<i>S. caucasicum</i>	0,059 ± 0,001	0,078 ± 0,002	1,34 ± 0,03	2,26 ± 0,05
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,007	0,035	0,27	0,35

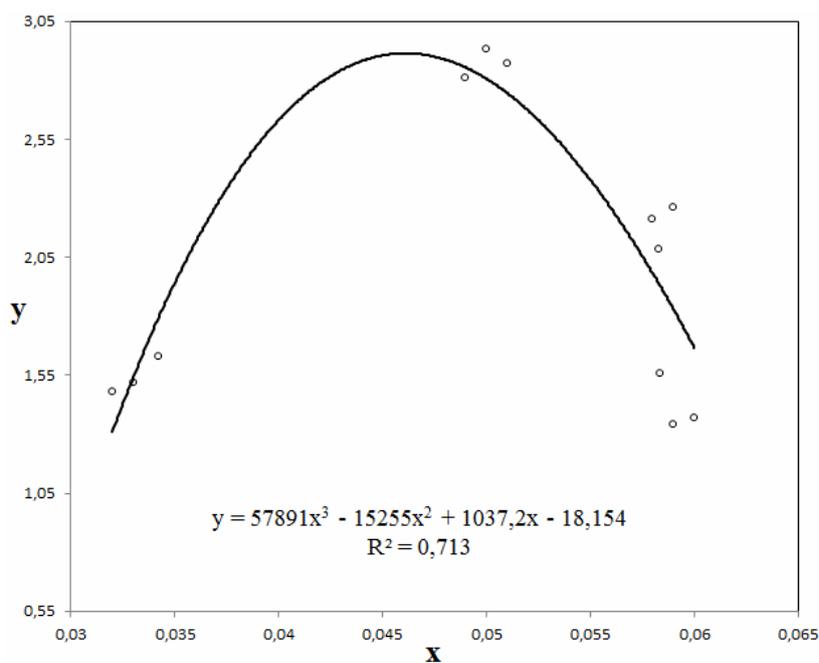
Источник: составлено автором по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the author based on the results of her own research.

В связи с тем, что доля железистых трихом (головчатых волосков) в общем опушении невелика (около 20 %), диаметр их секреторной головки (в среднем 12 ± 0,2 мкм) намного меньше размеров кроющих волосков (диаметр основания 60 ± 15 мкм, длина 130 ± 20 мкм), можно утверждать, что кроющие трихомы вносят более существенный вклад в функционирование антиоксидантной системы в листьях изученных видов. Об этом свидетельствует заметная корреляция между активностью пероксидазы, содержанием дубильных веществ и количеством кроющих трихом, проявляющих пероксидазную активность (r = 0,63-0,67). В благоприятных условиях произрастания корреляция высокая (r = 0,90), а при ухудшении теплового и водного режимов – снижается до умеренной (r = 0,39-0,42).



а) / (a)



б) / (b)

Рис. 3. Зависимость между содержанием дубильных веществ (y) и активностью пероксидазы (x) в листьях *E. vulgare* и *C. officinale* (а), *S. asperum* и *S. caucasicum* (б).

Fig. 3. The relationship between the content of tannins (y) and peroxidase activity (x) in the leaves of *E. vulgare* and *C. officinale* (a), *S. asperum* and *S. caucasicum* (b).

Источник: составлено автором.

Source: compiled by the author.

Полученные результаты свидетельствуют в пользу гипотезы о роли кроющих трихом в синтезе, секреции и транспорте продуктов вторичного метаболизма, подтверждая имеющиеся в литературе сведения об участии нежелезистых волосков в биохимической и физиологической адаптации растений.

Заключение

Исследовано влияние экологических факторов (температура, увлажнение) на количество и биохимию кроющих трихом листьев ряда видов семейства Boraginaceae, имеющих различный экологический оптимум влажности почвы (*E. vulgare* и *C. officinale* - лугово-степной, *S. asperum* и *S. caucasicum* - влажно-лесолуговой) и амплитуду толерантности по отношению к температуре воздуха (*E. vulgare* и *C. officinale* - мезобионты, а *S. asperum* и *S. caucasicum* – стенобионты). Плотность кроющих трихом на обеих поверхностях листовой пластинки *E. vulgare* и *C. officinale* в условиях экологического оптимума превышает аналогичный показатель листьев окопников в 1,3 - 4,2 раза. При снижении благоприятности условий произрастания плотность кроющих трихом возрастает у *E. vulgare* и *C. officinale* в 1,2 - 1,4, у *S. asperum* и *S. caucasicum* - в 2,0 - 4,4 раза. По результатам качественных реакций гидролизуемые таниды, полифенолы и пероксидаза выявлены в проводящих пучках, головчатых волосках и в наиболее крупных кроющих трихомах. В благоприятных экологических условиях удельный вес трихом с пероксидазой в основании кроющих трихом на листьях *E. vulgare* и *C. officinale* составляет 67-71 %, у окопников – 20-45 %. В благоприятных условиях произрастания отмечена высокая корреляция ($r=0,90$) между активностью пероксидазы, содержанием дубильных веществ и количеством кроющих трихом, проявляющих пероксидазную активность. При отклонении от оптимума теплового и водного режимов корреляция снижается до умеренной ($r=0,39 - 0,42$). Видоспецифичность пероксидазной активности в нормальных для растений экологических условиях, тесная корреляция антиоксидантного статуса клеток и их устойчивости к стрессу свидетельствуют о важной роли кроющих трихом листьев в биохимической адаптации, индикации экологических условий произрастания видов семейства Boraginaceae и диагностике устойчивости к условиям стресса по показателю изменчивости пероксидазной активности и содержанию дубильных веществ.

Список источников

1. Wagner G.J., Wang E., Shepherd R.W. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome // *Annals of Botany*. 2004. Vol. 93, No. 1. P. 3–11. <https://doi.org/10.1093/aob/mch011>. PMID: 14678941; PMCID: PMC4242265.
2. Plant flavonoids – biosynthesis, transport and involvement in stress responses / E. Petrusa, E. Braidot, M. Zancani [et al.]. // *International Journal of Molecular Sciences*. 2013. Vol. 14, No. 7. P. 14950–14973. <https://doi.org/10.3390/ijms140714950>. PMID: 23867610; PMCID: PMC3742282.
3. Phenolic compounds and antimicrobial properties of *Begonia grandis* Dryand. subsp. *grandis* leaves / E.A. Karpova, A.A. Krasnikov, T.D. Fershalova [et al.]. // *Botanica Pacifica*. 2019. Vol. 8, No. 2. P. 51-61. <https://doi.org/10.17581/bp.2019.08202>. - EDN: ECWZIB.
4. Sulborska A. Structure and distribution of glandular and non-glandular trichomes on above-ground organs in *Inula helenium* L. (Asteraceae) // *Acta Agrobotanica*. 2014. Vol. 66, No. 4. P. 25-34. <https://doi.org/10.5586/aa.2013.048>.
5. Pinheiro C.G., Oliveira J.M.S., Heinzmann B.M. Structural characterization of vegetative organs of the endangered Brazilian native species *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling. // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2018. Vol. 90, No. 3. P. 2887-2901. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170606>. PMID: 30304223.
6. Metabolite profiling and transcriptome analysis revealed the chemical contributions of tea trichomes to tea flavors and tea plant defenses / P. Li, Y. Xu, Y. Zhang, [et al.]. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020. Vol. 68, No. 41. P. 11389-11401. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04075>. PMID: 32852206.
7. Analysis and review of trichomes in plants / X. Wang, C. Shen, P. Meng [et al.]. // *BMC Plant Biology*. 2021. Vol. 21, No. 1. P. 70. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02840-x>. PMID: 33526015; PMCID: PMC7852143.
8. Regulation of hair cell and stomatal size by a hair cell-specific peroxidase in the grass *Brachypodium distachyon* / T.D.G. Nunes, L.S. Berg, M.W. Slawinska [et al.]. // *Current Biology*. 2023. Vol. 33, No. 9. P. 1844-1854. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.03.089>. PMID: 37086717.
9. Рогожин В.В., Верхотуров В.В., Рогожина Т.В. Пероксидаза: строение и механизм действия. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2004. - 200 с. EDN MJEQUX.

10. Overexpression of *ZePrx* in *Nicotiana tabacum* Affects Lignin Biosynthesis Without Altering Redox Homeostasis / A. García-Ulloa, L. Sanjurjo, S. Cimini [et al.]. // *Frontiers in Plant Science*. 2020. No. 11. P. 900. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00900>. PMID: 32676088; PMCID: PMC7333733.

11. Кузьмин П.А., Бухарина И.Л. Биохимический состав клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в урбаносреде // *Вестник Пермского университета. Сер. Биология*. 2020. Вып. 1. С. 48–53. <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2020-1-48-53>. - EDN RRCJDP.

12. Morphology and biochemistry of non-glandular trichomes in *Cistus salvifolius* L. leaves growing in extreme habitats of the Mediterranean basin / M. Tattini, P. Matteini, E. Saracini [et al.]. // *Plant Biology*. 2007. Vol. 9, No. 3. P. 411-419. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924662>. PMID: 17143807.

13. Continuous UV-B irradiation induces endoreduplication and peroxidase activity in epidermal cells surrounding trichomes on cucumber cotyledons / S. Yamasaki, E. Shimada, T. Kuwano [et al.]. // *Journal of Radiation Research*. 2010. Vol. 51, No. 2. P. 187-196. <https://doi.org/10.1269/jrr.09101>. PMID: 20110622.

14. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука. 1983. - 197 с. EDN ZSYKVB.

15. Лекарственные растения природного парка «Виштынецкий» (Калининградская область) как ценный источник биологически активных веществ фенольной природы / Л. Н. Скрыпник, А. В. Пунгин, Н. А. Алейникова [и др.]. // *Успехи современного естествознания*. 2019. № 1. С. 51-56. EDN YYIIP.

16. Ахкубекова А.А., Тамахина А.Я. Адаптивные признаки эпидермы листьев представителей семейства Boraginaceae // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2020. Т. 57. № 2. С. 188-195. EDN ELKJAH.

17. Тамахина А.Я. Микроморфологические особенности эпидермы листьев и вторичные метаболиты перспективного лекарственного растения чернокорня лекарственного (*Cynoglossum officinale* L.) флоры Кабардино-Балкарии // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 60. № 2. С. 118-128. https://doi.org/10.54258/20701047_2023_60_2_118. - EDN NLKUMW.

References

1. Wagner GJ, Wang E, Shepherd RW. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany* [Internet]. 2004 Jan [cited 2024 Apr 25];93(1):3–11. Available from: <https://doi.org/10.1093/aob/mch011> English. PubMed PMID: 14678941; PubMed Central PMCID: PMC4242265.

2. Petrusa E, Braidot E, Zancani M, et al. Plant flavonoids – biosynthesis, transport and involvement in stress responses. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2013 Jul 17 [cited 2024 Apr 25];14(7):14950-73. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms140714950> English. PubMed PMID: 23867610; PubMed Central PMCID: PMC3742282.

3. Karpova EA, Krasnikov AA, Fershalova TD, et al. Phenolic compounds and antimicrobial properties of *Begonia grandis* Dryand. subsp. *grandis* leaves. *Botanica Pacifica* [Internet]. 2019 Jan [cited 2024 Apr 25];8(2): 51-61. Available from: <https://doi.org/10.17581/bp.2019.08202> English. EDN: ECWZIB.

4. Sulborska A. Structure and distribution of glandular and non-glandular trichomes on above-ground organs in *Inula helenium* L. (Asteraceae). *Acta Agrobotanica* [Internet]. 2014 Jan [cited 2024 Apr 25];66(4): 25-34. Available from: <https://doi.org/10.5586/aa.2013.048> English.

5. Pinheiro CG, Oliveira JMS, Heinzmann BM. Structural characterization of vegetative organs of the endangered Brazilian native species *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [Internet]. 2018 Jul-Sep [cited 2024 Apr 25];90(3): 2887–2901. Available from: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170606> English. PubMed PMID: 30304223.

6. Li P, Xu Y, Zhang Y, Fu J, et al. Metabolite profiling and transcriptome analysis revealed the chemical contributions of tea trichomes to tea flavors and tea plant defenses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [Internet]. 2020 Oct 14 [cited 2024 Apr 25];68(41): 1389-11401. Available from: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04075> English. PubMed PMID: 32852206.

7. Wang X, Shen C, Meng P, et al. Analysis and review of trichomes in plants. *BMC Plant Biology* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2024 Apr 25];21(1): 70. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02840-x> English. PubMed PMID: 33526015; PubMed Central PMCID: PMC7852143.

8. Nunes TDG, Berg LS, Slawinska MW, et al. Regulation of hair cell and stomatal size by a hair cell-specific peroxidase in the grass *Brachypodium distachyon*. *Current Biology* [Internet]. 2023 May 8 [cited 2024 Apr 25];33(9): 1844-54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.03.089> English. PubMed PMID: 37086717.
9. [Rogozhin VV, Verkhoturov VV, Rogozhina TV. *Peroxidase: structure and mechanism of action*. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2004]. (In Russ.). EDN: MJEQUX.
10. García-Ulloa A, Sanjurjo L, Cimini S, et al. Overexpression of *ZePrx* in *Nicotiana tabacum* Affects Lignin Biosynthesis Without Altering Redox Homeostasis. *Frontiers in Plant Science* [Internet]. 2020 Jun 26 [cited 2024 Apr 25];(11): 900. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00900> English. PubMed PMID: 32676088; PubMed Central PMCID: PMC7333733.
11. Kuzmin PA, Bukharina IL. The biochemical composition of agricultural maple (*Acer platanoides* L.) in the urban environment. [*Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*]. 2020;(1): 48-53. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2020-1-48-53>. - EDN: RRCJDP.
12. Tattini M, Matteini P, Saracini E, et al. Morphology and biochemistry of non-glandular trichomes in *Cistus salvifolius* L. leaves growing in extreme habitats of the Mediterranean basin. *Plant Biology* [Internet]. 2007 May [cited 2024 Apr 25];9(3): 411-9. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-2006-924662> English. PubMed PMID: 17143807.
13. Yamasaki S, Shimada E, Kuwano T et al. Continuous UV-B irradiation induces endoreduplication and peroxidase activity in epidermal cells surrounding trichomes on cucumber cotyledons. *Journal of Radiation Research* [Internet]. 2010 March [cited 2024 Apr 25];51(2): 187-96. Available from: <https://doi.org/10.1269/jrr.09101> English. PubMed PMID: 20110622.
14. [Tsyganov DN. *Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests*. Moscow: Science; 1983]. (In Russ.). EDN: ZSYKVB.
15. Skrypnik LN, Pungin AV, Aleynikova NA, et al. Medicinal plants of the nature park «Vishtynetsky» (Kaliningrad region) as a valuable source of phenolic biologically active compounds. *Advances in current natural sciences*. 2019;(1): 51-6. (In Russ.). EDN: YYIIP.
16. Akhkubekova AA, Tamakhina AY. Adaptive features of a leaf epidermis in some members of family Boraginaceae. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020;57(2): 188-95. (In Russ.). EDN: ELKJAH.
17. Tamakhina AY. Micromorphological features of the leaf epidermis and secondary metabolites of a promising medicinal plant hound's-tongue (*Cynoglossum officinale* L.) flora of Kabardino-Balkaria. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2023;60(2): 118-28. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2023_60_2_118. - EDN: NLKUMW.

Информация об авторе

А. Я. Тамахина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 22.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 17.06.2024.

Information about the author

A. Ya. Tamakhina – DSc (Agricultural), Professor.

The author declares that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office on 22.05.2024; approved after review 10.06.2024; accepted for publication 17.06.2024.



Научная статья

УДК 599.323.2

DOI 10.54258/20701047_2024_61_3_58

Внутрипопуляционная изменчивость экстерьерных и краниальных параметров сони лесной *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 (Gliridae, Rodentia) в условиях северного макросклона Центрального Кавказа

Асят Хамишевна Шарибова^{1✉}, Руслан Исмагилович Дзуев²,
Борис Авдрахманович Дзагуров³

^{1,2}Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, Нальчик, Россия

³Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

¹sharasiat@gmail.com ✉, <https://orcid.org/0000-0001-9394-9204>

²bioekol@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1851-9719>

³boris.alekseev.1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7370-8729>

Аннотация. Нами впервые на основании кариологически датированного серийного материала по соне лесной из центральносеверокавказской популяции проведен комплексный анализ у 45 зверьков (23 самца и 22 самки). Противоречивость мнений в вопросах систематики (количество внутривидовых форм) и отсутствие достаточного материала в научной литературе по *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 с учетом высотно-поясной структуры горных ландшафтов обусловили проведение данного исследования. Изучена внутрипопуляционная изменчивость кариотипа, 28 морфометрических параметров тела и черепа, а также 5 индексов (отношение длины хвоста к длине тела, отношение скуловой ширины к кондиллобазальной длине черепа, отношение длины нижней челюсти к кондиллобазальной длине черепа, отношение ширины черепа в области слуховых барабанов к кондиллобазальной длине черепа, отношение высоты черепа в области слуховых барабанов к ширине черепа в области слуховых барабанов) с учетом пола. Кроме того, сделана попытка провести сравнительный анализ по наиболее устойчивым к трансформации промерам черепа (всего 9 промеров) между западносеверокавказской и центральносеверокавказской популяциями в связи с тем, что зверьки из западносеверокавказской популяции оказались новым подвидом (*D.n. heptneri* subsp. nov.) на основании анализа митохондриальной (по гену *cytb*) ДНК. Следует отметить, что по всем изученным нами промерам тела и черепа, а также индексам отсутствует половой диморфизм ($t < 3$). В условиях эльбрусского варианта поясности кариотип сони лесной нами изучен впервые ($2n = 48$, $NF = 96$). Половые хромосомы: X-хромосома представлена средним субметацентриком, Y-хромосома - самым мелким элементом набора. Кариотип оказался стойким признаком, не подвержен индивидуальной изменчивости, соответственно обладает высоким таксономическим весом.

Ключевые слова: соня лесная, популяция, подвид, ареал, кариотип, морфометрические параметры черепа, высотно-поясная структура

Для цитирования: Шарибова А.Х., Дзуев Р.И., Дзагуров Б.А. Внутрипопуляционная изменчивость экстерьерных и краниальных параметров сони лесной *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 (Gliridae, Rodentia) в условиях северного макросклона Центрального Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 58-69. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_58.

Scientific article

Intrapopulation variation of exterior and cranial parameters of the forest dormouse *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 (Gliridae, Rodentia) in the conditions of the northern macroslope of the Central Caucasus

Asyat Kh. Sharibova^{1✉}, Ruslan I. Dzuev², Boris A. Dzagurov³

^{1,2}Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Russia

³Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

¹sharasiat@gmail.com✉, <https://orcid.org/0000-0001-9394-9204>

²bioekol@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1851-9719>

³boris.alekseev.1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7370-8729>

Abstract. Based on the cariologically dated serial material on forest dormouse from the Central North Caucasian population, we first conducted a comprehensive analysis of 45 animals (23 male and 22 females). The contrariety of the opinions in the issues of systematics (the number of intraspecific forms) and the lack of sufficient material in the scientific literature on *Dryomys Nitedula* Pallas, 1778, taking into account the high-profile structure of the mountain landscapes, led to this study. The intrapopulation variability of the Kariotip, 28 morphometric parameters of the body and skull, as well as 5 indices (the ratio of the tail length to the length of the body, the ratio of the zulo width to the condilobasal skull length, the ratio of the lower jaw to the condylobasal skull length, the ratio of the width of the skull in the area of the auditory drums to the condylobasal were studied. The length of the skull, the ratio of the height of the skull in the area of the auditory drums to the width of the skull in the area of the auditory drums) taking into account the floor. In addition an attempt was made to conduct a comparative analysis of the most resistant to transformation of the skull (only 9 measures) between the West North Caucasian and Central North Caucasian populations due to the fact that animals from the the West North Caucasian population turned out to be a new subspecies (D.N. Heptneri Subsp. NOV.) Based on the analysis of mitochondrial (according to the Cytb) DNA. It should be noted that for all the body and skull seals we have studied, as well as indexes, there is no sexual dimorphism ($t < 3$). In the conditions of the Elbrus version of the belt the Cariotic Sonya Lesnoy was studied for the first time ($2n = 48$, $NF = 96$). Allosome: X-chromosome is represented by an average submetacentric, Y chromosome-the smallest element of the set. The karyotype turned out to be a persistent sign, is not subject to individual variability, respectively, has a high taxonomic weight.

Key words: forest dormouse, population, subspecies, range, karyotype, morphometric parameters of the skull, altitude-belt structure

For citation: Sharibova AKh, Dzuev RI, Dzagurov BA. Intrapopulation variability of exterior and cranial parameters of the forest dormouse *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 (*Gliridae, Rodentia*) in the conditions of the northern macroslope of the Central Caucasus. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 58-69. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_58.

Введение. На протяжении последних десятилетий в исследовании териофауны Северного Кавказа, в том числе сони лесной, видное место занимают различные аспекты географической и популяционной изменчивости морфометрических, зоогеографических, цитогенетических и других параметров вида в связи со структурой поясности горных ландшафтов. Актуальность этого направления в настоящее время не уменьшилась, а, наоборот, возросла. Для более или менее полной характеристики всего диапазона видовых параметров млекопитающих на Северном Кавказе имеются весьма благоприятные условия существования, которые позволяют выявить некоторые механизмы внутрипопуляционной изменчивости различных жизненных форм (наземные, подземные, водные, древесные и др.) млекопитающих. Для решения вопросов, связанных с выявлением внутрипопуляционной

изменчивости млекопитающих, наиболее удобным объектом, на наш взгляд, являются представители отряда Rodentia. Это связано, во-первых, с тем, что этот отряд включает большое число жизненных форм, во-вторых, наибольшее число видов этого отряда относится к группе широко распространенных млекопитающих. Не менее актуально и то положение, что эти уникальные зверьки являются носителями клещевого возвратного тифа.

По нашим многолетним данным и литературным сведениям [1–4] ареал сони лесной на Северном Кавказе простирается в горизонтальном направлении от побережий Черного и Азовского морей до Самурского хребта включительно, а в высотном - от уровня Мирового океана до 2500 метров н.у.м. На Западном Кавказе в условиях кубанского варианта поясности заселяет территории от уровня Мирового океана до 500–800 метров н.у.м. В соседнем эльбрусском варианте - от пойменных лесов равнинной степи (150–300 метров н.у.м) до субальпийских лесов Приэльбрусья (2500 метров н.у.м.), однако здесь распространение сони лесной носит спорадический характер. В терском варианте поясности она встречается от степного пояса до альпийского пояса. И, наконец, в дагестанском варианте по долинам крупных рек доходит до полупустыни Восточного Предкавказья, а верхняя граница простирается до альпийского пояса включительно.

До настоящего времени отсутствует единое мнение о системе в целом, особенно это относится к географической изменчивости вида, т.е. количестве выделяемых внутривидовых форм исследуемого региона. Например, в определителях фауны бывшего Союза [5–8] выделяют от двух до пяти подвидов на территории Кавказа, в том числе на Северном Кавказе до четырех.

Исходя из изложенного выше краткого обзора, принимая во внимание отсутствие достаточного материала в научной литературе по цитогенетике и внутривидовой изменчивости промеров тела и черепа сони лесной в условиях центральной части Северного Кавказа, а также в связи с описанием на Западном Кавказе нового подвида *Dryomys nitedula heptneri* Orlov, Balakirev, Stakheev, subsp. nov. [10, 11], нами сделана попытка по возможности восполнить пробел в комплексном исследовании центральносеверокавказской популяции данного вида.

Материал и методы работы. В данной работе мы впервые приводим оригинальные данные, полученные нами за последние годы, которые в некоторой степени дополняют материал по особенностям эколого-морфологических показателей популяции сони лесной северного макросклона Центрального Кавказа.

Отлов зверьков проводился с помощью живоловушек по общепринятой методике [12]. Изучено всего 45 половозрелых особей сони лесной, в том числе 23 самца и 22 самки.

Весь материал кариологически датирован, изучение хромосомного набора проводилось по методике С.Е. Ford, J.L. Hamerton [13]. Измерение параметров тела и черепа осуществлялось с помощью штангенциркуля. Использован общепринятый набор краниометрических методов [5, 10, 14] с некоторыми нашими модификациями. Всего изучено 28 промеров тела и черепа: 1) масса тела (m); 2) длина тела (L); 3) длина хвоста (P); 4) длина задней ступни (Pl); 5) высота уха (Au); 6) наибольшая длина черепа (Lcra), 7) кондилобазальная длина черепа (Cbl), 8) длина лицевой части (Lvis), 9) длина мозговой части (Br), 10) длина резцового отверстия (Lfi), 11) длина верхней диастемы (D1), 12) длина верхнего ряда коренных зубов (Lpm^{1-3}), 13) длина барабанной кости (Lbull), 14) ширина барабанной кости (Bbull), 15) длина носовой кости (Lna), 16) ширина носовой кости (Bna), 17) предглазничная ширина (Binf), 18) межглазничная ширина (Job), 19) скуловая ширина (Zyg), 20) ширина черепа в области слуховых барабанов (Bcra), 21) затылочная ширина (Bocc), 22) затылочная высота (Hocc), 23) высота черепа в области слуховых барабанов (Hcra), 24) длина нижней диастемы (D2), 25) длина нижнего ряда коренных зубов (Lpm_{1-3}), 26) длина нижней челюсти (Lmd), 27) высота нижней челюсти (Hmd), 28) общая длина (Lg). Кроме того, нами проанализированы 5 индексов: P/L, Zyg/Cbl, Lmd/Cbl, Bcra/Cbl, Hcra/Bcra.

Весь цифровой материал обработан статистически [15].

Результаты и их обсуждение. Переходя к анализу морфологических показателей центральносеверокавказской популяции сони лесной следует отметить, что все они находятся в определенной коррелятивной зависимости от особенностей экологии популяции.

Кариотип. *Dryomys nitedula* на Кавказе был впервые описан Р.И. Дзусевым и другими [16] из 10 точек, всего кариоанализу было подвержено 18 животных обоего пола. Нами дополнительно исследован хромосомный набор сони лесной из окрестностей с.п. Каменноостское (урочище Жаманкул, остепненные луга на высоте 1000 метров н.ум.). Кариотип сони лесной, обитающей в эльбрусском варианте поясности, как и у изученных нами ранее зверьков из различных точек Северного Кавказа [17] содержит 48 хромосом, число плеч аутосом (NFa) равен 92, основное число плеч (NF) – 96. В хромосомном наборе аутосом выделяются две морфологические группы: субметацентрические (17 пар) и метацентрические (7 пар). X-хромосома – средний субметацентрик, по величине приравняемый к 8-й паре аутосом, Y-хромосома - самый мелкий элемент набора, является субметацентрической хромосомой (рис. 1).

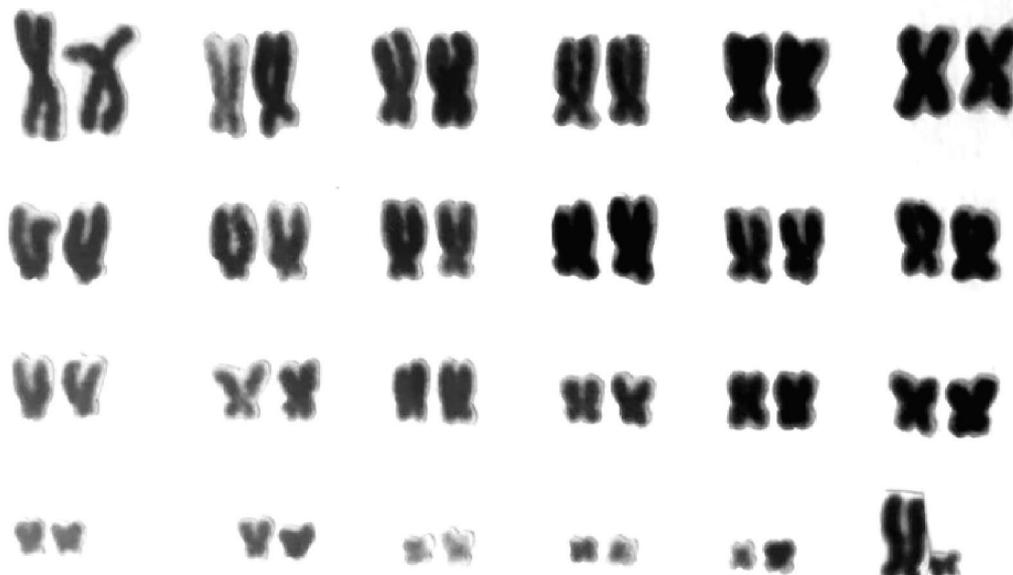


Рис. 1. Кариотип сони лесной (самец).
Fig. 1. Karyotype of the forest dormouse (male).

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.
Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Окраска меха спины сероватая с рыжевато-коричневым оттенком, брюхо светло-серое. Хвост слабо двухцветный, при этом необходимо отметить, что окраска верхней стороны хвоста в основном тусклее, чем окраска спины, окраска нижней стороны хвоста ближе к пепельно-серому. По бокам головы имеются довольно широкие черные полосы (пятна), охватывающие область вокруг глаз и вытянутые до уха. У большинства исследованных нами особей участок между черными полосами (начиная от кончика морды, включая почти всю лобную часть головы) окрашен в серый цвет, близкий по оттенку к окраске нижней стороны хвоста.

О. Л. Россолимо [18, с. 257] характеризует окраску меха сони лесной для подвида *D.n. ognevi* Neftn. et Form., 1928 следующим образом: «спинная сторона темная коричнево-бурая с серовато-палевым фоном. Изменчивость выражается в интенсивности коричневого оттенка». О. О. Григорьева и др. [10] для нового подвида *D.n. heptneri* subsp. nov. подтверждают окраску, приводимую О. Л. Россолимо [18, с. 257] для сонь лесных Западного Кавказа: «спина серовато-буроватая с коричнево-рыжеватым оттенком. Окраска весьма варьирует от ярко рыжеватой до темноватой буровато-коричневой».

Окраска меха, как известно, один из наиболее используемых признаков как в определителях по млекопитающим, так и во многих сводках при описании новых географических форм (подвидов) у сони лесной [5-8,18-21]. У зверьков центральносеверокавказской популяции внутривидовые отличия по данному признаку трудно выявить, какой-либо тенденции половой изменчивости по окраске меха нами не установлено.

Масса тела. Данные по массе тела с учетом пола приведены в табл. 1. Можно отметить, что по данному параметру самцы из центральносеверокавказской популяции несколько крупнее самок, однако отличия не достигают достоверных значений ($t = 2,0$). Масса тела у самцов в среднем составляет $(31,7 \pm 1,42)$ г, у самок $(27,9 \pm 1,18)$ г. Индивидуальная изменчивость у самцов и самок фактически одинакова и составляет соответственно 20,6 и 19,9 %.

Для сравнения внутривидовой изменчивости по массе тела у центральнокавказской популяции с особями из других популяций, литературные данные недостаточны и приводятся без учета пола, а иногда и возраста [5-9, 21-22].

Длина тела. Материалы по длине тела центральнокавказской популяции сони лесной отражены в табл. 1. Как видно из таблицы, в среднем этот параметр у самцов составляет 98,3 мм (85,6-129,9), а у самок 95,8 мм (88,6-107,5). Значение коэффициента вариации несколько выше у самцов (10,14 %), чем у самок (6,52 %). По данному признаку достоверных отличий не обнаружено ($t = 1,0$).

Таблица 1. Внутривидовая изменчивость промеров тела (мм) и массы тела (г) сони лесной *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 в условиях северного макросклона Центрального Кавказа
Table. Intrapopulation variability of body measurements (mm) and body weight (g) of the forest dormouse *Dryomys nitedula* Pallas, 1778 in the conditions of the northern macroslope of the Central Caucasus

№ п/п	Параметры/ Parameters	♂♂ (adultus)				t	♀♀ (adultus)			
		n	M	m	C _v		n	M	m	C _v
1.	L	23	98,3	2,12	10,14	1,0	22	95,8	1,36	6,52
2.	C	23	87,2	1,57	5,96	2,5	10	94,4	2,36	7,51
3.	Pl	23	20,0	0,42	9,93	2,3	22	20,8	0,29	6,34
4.	Au	23	12,3	0,48	18,21	1,9	22	13,4	0,27	9,43
5.	m	23	31,7	1,42	20,61	2,0	22	27,9	1,18	19,87

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

В определителях по млекопитающим, а также в крупных сводках по соне лесной из центральной части Северного Кавказа приводятся пределы изменчивости для самцов и самок вместе [5-9, 16-19]. По последним данным [9] длина тела сони лесной составляет 70-120 мм.

Длина хвоста. Как видно из табл. 1, длина хвоста у самцов из исследуемой популяции сони лесной в среднем составляет 87,2 мм (81,2-95,5), у самок соответственно 94,4 мм (88,8-109,4). При сравнении средних показателей по этому признаку не обнаружено достоверных отличий ($t < 3,0$). Коэффициент вариаций у изученных зверьков невысокий и составляет соответственно 5,96 и 7,51 %.

В определителе Ф. А. Темботовой [9] по этому признаку данные приводятся без учета пола: длина хвоста 61-109 мм, отношение длины хвоста к длине тела (индекс) 65-121 %. По нашим данным индекс хвоста составляет 80-110 % у самцов, 91-109 % у самок.

Длина задней ступни. Данные по исследуемому признаку приводятся в таблице 1. По длине ступни не обнаружена достоверная внутривидовая изменчивость ($t = 2,3$). Средние показатели у самцов составляют 20,0 мм (16,2-23,5), у самок – 20,8 мм (18,2-24,5). Коэффициент вариации у самцов выше (9,93 %), чем у самок (6,34 %).

Темботов, Шхашамишев [21] дают следующие данные по длине ступни: 21,5 мм (18,0-24,0).

Высота уха. В центральносеверокавказской популяции, как видно из таблицы, у исследуемых самцов в среднем высота уха составляет 12,3 мм (8,2-16,5), у самок - 13,4 мм (11-17,1). Отличие не достигает достоверного значения ($t=1,9$). Коэффициент вариации несколько выше у самцов и составляет 18,21 %, у самок - 9,43 %. Выявленная нами внутривидовая изменчивость по данному признаку укладывается в пределы изменчивости, приведенные А. К. Темботовым и Х. Х. Шхашамишевым [21].

Кондилобазальная длина черепа. У млекопитающих кондилобазальной длине черепа, как систематическому признаку, придают большое значение, ссылка на промеры этого параметра приводится практически во всех определителях по млекопитающим, а также во всех крупных монографических работах.

Данный промер у зверьков из центральносеверокавказской популяции в среднем у самцов составляет 25,72 мм (23,2-27,1), у самок – 25,65 мм (23,6-27,1). Как видно из табл. 2, средние значения самцов и самок фактически не отличаются ($t = 0,20$), коэффициент вариации невысокий – 4,73 и 3,76 %, соответственно.

Все изученные параметры черепа сони лесной, как это видно из табл. 2, имеют схожую картину с вышерассмотренным параметром, в связи с этим мы опускаем их анализ.

Литературные сведения по большинству исследованных нами параметров черепа сони лесной не представлены в работах А. К. Сатунина [23], С. И. Огнева [19], И. К. Верещагина [24], И. М. Громова и др. [6], А. К. Темботова [1], А. К. Темботова, Х. Х. Шхашамишева [21], Н. А. Бобринского и др. [7], И. Я. Павлинова и др. [22], Ф. А. Темботовой [9] и др.

Таблица 2. Внутрипопуляционная изменчивость промеров черепа (мм) сони лесной в условиях центральной части Северного Кавказа

Table 2. Intrapopulation variation of skull measurements (mm) of the forest dormouse in the conditions of the central part of the North Caucasus

№ п/п	Параметры / Parameters	♂ (adultus)					t	♀ (adultus)				
		n	min-max	M	m	c		n	min-max	M	m	c
1.	Lcra	14	23,7-27,5	26,26	0,31	4,29	0,24	15	24,7-27,5	26,17	0,21	3,10
2.	Cbl	14	23,2-27,1	25,72	0,32	4,73	0,20	15	23,6-27,1	25,65	0,14	3,79
3.	Lvis	15	11,7-13,5	12,68	0,14	4,24	0,56	14	12,0-13,5	12,78	0,11	3,10
4.	Br	14	11,5-14,1	12,99	0,19	5,44	0,28	15	11,6-13,8	12,92	0,17	5,0
5.	Lfi	15	3,2-4,2	3,71	0,07	6,82	0,29	15	3,3-4,7	3,73	0,01	9,59
6.	D1	15	5,6-7,1	6,67	0,11	6,20	0,15	15	6,1-7,1	6,69	0,07	4,11
7.	Lpm ¹⁻³	15	4,1-4,6	4,35	0,04	3,67	0,20	16	4,2-4,6	4,36	0,03	2,51
8.	Lbull	15	7,2-9,0	7,93	0,14	6,56	1,69	16	7,1-8,2	7,66	0,08	4,10
9.	Bbull	15	5,4-6,4	5,74	0,17	4,46	0,30	16	5,1-6,5	5,80	0,10	6,98
10.	Lna	14	8,2-10,0	9,12	0,16	6,26	0,16	14	8,6-9,5	9,15	0,08	3,20
11.	Bna	14	2,8-3,3	3,05	0,04	4,41	0,20	15	2,8-3,2	3,04	0,03	3,69
12.	Binf	15	5,0-6,0	5,55	0,09	5,86	0,10	16	5,1-6,0	5,56	0,07	5,08
13.	Iob	15	4,0-4,5	4,25	0,04	3,43	0,10	16	4,0-4,4	4,22	0,05	4,26
14.	Zyg	14	14,3-17,3	16,34	0,25	5,64	0,06	14	14,3-17,6	16,36	0,22	4,84
15.	Bcra	14	13,1-14,7	13,56	0,14	3,69	0,48	16	12,4-14,2	13,46	0,15	4,40
16.	Boc	14	10,5-12,7	12,09	0,14	4,41	0,16	16	11,4-12,7	12,12	0,13	3,48
17.	Hoc	14	7,3-8,2	7,66	0,11	5,36	0,54	16	7,2-8,0	7,59	0,06	3,19
18.	Hcra	14	10,5-11,6	10,96	0,11	3,68	0,50	16	10,3-11,7	11,04	0,12	3,15
19.	D2	14	3,2-4,0	3,70	0,07	6,36	0,91	16	3,3-4,3	3,80	0,09	9,01
20.	Lpm ₁₋₃	14	4,3-5,0	4,61	0,14	3,85	0,67	14	4,0-4,7	4,51	0,05	4,78
21.	Lmd	15	12,3-14,3	13,62	0,17	4,49	0,62	16	12,4-14,1	13,49	0,13	3,70
22.	Hmd	15	6,5-8,3	7,67	0,14	6,91	0,16	16	6,5-8,4	7,64	0,13	6,67
23.	Lg	13	25,0-29,2	27,60	0,33	4,16	0,56	14	28,0-29,2	27,36	0,27	3,54

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Как отмечают О. О. Григорьева и другие [10], из большого числа промеров черепа (всего 32) были отобраны 9 признаков (Cbl, Lmd, Zyg, Hmax, Br, Bcra, Hcra, Bbul, M¹-M¹), по которым можно отметить *Dryomys nitedula heptneri* Orlov, Balakirev, Stakheev, subsp. nov., ранее описанный на основании окраски меха и реальность существования которого на Западном Кавказе подтверждена молекулярно-генетическим анализом. По их мнению, эти признаки имеют высокий диагностический вес.

В связи с этим мы попытались провести сравнительный анализ по 9 вышеперечисленным черепным признакам между *Dryomys nitedula heptneri* Orlov, Balakirev, Stakheev, subsp. nov. и «*Dryomys nitedula ognevi*, Heptner et Formozov, 1928» (синоним *Dryomys nitedula caucasicus* Ognev et Turov, 1935 по О. Л. Россолимо) (табл.3). Для этого мы провели дополнительное измерение двух параметров черепа без учета пола: высота черепа у переднего края ряда коренных зубов (Hmax), ширина неба на уровне первого моляра (M¹-M¹).

Таблица 3. Сравнительный анализ по некоторым промерам черепа (мм)

Dryomys nitedula heptneri Orlov, Balakirev, Stakheev, subsp. nov.

и «*Dryomys nitedula ognevi* Heptner et Formozov, 1928»

Table 3. Comparative analysis on some measurements of the skull (mm) of *Dryomys nitedula heptneri* Orlov, Balakirev, Stakheev, subsp. nov. and «*Dryomys nitedula ognevi* Heptner et Formozov, 1928»

Параметры / Parameters	<i>D.n. heptneri</i> Orlov, Balakirev, Stakheev, subsp. nov.* (min-max) М	« <i>D.n. ognevi</i> Heptner et Formozov, 1928» (min-max) М	Разница между средними показателями абсолютных значений (мм) Difference between mean absolute values (mm)
Cbl	22,30-26,30 24,30	23,20-27,10 25,70	1,40
Lmd	12,00-13,50 12,82	12,30-14,30 13,59	0,68
Zyg	13,00-15,30 14,17	14,30-17,60 16,33	2,16
Br	9,50-12,70 11,32	11,50-14,10 12,97	1,65
Bcra	10,80-13,00 11,93	13,10-14,70 13,49	1,56
Hcra	10,30-12,20 11,29	10,30-11,70 11,32	0,03
Bbul	4,40-5,50 4,99	5,10-6,50 5,75	0,76
Hmax	6,00-7,90 6,69	5,40-6,60 5,91	0,78
M1-M1	3,40-4,00 3,67	3,40-4,10 3,79	0,12

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований и литературных данных.

Source: compiled by the authors based on the results of their own research and literature data.

*данные колонки для сравнительного анализа были заимствованы из работы О. О. Григорьевой и др. (2015).

*The column data for comparative analysis were borrowed from O. O. Grigorieva et al. (2015).

Как видно из табл. 3, зверьки из центральносеверокавказской популяции несколько крупнее, чем сони из западносеверокавказской популяции почти по всем признакам, исключением является высота черепа у переднего края ряда коренных зубов (Hmax) (табл. 3). Самые большие отличия у изученных популяций можно отметить по наибольшей ширине черепа (Zyg). О. Л. Россолимо [18] упо-

минает, что наиболее широкоскулые черепа у сонь лесных из Нальчика и Орджоникидзе (ныне г.п. Владикавказ).

В работе О. О. Григорьевой и др. [10] показано, что западносеверокавказский подвид морфологически на подвидовом уровне отличается от зверьков из бассейна среднего Дона по вышеприведенным черепным параметрам. Исследованные этими авторами популяции из Европейской России и Западного Кавказа имеют не только явные генетические, но и морфологические особенности.

Как считают некоторые отечественные териосистематики [25-26], особое внимание необходимо обратить при решении дискуссионных проблем в систематике млекопитающих на индексы тела и черепа.

Отношение длины хвоста к длине тела (P/L) в % в условиях северного макросклона Центрального Кавказа представлена в табл. 4 и составляет у самцов в среднем 0,97 (97 %), у самок – 0,93 (93 %). Какую-либо изменчивость по данному признаку нам выявить не удалось ($t = 1,1$).

Таблица 4. Индексы промеров тела и черепа сони лесной из центральнокавказской популяции
Table 4. Indices of body and skull measurements of the forest dormouse from the Central Caucasian population

Индексы / Indices	♂♂ adultus	t	♀♀ adultus
P/L	0,97±0,02	1,1	0,93±0,03
Zyg/Cbl	0,63±0,004	0,0	0,63±0,004
Lmd/Cbl	0,53±0,003	0,8	0,50±0,003
Bcra/ Cbl	0,53±0,004	0,4	0,51±0,004
Hcra/Bcra	0,81±0,006	0,3	0,79±0,006

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

Source: compiled by the authors based on the results of their own research.

Отношение скуловой ширины к кондилобазальной длине черепа (Zyg/Cbl) в %. По данному индексу изученные половые группы не отличаются ($t=0,0$) и составляет у самцов и самок 0,63 (63 %).

Отношение длины нижней челюсти к кондилобазальной длине (Lmd/Cbl) в % у самцов из центральнокавказской популяции составляет 0,53 (53 %), у самок – 0,50 (50 %). Отличия с учетом пола не достигают достоверного значения ($t = 0,8$).

Отношение ширины черепа в области слуховых барабанов к кондилобазальной длине черепа (Bcra/Cbl) в % у самцов равен 0,53 (53 %), а у самок – 0,51 (51 %). Исследованные половые группы практически не отличаются по данному индексу ($t=0,4$).

Отношение высоты черепа в области слуховых барабанов к ширине черепа в области слуховых барабанов (Hcra/Bcra) в %, как видно из табл. 4, в среднем у самцов составляет 0,81 (81 %), у самок – 0,79 (79 %). Отличия не достигают достоверного значения.

Из всех изученных признаков наибольший интерес представляют кондилобазальная длина черепа, скуловая ширина, ширина черепа в области слуховых барабанов, длина мозговой части, межглазничная ширина, а также индекс хвоста.

Заключение

Комплексное изучение центральносеверокавказской популяции сони лесной и анализ литературного материала позволяет сделать определенные выводы о ее внутривидовой изменчивости и распространении:

1. Соня лесная - ландшафтный вид мезофильных горно-лесных биоценозов. Оптимум ее ареала находится соответственно в поясе широколиственных лесов, т.е. во влажных районах северного макросклона Центрального Кавказа. Повышение сухости с гор на равнину, а также с северо-запада на юго-восток сопровождается сужением ареала, сокращением характерных местообитаний, а в некоторых участках (район Пятигорья-Эльбрус) снижением плотности.

2. По всем изученным параметрам тела и черепа (всего 28) и 5 индексам каких-либо достоверных различий между самцами и самками нам обнаружить не удалось. Очевидно, адаптация к условиям существования не затрагивала морфологические параметры на уровне половых групп.

3. Высокую стабильность и видовую специфичность, в отличие от других морфологических признаков, проявляет хромосомный набор. Диплоидный набор сони лесной содержит 48 хромосом, $NFa=92$, $NF=96$. Гетерохромосомный комплекс: X-хромосома - средний субметацентрик, по размерам приравняемый к 8-й паре аутосом, Y-хромосома – самый мелкий элемент набора, имеет субметацентрическую форму.

Список источников

1. Темботов А. К. Млекопитающие Кабардино-Балкарской АССР. Нальчик: Эльбрус, 1960. 196 с.
2. Темботов А. К. География млекопитающих Северного Кавказа. Нальчик: Эльбрус, 1972. 248 с.
3. Дзуев Р. И. Закономерности хромосомной изменчивости млекопитающих Кавказа: дисс. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1995. 577 с.
4. Пространственная организация видового населения сони лесной (*Dryomys nitedula* Pall.) на Северном Кавказе / Р. И. Дзуев, А. А. Евгажукова, А. Р. Дзуев [и др.] // Экологическая безопасность и сохранение генетических ресурсов растений и животных России и сопредельных территорий: Материалы XIII Всероссийской с международным участием конференции, посвященной 100-летию СОГУ, Владикавказ, 19–21 мая 2021 года. – Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 2021. – С. 43-56. – EDN HVJQNF.
5. Виноградов Б. С., Громов И. М. Грызуны фауны СССР. М.-Л.: Академия наук СССР, 1952. 265 с.
6. Млекопитающие фауны СССР / под ред. И.И. Соколова [и др.]. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 638 с.
7. Бобринский Н. А., Кузнецов Б. А., Кузякин А. П. Определитель млекопитающих СССР. Москва: Советская наука, 1965. 382 с.
8. Каталог млекопитающих СССР (плиоцен-современность) / под ред. И. М. Громова, Г. И. Баранова. Ленинград: Наука, 1981. - 456 с.
9. Темботова Ф. А. Млекопитающие Кавказа и омывающих его морей. Определитель. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 353 с. ISBN 978-5-9908416-8-0. – EDN XWWCKP.
10. Митохондриальная филогеография и таксономия лесной сони *Dryomys nitedula* (Pallas, 1778) (Gliridae, Rodentia) Западного Кавказа с описанием нового подвида *d. n. heptneri* subsp. nov. / О. О. Григорьева, А. Е. Балакирев, В. Б. Сычева [и др.] // Охрана биоты в государственном природном заповеднике «Утриш»: Научные труды / Государственный природный заповедник «Утриш». Том 3. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2015. С. 332-344. EDN FXLBJZ.
11. Филогеография и таксономия лесной сони *Dryomys nitedula* (Gliridae, Rodentia) Русской равнины и Кавказа / О.О. Григорьева [и др.] // Териофауна России и сопредельных территорий. Международное совещание (X Съезд Териологического общества при РАН). Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 93. Режим чтения: <https://www.researchgate.net/publication/339442733>.
12. Дзуев Р. И. Хромосомные наборы млекопитающих Кавказа. Нальчик: Эльбрус, 1998. 256 с.
13. Ford C.E., Hamerton J.L. Acolchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes // Stain Technology. 1956. P. 247-251. DOI: 10.3109/10520295609113814. PMID: 13380616.
14. Назарова Г. Г., Зудова Г. А., Проскуряк Л. П. Возрастная изменчивость и половой диморфизм краниометрических признаков у водяной полевки (*Arvicola amphibius*, Rodentia, Arvicolinae) // Зоологический журнал. 2015. Т. 94. № 8. С. 955-962. – DOI 10.7868/S0044513415060148. EDN UDEYBH.
15. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. 302 с.
16. Дзуев Р. И., Василенко В. Н., Темботова Ф. А. Новые данные по кариотипам млекопитающих Кавказа // Фауна, экология и охрана животных Северного Кавказа: Межвузовский сборник научных трудов / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР; Кабардино-Балкарский государственный университет. Том Выпуск 4. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет, 1979. – С. 84-110. – EDN TOLSBL.

17. Кариотаксономическая характеристика сони лесной (*Dryomys nitedula*) на Северном Кавказе / Р. И. Дзуев, А. Х. Шарипова, А. Р. Дзуев [и др.] // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2020. Т.20. №3. С. 38-41. DOI 10.47928/1726-9946-20-3-38-41. – EDN MCBZQY.
18. Россолимо О.Л. Изменчивость и таксономия сони лесной (*Dryomys nitedula* Pallas) // Зоологический журнал. 1971. Т. 50. № 2. С. 247-258.
19. Огнев С.И. Звери СССР и прилежащих стран (звери Восточной Европы и Северной Азии). Грызуны. М.-Л.: АН СССР, 1947. Т.5. 437 с.
20. Сони (*Myoxidae*) мировой фауны / О. Л. Россолимо [и др.]. Москва: Издательство Московского университета, 2001. 229 с.
21. Темботов А. К., Шхашамишев Х. Х. Животный мир Кабардино-Кабалкарии. - Нальчик: Эльбрус, 1984. 192 с.
22. Павлинов И. Я. Краткий определитель наземных зверей России. М.: Издательство МГУ, 2002. 167 с.
23. Сатунин К. А. Млекопитающие Кавказского края (*Chiroptera, Insectivora et Carnivora*) / под ред. Ю.Н. Воронова, Р.Г. Шмидта. Т. 2.- Тифлис: типография Канцелярии наместника Его Императорского Величества на Кавказе, 1915. 418 с.
24. Верещагин Н. К. Млекопитающие Кавказа. М.-Л.: Издательство АН СССР, 1959. 704 с.
25. Дзуев Р. И. Закономерности географической изменчивости млекопитающих в горах Кавказа. Нальчик: КБГУ, 1989. 104 с.
26. Размеры и пропорции черепа западно-палеарктических лесных мышей (*Sylvaemus, Muridae, Rodentia*) Восточной Европы. 2. Внутривидовые различия / Н. М. Окулова, А. С. Богданов, М. И. Баскевич [и др.] // Зоологический журнал. 2018. Т. 97. № 12. С. 1544-1556. – DOI 10.1134/S0044513418070139. – EDN YNSPUD.

References

1. [Tembotov AK. *Mammals of the Kabardino-Balkarian ASSR*. Nalchik: Elbrus; 1960]. (In Russ.).
2. [Tembotov AK. *Geography of mammals of the North Caucasus*. Nalchik: Elbrus; 1972]. (In Russ.).
3. [Dzuev RI. Regularities of chromosomal variability of mammals of the Caucasus [dissertation]. Ekaterinburg: [place unknown]; 1995]. (In Russ.).
4. Dzuev RI, Evgazhukova AA, Dzuev AR, et al. Spatial organization of the species population of the forest sonia (*Dryomys nitedula* Pall.) in the Northern Caucasus. [In: *Ecological safety and conservation of genetic resources of plants and animals of Russia and adjacent territories : Materials of the 13th All-Russian conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of NOSU; 2021 May 19-21; Vladikavkaz*. Vladikavkaz: North Ossetian State university after K.L. Khetagurov; 2021]. p. 43-56. (In Russ.). EDN: HVBJQNF.
5. [Vinogradov BS, Gromov IM. *Rodents of the fauna of the USSR*. Moscow: Academy of Sciences of the USSR; 1952]. (In Russ.).
6. [Sokolov II, editor. *Mammals of the fauna of the USSR*. Moscow: Academy of Science USSR; 1963]. (In Russ.).
7. [Bobrinskij NA, Kuznecov BA, Kuzyakin AP. *Determinant of Mammals of the USSR*. Moscow: Soviet Science; 1965]. (In Russ.).
8. [Gromov IM, Baranov GI, editors. *Determinant. Catalogue of Mammals of the USSR (Pliocene-modernity)*. Leningrad: Science; 1981]. (In Russ.).
9. [Tembotova FA. *Determinant. Mammals of the Caucasus and the seas surrounding it*. Moscow: Association of Scientific Publications KMK; 2015]. (In Russ.). ISBN 978-5-9908416-8-0. EDN: XWWCKP.
10. [Grigorieva OO, Balakirev AE, Sycheva VB, et al. Mitochondrial phylogeography and taxonomy of the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Pallas, 1778) (Gliridae, Rodentia) of the Western Caucasus with description of a new subspecies d. n. heptneri subsp. nov. *Protection of biota in the state natural reserve «Utrish» : Scientific Works*. Vol. 3. Maikop: LLC Polygraph-Yug; 2015. p. 332-44]. (In Russ.). EDN: FXLBJZ.
11. [Grigorieva OO, Kandaurov AS, Staxeev AE, et al. Phylogeography and taxonomy of the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Gliridae, Rodentia) of the Russian Plain and the Caucasus. In: *The theriofauna*

of Russia and adjacent territories. *International Meeting (X Congress of the Theriological Society at the Russian Academy of Sciences)* [Internet]. Moscow: KMK; 2016 Feb [cited 2024 May 01]. p. 93. (In Russ.). Available from: https://www.researchgate.net/publication/339442733_Filogeografia_i_taksonomia_lesnoj_soni_Dryomys_nitedula_Gliridae_Rodentia_Russkoj_ravniny_i_Kavkaza/link/5e52a95592851c7f7f550743/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijpb7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxcY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxcY2F0aW9uIn19

12. [Dzuev RI. *Chromosome sets of Caucasian mammals*. Nalchik: Elbrus; 1998]. (In Russ.).

13. Ford CE, Hamerton JL. A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technology* [Internet]. 1956 Nov [cited 2024 may 01]; 31(6): 247-51. Available from: <https://doi.org/10.3109/10520295609113814> English. PubMed PMID: 13380616.

14. Nazarova GG, Zudova GA, Proskuryak LP. Age-dependent variability and sexual dimorphism of craniometrical characters in water vole (*Arvicola Amphibius, Rodentia, Arvicolinae*). [*Zoologicheskij Zhurnal = Zoological Journal*]. 2015;94(8): 955-62. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.7868/S0044513415060148>. EDN: UDEYBH.

15. [Ivanter EV, Korosov AB. *Introduction to quantitative biology*. Petrozavodsk: PetrSU; 2011]. (In Russ.).

16. [Dzuev RI, Vasilenko VN, Tembotova FA. New data on karyotypes of mammals of the Caucasus. In: *Fauna, ecology and animal Welfare of the North Caucasus : Interuniversity collection of scientific papers / Ministry of Higher and Secondary Special Education of the RSFSR; Kabardino-Balkarian State University. Vol. 4*. Nalchik: Kabardino-Balkar State University; 1979]. p. 84-110. (In Russ.). EDN: TOLSBL.

17. Dzuev RI, Sharibova AKh, Dzuev AR, et al. Karyotaxonomic characteristics of the forest dormouse (*Dryomys nitedula*) in the North Caucasus. *Adyghe International Scientific Journal*. 2020;20(3): 38-41. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-20-3-38-41>.

18. [Rossolimo OL. Variability and taxonomy of the forest dormouse (*Dryomys nitedula* Pallas). *Zool. Journal*. 1971;50(2): 247-58]. (In Russ.).

19. [Ognev SI. *The mammals of USSR and adjacent countries (The mammals of Eastern Europe and Northern Asia). Rodents*. Vol. 5. Moscow: Academy of Sciences of the USSR; 1947]. (In Russ.).

20. Rossolimo OL, Potapova EG, Pavlinov IYa, et al. *Dormice (Myoxidae) of the World fauna*. Moscow: Moscow Univ. Publisher; 2001. (In Russ.).

21. [Tembotov AK, Shxashamishv KhKh. *The animal world of Kabardino-Kabalkaria*. Nalchik: Elbrus; 1984]. (In Russ.).

22. [Pavlinov IYa. *Brief determinant of terrestrial animals of Russia*. Moscow: MSU Publishing House; 2002]. (In Russ.).

23. [Satunin KA. *Mammals of the Caucasian Region (Chiroptera, Insectivora et Carnivora)*. Voronov UN, Shmidt RG, editors. Tiflis: Printing office of the Office of the Governor of His Imperial Majesty in the Caucasus; 1915]. 2 vol. Russian.

24. [Vereshchagin NK. *Mammals of the Caucasus*. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1959]. (In Russ.).

25. [Dzuev RI. *Regularities of geographical variability of mammals in the Caucasus Mountains*. Nalchik: KBSU; 1989]. (In Russ.).

26. Okulova NM, Bogdanov AS, Baskevich MI, et al. Skull sizes and proportions in West-Palaeartic wood mice (*Sylvaemus, Muridae, Rodentia*) from Eastern Europe. 2. Intraspecific variability. *Zoologicheskij Zhurnal = Zoological Journal*. 2018;97(12): 1544-56. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.1134/S0044513418070139>. EDN: YNSPUD.

Информация об авторах

А. Х. Шарибова – инженер;

Р. И. Дзюев – доктор биологических наук, профессор;

Б. А. Дзагуров – доктор биологических наук, профессор.

Вклад авторов

Шарибова А. Х. – сбор и обработка материалов, анализ полученных результатов, верстка и форматирование работы;

Дзюев Р. И. – научное руководство, подготовка первоначального варианта текста, итоговые выводы;

Дзагуров Б. А. – сбор материалов, участие в обсуждении материалов статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 06.05.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024; принята к публикации 24.06.2024.

Information about the authors

Asyat Kh. Sharibova – engineer;

Ruslan I. Dzuev – DSc (Biology), Professor;

Boris A. Dzagurov – DSc (Biology), Professor.

Contributions of the authors

A. Kh. Sharibova – collection and processing of materials, data analysis, layout and formatting of article summarizing;

R. I. Dzuev – research supervision, preparation of initial version of text, final conclusions;

Boris A. Dzagurov – collection of materials, participation in discussion on article topic.

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted to the editorial office on 06.05.2024; approved after review 17.06.2024; accepted for publication 24.06.2024.



Научная статья

УДК 633.39

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_70

Хозяйственно-биологические показатели продуктивности разных образцов амаранта *Amaranthus hypochondriacus* L. в условиях предгорий РСО–Алания

Лариса Черменовна Гагиева¹, Лейла Важаевна Чкареули^{2✉},
Хетаг Муратович Хетагуров³, Алан Анзорович Абаев⁴

^{1,4}Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия²

Северо-Кавказский горно-металлургический институт, Владикавказ, Россия

³Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

¹laragagieva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0566-7854>

²Chkareuli.leila@mail.ru ✉

³zaz@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2684-897X>

⁴alan.abaev.68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-721X>

Аннотация. Введение в культуру новых видов растений, сочетающих не только высокие урожайность и кормовые достоинства, но и устойчивость к болезням и вредителям – важная задача сельскохозяйственной промышленности. Основной особенностью амаранта является его высокая продуктивность и активный рост, что позволяет использовать его как культуру с коротким периодом вегетации, а также амарант обладает высокой семенной продуктивностью в отличие от других традиционных культур. Исследования проводились на опытном участке НИИ биотехнологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Материалом для исследования стали коллекционные образцы амаранта, отобранные в фазе полного цветения. Установлены хозяйственно-биологические показатели продуктивности разных образцов амаранта ВР-99, К-51, К-61, К-63 рода (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Данные образцы амаранта относятся к среднеспелым, вегетационный период которых составляет в среднем 125 дней. По биометрическим показателям исследуемые образцы амаранта относятся к среднерослым – от 157 до 173 см. В среднем урожайность биомассы образцов К-61 и К-63 составила 440-593,4 ц/га соответственно. Урожайность образцов амаранта (*Amaranthus hypochondriacus* L.) К-51, ВР-99 составила соответственно 406-438,9 ц/га. Динамика площади ассимилирующей поверхности, площадь листовой пластинки в фазе цветения у образца ВР-99 составляла 63,75 (тыс. м²/г). В фазе созревания семян площадь листьев составляла 142,8 (тыс. м²/г). Общая сумма фотосинтетического потенциала листовой поверхности составила 2272,05 млн. м² сут/га. Образцы амаранта рода *Amaranthus hypochondriacus* L (ВР-99, К-51, К-61, К-63) благодаря своим уникальным свойствам являются перспективными для использования в качестве кормовой культуры и включение ее в агрофитоценоз предгорной зоны Северной Осетии позволит получить качественный корм.

Ключевые слова: амарант, продуктивность, урожайность, вегетация, онтогенез

Для цитирования: Гагиева Л.Ч., Чкареули Л.В., Хетагуров Х.М., Абаев А.А. Хозяйственно-биологические показатели продуктивности разных образцов амаранта *Amaranthus hypochondriacus* L. в условиях предгорий РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 70-76. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_70.

Scientific article

Commercial-biological indicators of performance of different samples of amaranth *Amaranthus hypochondriacus* L. in the foothills of North Ossetia-Alania

Larisa Ch. Gagieva¹, Leila V. Chkareuli²✉, Khetag M. Khetagurov³, Alan A. Abaev⁴

^{1,4}Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

²North Caucasus Mining and Metallurgical Institute, Vladikavkaz, Russia

³North Ossetian State University, Vladikavkaz, Russia

¹laragagieva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0566-7854>

²Chkareuli.leila@mail.ru✉

³zaz@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2684-897X>

⁴alan.abaev.68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-721X>

Abstract. The introduction into cultivation of new plant species that combine not only high yields and nutritional benefits, but also resistance to diseases and pests is an important task for the agricultural industry. The main feature of amaranth is its high performance and active growth, which allows it to be used as a crop with a short growing season, and amaranth also has high seed performance, unlike other traditional crops. The studies were carried out at the experimental site of the Research Institute of Biotechnology of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education Gorsky State Agrarian University. The material for the study was collection samples of amaranth, selected in the full flowering phase. Economic and biological indicators of productivity of different samples of amaranth VR-99, K-51, K-61, K-63 of the genus (*Amaranthus hypochondriacus* L.) were established. These amaranth samples are mid-season, the growing season of which is on average 125 days. According to biometric indicators, the studied amaranth samples are of medium height, from 157 to 173 cm. On average, the biomass yield of samples K-61 and K-63 was 440-593.4 c/ha, respectively. The yield of amaranth samples (*Amaranthus hypochondriacus* L.) K-51, BP-99 was 406-438.9 c/ha, respectively. The dynamics of the assimilating surface area and leaf blade area in the flowering phase for sample VR-99 was 63.75 (thousand m²/g). In the seed ripening phase, the leaf area was 142.8 (thousand m²/g). The total photosynthetic potential of the leaf surface was 2272.05 million m² day/ha. Amaranth samples of the genus *Amaranthus hypochondriacus* L. (BP-99, K-51, K-61, K-63), due to their unique properties, are promising for use as a fodder crop, and its inclusion in the agrophytocenosis of the foothill zone of North Ossetia will provide high-quality forage.

Keywords: *Amaranth*, performance, yield, vegetation, ontogenesis

For citation: Gagieva LCh, Chkareuli LV, Khetagurov KhM, Abaev AA. Commercial-biological indicators of performance of different samples of amaranth *Amaranthus hypochondriacus* L. in the foothills of North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 70-76. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_70.

Введение. Один из подходов к решению проблемы дефицита кормов заключается в развитии возделывания перспективных однолетних нетрадиционных кормовых культур, обладающих высокой урожайностью и стрессоустойчивостью к различным абиотическим и биотическим факторам.

Согласно многочисленным исследованиям установлено, что развитие кормового производства, его устойчивость и продуктивность обусловлены особенностью видового состава растительных культур, и их фототрофной активностью. Многообразие новых видов растений многопланового использования, таких как амарант, позволят реализовать его биологические характеристики в природно-климатических условиях в зоне их возделывания благодаря широкой экологической пластичности [1-3].

Основными факторами, которые определяют целесообразность и степень использования различных видов кормовых культур, являются питательная ценность в энергетическом и протеиновом отношении.

Видовое разнообразие амаранта способствует широкому использованию биоресурсов данного растения для пищевых, кормовых, медицинских и декоративных целей [4-6; 9-10].

В связи с этим, основываясь на вышеизложенном, исследования, связанные с подбором перспективных видов с относительно высокой урожайностью, а также составом питательных веществ, являются актуальными.

Цель исследований состоит в определении продуктивности надземной биомассы и способности формирования высокой урожайности разных коллекционных образцов амаранта (*Amaranthus hypochondriacus* L.) в условиях предгорий РСО–Алания.

Материалы и методы исследования. Материалом для изучения стали пробы биомассы коллекционных образцов амаранта разного происхождения (*Amaranthus hypochondriacus* L.), отобранные в фазе полного цветения. Изучение морфологических и биологических характеристик проводилось в течение вегетационного периода. Проводились морфометрические и фенологические исследования, анализ динамики площади листьев и урожайности зеленой массы образцов амаранта (*Amaranthus hypochondriacus* L.).

Результаты исследований и их обсуждение. Фенологические показатели *Amaranthus hypochondriacus* L. проводили в открытом грунте предгорий РСО–Алания. Экспериментальные данные имеют существенное значение, так как показывают адаптационные возможности видов к неблагоприятным факторам среды, способность давать полноценный урожай зеленой массы и семян что позволит рекомендовать их для ввода в культуру. Установлено, что исследуемые образцы практически одинаково развивались на ранних стадиях вегетации. Не было зарегистрировано предрасположенности растений к различным заболеваниям и вредителям. Растения не проявляли реакцию на неблагоприятные природно-климатические условия. Однако необходимо учитывать, что экологические условия и физиологические характеристики нетрадиционной кормовой культуры амаранта влияют на развитие и продолжительность фенологических фаз. Так, например, у образцов амаранта *Amaranthus hypochondriacus* L. (ВР-99) период развития до полной спелости семян исследуемых образцов составил в среднем 110–130 дней. Амарант является действительно перспективным кормовым растением. Он характеризуется быстрым ростом и высокой устойчивостью к засухе. Это растение начинает пускать ростки при температурном режиме около 10-12 °С.

Урожайность культур – определяется выходом хозяйственно-ценных частей растения с единицы площади и является проявлением биологических и генетических особенностей вида способов адаптации к различным природно-климатическим условиям внешней среды (заморозки, перепады температур, засуха и т.д.) [7; 8].

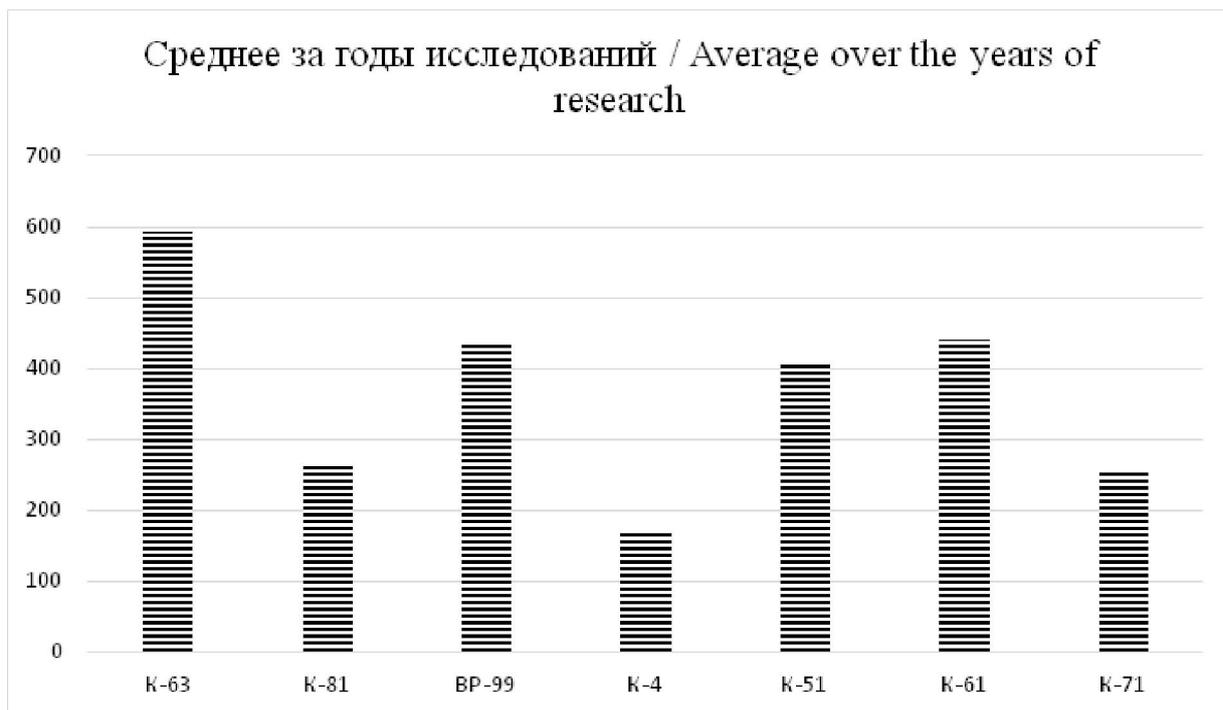
Анализ урожайности выявил, что наибольший показатель был у образца (К-63) и был в среднем за годы исследований ($593,4 \pm 8,2$) ц/га, тогда как у образца (К-4) он был равен ($170,6 \pm 12,1$) ц/га.

Исследования динамики площади листьев показали, что образцы амаранта К-63 отличались наибольшей площадью ассимиляции в период созревания семян - 148,8 тыс. м²/га, у образца К-81 в фазе цветения имел высокую площадь ассимилирующей поверхности 79,76 тыс. м²/га, а в зрелости семян данный показатель составил 94,24 тыс. м²/га.

Анализ основных показателей фотосинтетической деятельности исследуемых образцов (диаграммы 1-3) показали, что *Amaranthus hypochondriacus* L при площади листьев 45,22-79,76 тыс. м²/га в фазе цветения и 94,24-148,8 тыс. м²/га и фотосинтетическом потенциале (ФП) – 1044-2272 млн. м²·сутки/га формируют урожай зеленой массы – 170,6-593,4 ц/га.

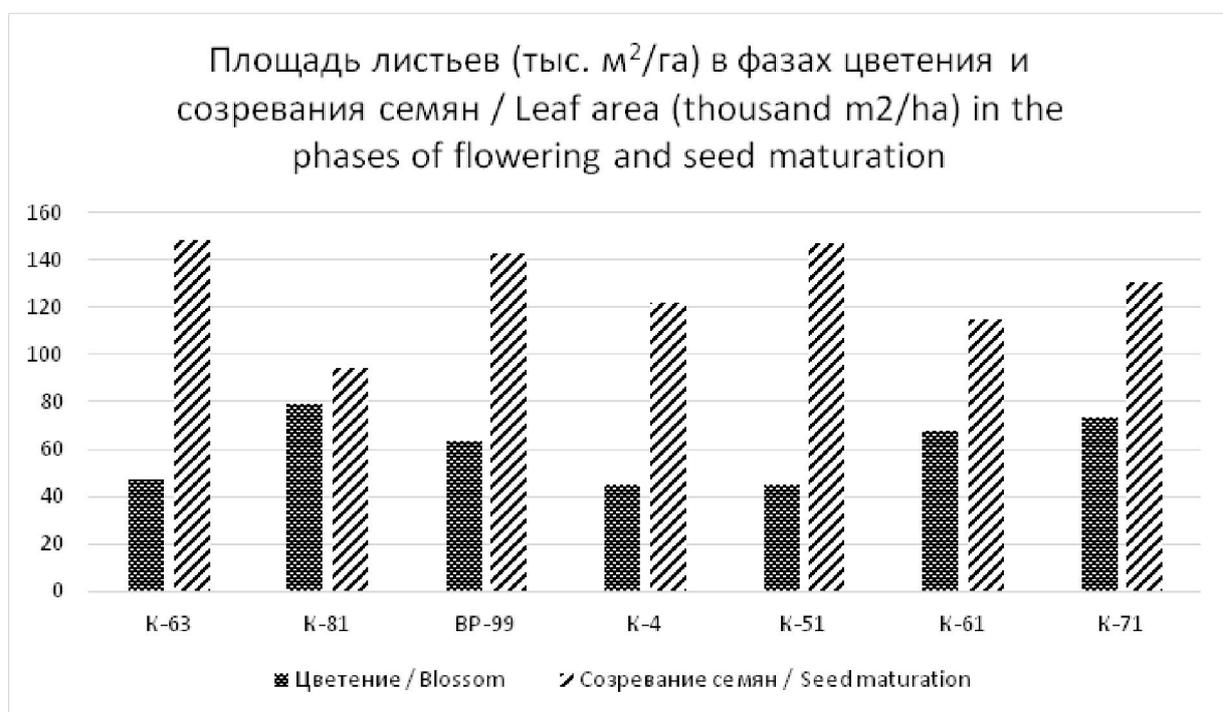
Фотосинтетическая способность растений варьировала в пределах 1044,00-2272,05 млн. м²·сутки/га, лучшие показатели наблюдались у образцов ВР-99, следовательно более 50–60 % суммарной энергии ФАР исследуемые виды аккумулируют для создания органического вещества.

В отличие от традиционно используемых сельскохозяйственных культур виды амаранта способны к С4-фотосинтезу, что позволяет ему активно усваивать СО₂ из атмосферы и переводить их в углеводы. Благодаря этому он обладает высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам, с сохранением своей продуктивности [11, 12].



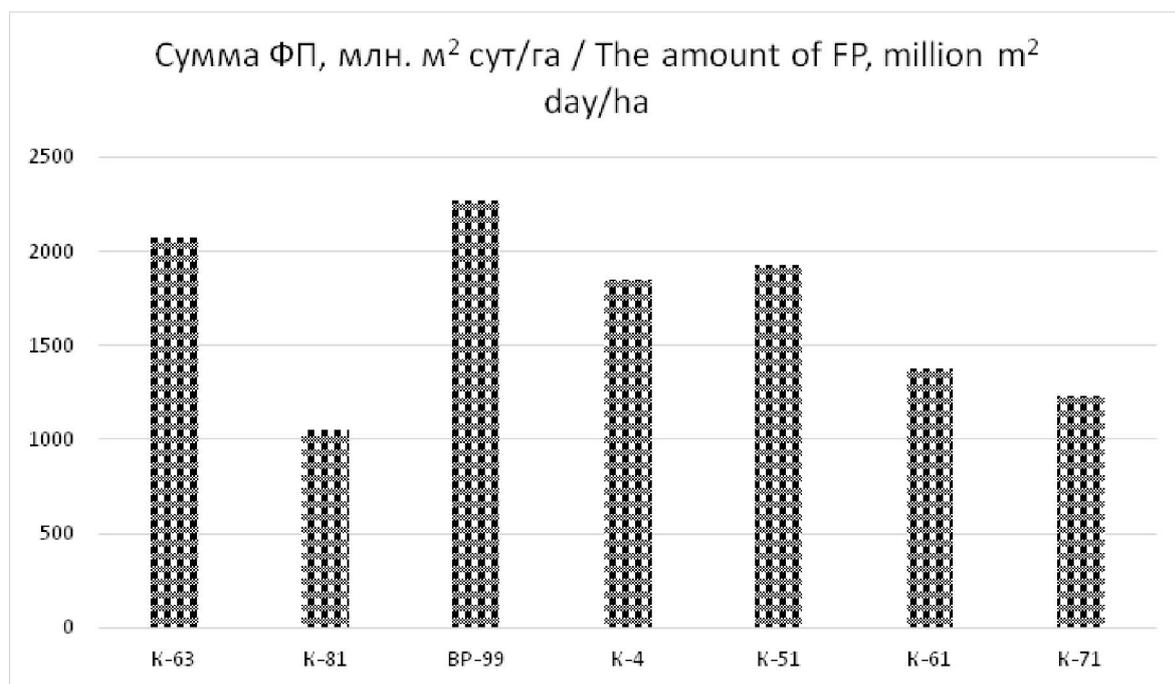
Диагр. 1. Урожайность зеленой массы *Amaranthus hypochondriacus* L., ц/га
 Diag. 1. Yield of *Amaranthus hypochondriacus* L. green feed, c/ha

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.
 Source: compiled by the authors based on research data.



Диагр. 2. Динамика площади листьев *Amaranthus hypochondriacus* L.
 Diag. 2. Dynamics of the leaf area of *Amaranthus hypochondriacus* L.

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.
 Source: compiled by the authors based on research data.



Диagr. 3. Фотосинтетический потенциал *Amaranthus hypochondriacus* L.
Diag. 3. Photosynthetic potential of *Amaranthus hypochondriacus* L.

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.
Source: compiled by the authors based on research data.

Результаты исследований подтверждают потенциал использования амаранта в кормовом производстве РСО–Алания. Высокая адаптивность культуры к условиям произрастания, устойчивость к засухе и вредителям, позволяют рассматривать её как перспективный кормовой ресурс.

Заклучение

Исследуемые образцы амаранта (*Amaranthus hypochondriacus* L.) обладают довольно высокими биопродуктивными характеристиками надземной биомассы. У образцов К-63 и К-51 площадь листовой пластины в стадии плодоношения максимальная и составила 148,8 - 147,08 тыс. м²/га максимальная сумма ФП определена в образцах ВР-99 и К-63 от 2072 до 2272 млн. м²·сут./га.

Показатель фотосинтетической деятельности растений складывается из площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза и показывает, что растения полностью используют фотосинтетически активную радиацию. Взаимозависимость основных функциональных особенностей и биологических характеристик изученных образцов амаранта в ходе исследования показывают их соответствие с показателями урожайности. Это позволяет рекомендовать их для широкого внедрения в агрофитоценоз предгорной зоны РСО–Алания.

Список источников

1. Климова Э. В., Андреева О. Т., Темникова Г. П. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях : Материалы научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора сельскохозяйственных наук, профессора Э.В. Климовой, Чита, 16–17 октября 2009 года. – Чита: Федеральное государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 36-39. – EDN UFYALJ.
2. Андреева О. Т. Современное состояние и перспективные направления развития кормопроизводства Забайкальского края // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке : материалы Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 09–12 июля 2012 года. – Новосибирск: ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2013. С. 41-48. - EDN UJNRQT.

3. Щукис Е. Р. Кормовые культуры на Алтае: монография. — Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии, 2013. 182 с.
4. Цугкиев Б. Г., Чкареули Л. В. Фотосинтетический потенциал образцов амаранта, культивируемых в РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 4. С. 180-184. EDN NMQQDT.
5. Чкареули Л. В., Гагиева Л. Ч. Фенологические и фотосинтетические показатели образцов амаранта К-61 и К-62, интродуцированных в РСО–Алания // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности : сборник научных статей VI международной научной конференции, Волгоград, 17–18 июня 2021 года. Том Часть 1. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью «КОНВЕРТ», 2021. С. 22-25. EDN MZIYIL.
6. Хахалова М. А., Дмитриева Е. Ш. Интродукция амаранта в условиях Иркутской области // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 28–29 марта 2019 года / Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. С. 46-51. EDN AAFGSS.
7. Высочина Г. И. Амарант (*Amaranthus* L.): химический состав и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. 2013. № 2. С. 5-14. EDN RCYKLF.
8. Umma K.S.K., Shinya O. Bioactive substances in leaves of two amaranth species, *Amaranthus tricolor* and *A. hypochondriacus* // Canadian Journal of Plant Science. 2013. Vol. 93. no. 1. P. 47–58. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:83637201> doi.org/ 10.4141/cjps2012-117.
9. Seed treatments affect functional and antinutritional properties of amaranth flours / Gamel T.H., Linsse J.P. [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2006. Vol. 86. no. 7. P. 1095–1102. [https://doi.org/ 10.1002/jsfa.2463](https://doi.org/10.1002/jsfa.2463).
10. Магомедмирзоева Р. Г. Интродукция амаранта в Дагестане // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 1 (37). С. 85-92. EDN ZDMYDJ.
11. Магомедов И. М., Чиркова Т. В. Амарант – прошлое, настоящее и будущее // Успехи современного естествознания 2015. № 1. С. 1108–1113. EDN TWQHPP.
12. Артемьева Е. П. Рост, развитие и структурные показатели листа амаранта в условиях длинного и короткого дня // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2015. №10. С. 21 -24.

References

1. [Klimova EV, Andreeva OT, Temnikova GP. Ways to stabilize fodder production in Transbaikalia. In: *Problems and prospects of improving zonal farming systems in modern conditions : Materials of a scientific and practical conference dedicated to the anniversary of Doctor of Agricultural Sciences, Professor E.V. Klimova; 2008 Oct 16-17; Chita*. Chita: Irkutsk State Agricultural Academy; 2009. p. 36-9]. (In Russ.). EDN: UFYALJ.
2. [Andreeva OT. The current state and promising directions for the development of feed production in the Trans–Baikal Territory. In: *The current state and strategy of feed production development in the XXI century : conference proceedings; 2012 Jul 9-12; Novosibirsk*. Novosibirsk: Siberian Scientific Agricultural Library of the Russian Agricultural Academy; 2013. p. 41-48]. (In Russ.). EDN: UJNRQT.
3. [Shchukis ER. *Fodder crops in Altai*. Barnaul: Wildebeest Altai Research Institute of the Russian Agricultural Academy; 2013]. (In Russ.).
4. Tsugkiev BG, Chkareuli LV. Photosynthetic potential of amaranth samples cultivated in the republic of North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(Pt 4): 180-4. (In Russ.). EDN NMQQDT.
5. Chkareuli LV, Gagieva LCh. Phenological indices of samples of amaranth K-61 and K-62 against the background photosynthetic potential introduced in RSO-Alania. [In: *Innovative technologies, economics and management in industry : collection of scientific articles of the 6th International Scientific Conference; 2021 Jun 17; Volgograd*. Vol. 1. Volgograd: Envelope; 2021. p. 22-5]. (In Russ.). EDN: MZIYIL.

6. Khakhalova MA, Dmitrieva ESh. Introduction of amaranth in the conditions of irkutsk region. [In: *Scientific research and development for implementation in the agro-industrial complex : Materials of the international scientific and practical conference of young scientists; 2019 Mar 28-29; Irkutsk.* Irkutsk: Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky; 2019. p. 46-51. (In Russ.). EDN: AAFGSS.
7. Vysochina GI. Amaranth (*Amaranthus L.*): chemical composition and prospects of using (review). [*Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of vegetable raw materials*]. 2013;(2): 5-14. (In Russ.). EDN RCYKLF.
8. Umma KSK, Shinya O. Bioactive substances in leaves of two amaranth species, *Amaranthus tricolor* and *A. hypochondriacus*. *Canadian Journal of Plant Science* [Internet]. 2013 Jun 15 [cited 2024 Jun 13]; 93(1): 47-58. Available from: <https://doi.org/10.4141/cjps2012-117-y> English.
9. Gamel TH, Linsen JP. Seed treatments affect functional and antinutritional properties of amaranth flours. *Recent Progress in Medicinal Plants* [Internet]. 2006 May 1 [cited 2024 Mar 15]; 86(7): 1095–1102. Available from: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2463-y> English.
10. [Magomedmirzoeva RG. Introduction of amaranth in Dagestan]. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2019;1(37): 85-92. (In Russ.). EDN: ZDMYDJ.
11. Magomedov IM, Chirkova TV. Amaranth – past, present and future. *Advances in current natural sciences*. 2015;(1):1108-13. (In Russ.). EDN: TWQHPP.
12. [Artemyeva EP. Growth, development and structural indicators of amaranth leaf in conditions of long and short of the day. *Agricultural sciences and the agro-industrial complex at the turn of the century*. 2015;(10): 21-4]. (In Russ.).

Информация об авторах

- Л. Ч. Гагиева** – доктор биологических наук, доцент;
Л. В. Чкареули – соискатель;
Х. М. Хетагуров – доктор биологических наук, профессор;
А. А. Абаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Конфликт интересов

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

Статья поступила в редакцию 26.06.2024; одобрена после рецензирования 23.07.2024; принята к публикации 30.07.2024.

Information about the authors

- L. Ch. Gagieva** – DSc (Biology), Associate Professor;
L. V. Chkareuli – Applicant at the Department;
Kh. M. Khetagurov – DSc (Biology), Professor;
A. A. Abaev – DSc (Agricultural), Professor.

Contribution of the authors

All authors have contributed equally to this article. The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office on 26.06.2024; approved after review 23.07.2024; accepted for publication 30.07.2024.



Научная статья

УДК 579.67

DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_77

Эффективность использования штаммов молочнокислых бактерий селекции Горского ГАУ при производстве заменителя цельного молока

Олег Казбекович Гогаев¹, Руслан Гельбертович Кабисов^{2✉},

Алан Макарович Хозиев³, Сослан Германович Козырев⁴,

Алан Анзорович Абаев⁵

^{1,2,3,5}Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

⁴Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, Михайловское, Россия

¹texmen2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7059-9694>

²ruslan_kabisov@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-3053-6204>

³hoziev_alan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5847-5223>

⁴soslan-k72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8857-9587>

⁵alan.abaev.68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-721X>

Аннотация. Эффективным сырьем для производства пробиотических продуктов молодняку сельскохозяйственных животных и птицы являются заменители цельного молока (ЗЦМ), которые готовятся на основе обезжиренного молока. Работа проводилась в НИИ биотехнологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ. В статье представлены результаты использования заменителя цельного молока (ЗЦМ) на основе обезжиренного молока, сквашенного штаммами молочнокислых микроорганизмов селекции ФГБОУ ВО Горский ГАУ в кормлении молодняку сельскохозяйственных животных. Прирост живой массы у телят опытной группы, получавших пробиотический продукт, был на 13,3 % выше, чем у сверстников-аналогов. Замена телятам 50 % дачи цельного молока препаратом лактобактерий является экономически выгодным приемом, т.к. опытные телята израсходовали на 1 кг прироста на 11,93 % кормовых единиц меньше, чем животные контрольной группы.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, штаммы, пробиотики, заменитель цельного молока, кормление молодняку животных

Для цитирования: Гогаев О.К., Кабисов Р.Г., Хозиев А.М., Козырев С.Г., Абаев А.А. Эффективность использования штаммов молочнокислых бактерий селекции Горского ГАУ при производстве заменителя цельного молока // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т 61. № 3. С. 77-82. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_77.

Scientific paper

Efficiency of using strains of lactic acid bacteria selected by Gorsky State Agrarian University in the production of whole milk replacer

Oleg K. Gogaev¹, Ruslan G. Kabisov^{2✉}, Alan M. Hoziev³,

Soslan G. Kozyrev⁴, Alan A. Abaev⁵

^{1,2,3,5}Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

⁴North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture, Mikhailovskoe, Russia

¹texmen2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7059-9694>

²ruslan_kabisov@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-3053-6204>

³hoziev_alan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5847-5223>

⁴soslan-k72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8857-9587>

⁵alan.abaev.68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4922-721X>

Abstract. An effective raw material for the production of probiotic products for young farm animals and poultry are whole milk replacer (WMR), which are prepared on the basis of skim milk. The work was carried out at the Research Institute of Biotechnology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Gorsky State Agrarian University. The article presents the results of using a whole milk replacer (WMR) based on skim milk fermented with strains of lactic acid microorganisms selected by the Gorsky State Agrarian University in feeding young farm animals. The increase in live weight in calves of the experimental group receiving the probiotic product was 13.3 % higher than that of their peers. Replacing 50 % of whole milk for calves with a lactobacilli preparation is an economically advantageous technique, because experimental calves consumed 11.93 % less feed units per 1 kg of gain than animals in the control group.

Keywords: *lactic acid bacteria, strains, probiotics, whole milk replacer, feeding young animals*

For citation: Gogaev OK, Kabisov RG, Hoziev A.M., Kozyrev SG, Abaev AA. Efficiency of using strains of lactic acid bacteria selected by Gorsky State Agrarian University in the production of whole milk replacer. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 77-82. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_77.

Введение. Сотрудники ФГБОУ ВО Горский ГАУ занимаются разработкой технологий производства пробиотических продуктов из лактобактерий, с целью их использования при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных и птицы [1-4].

Молочнокислые микроорганизмы и кормовые пробиотические добавки достаточно эффективно применяются в различных отраслях пищевой промышленности [5], сельского хозяйства [6]. Путем подбора симбиотических штаммов лактобактерий разработаны технологии производства различных кисломолочных продуктов [7-10].

Учитывая ограниченную возможность использования цельного молока в качестве сырья для производства указанных пробиотических продуктов, нами ищутся другие сырьевые источники для культивирования молочнокислых бактерий с последующим скармливанием их молодняку сельскохозяйственных животных и птицы.

Цель и задачи исследований. Целью исследований явилось определение эффективности замены телятам 50 % дачи цельного молока препаратом лактобактерий. Задачи исследований: разработка технологии получения заменителя цельного молока на основе лактобактерий селекции Горского ГАУ, изучение свойств пробиотического продукта и его влияния на рост и развитие животных.

Объекты и методы исследований. Объектом для проведения исследований послужило цельное молоко и закваски штаммов лактобактерий селекции ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Кислотность сквашенного молока определяли методом титрования; количество микробных клеток – методом серийных разведений, антагонистическую активность – методом диффузии в агар; среднесуточный прирост живой массы – путем индивидуального взвешивания, энергию роста животных – путем расчета индексов растянутости, массивности и сбитости.

Результаты исследований и их обсуждение. Чтобы приготовить препараты молочнокислых бактерий из ЗЦМ, потребное количество его делится на две части. После пастеризации и охлаждения до 40 °С в одну часть вносится закваска из ацидофильной палочки, другая часть заквашивается при температуре 35 °С смесью молочнокислых стрептококков также в соотношении 1:1. Заквашивание производится в молочных флягах в течение 8 часов при комнатной температуре до образования плотного сгустка. Кислотность должна составлять: для симбиоза ацидофильной палочки (90–100) °Т; для симбиоза молочнокислых стрептококков – (70–80) °Т. Обе смеси соединяются в одной емкости и тщательно перемешиваются мутовкой, после чего сквашенное обезжиренное молоко скармлива-

ется животным. Если готовый продукт используется не сразу, то его необходимо хранить при температуре (4 – 10) °С. Маточная и рабочие закваски готовятся по общепринятым методикам.

Изучив некоторые биологические свойства производимого описанным способом пробиотического продукта, установили, что заменитель цельного молока является актуальной питательной средой для культивирования молочнокислых микроорганизмов. Так, если в 1 мл молочнокислого продукта, приготовленного из ЗЦМ, число микроорганизмов равно 10^7 , то для молочнокислого продукта, приготовленного из цельного молока, этот показатель равен 10^8 , т.е. разница незначительна.

При производстве молочнокислого препарата важное значение имеет скорость образования сгустка (скисания) в заквашиваемой массе.

Исследования авторов показали, что при производстве молочнокислого препарата из обезжиренного молока сгусток образуется через 6,7 часа, а из заменителя цельного молока – через 7 часов, т.е. на 0,3 часа позже.

Одним из тестов, характеризующих активность микрофлоры молочнокислых препаратов, является предельная кислотообразующая способность.

Предельная кислотность в препарате, выработанном из обезжиренного молока через 36 часов, равна $230,9^{\circ}\text{T}$ при колебаниях от 238 до 265°T , а в продукте из заменителя цельного молока – $213,5^{\circ}\text{T}$ при колебаниях от 195 до 245°T , т.е. для препарата из ЗЦМ этот показатель на $17,4^{\circ}\text{T}$ меньше.

При исследовании антибиотической активности симбиоза молочнокислых бактерий, выращиваемых на питательных средах, нами установлено, что изучаемый симбиоз лактобактерий, культивируемый на обезжиренном молоке, подавляет развитие патогенной *E.coli* в зоне диаметром 24 мм, при колебаниях от 17 до 24 мм, а при выращивании на заменителе цельного молока – 19,2 мм при колебаниях диаметра зоны от 14 до 19 мм.

Установлено, что заменитель цельного молока является перспективной питательной средой для молочнокислых микроорганизмов, с целью их использования в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных и птицы.

Для испытания пробиотического продукта, произведенного из ЗЦМ на животных, было отобрано 16 голов новорождённых телят и сформировано 2 группы. Новорожденных телят содержали в профилактории, в предварительно продезинфицированных клетках, установленных на высоте 15 – 20 см от пола. Дно клетки всегда было сухим и чистым. За каждым теленком был закреплен бидончик с соской для молока. Кормление телят контрольной группы производилось согласно принятой в хозяйстве схемы.

Телятам опытной группы с 20-дневного возраста дачу цельного молока сократили до 50 %, заменяя его продуктом, произведенным из ЗЦМ с использованием лактобактерий, только в этом и заключалась разница в выращивании телят обеих групп.

Замена 50 % молока препаратом лактобактерий положительно сказалось на росте и развитии телят (табл.1).

Животные при рождении имели одинаковую живую массу, в последующие месяцы телята опытной группы росли и развивались лучше, чем аналоги контрольной группы. Уже в месячном возрасте, после 10 дней дачи пробиотического продукта телята опытной группы весили на 1,5 кг или на 3,23 % больше, чем у животных контрольной группы, в 2-месячном возрасте эта разница составила 4,6 кг, или 7,81 %, в 3-месячном – 6,5 кг, или 8,65 %, что подтверждается и данными среднесуточного прироста (табл.2).

Телята, получавшие лактобактерии, отличались большей энергией роста, чем аналоги контрольной группы, во все возрастные периоды. Разница составила в период от 1 до 2 месяцев 103 г, или 24,52 %, в период от 2 до 3 месяцев – 60 г, или 11,04 % в пользу телят опытной группы.

Нами также изучались основные промеры телосложения телят.

В месячном возрасте телята обеих групп особо не отличались по показателям основных промеров. Однако в 3-месячном возрасте телята контрольной группы отставали от своих сверстников из опытной группы по высоте в холке на 4,1 см, или на 5,0 %; по ширине груди – на 1,0 см, или на 4,7%; глубине груди на 3,3 см, или 10,2 %; обхвату груди за лопатками – на 6,1 см, или на 6,7 %; ширине в

маклоках – на 1,8 см, или на 8,9 %; в тазобедренных сочленениях на 2,1 см, или на 9,0%; в плечелопаточных сочленениях отличий не наблюдалось; по косой длине туловища – на 6,8 см, или на 7,8 %.

Таблица 1. Изменение живой массы подопытных телят, кг
Table 1. Change in live weight of experimental calves, kg

Группа / Group	Живая масса телят в возрасте, месяц / Live weight of aged calves, month			
	при рождении / at birth	1 / 1st month	2 / 2nd month	3 / 3rd month
Контрольная / Control	30,1 ± 0,45	46,3 ± 1,02	58,9 ± 1,75	75,1 ± 1,87
Опытная / Test	30,5 ± 0,29	47,8 ± 0,68	63,5 ± 0,85	81,6 ± 1,43

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.
Source: compiled by the authors based on research data.

Таблица 2. Среднесуточный прирост живой массы подопытных телят, г
Table 2. Average daily increase in live weight of experimental calves, g

Группа / Group	Среднесуточный прирост телят в разные возрастные периоды, месяц / Average daily gain of calves at different age periods, month			
	0 -1 / 0 -1st month	1 – 2 / 1 -2nd month	2 – 3 / 2nd -3rd month	0 -3 / 0 -3rd month
Контрольная / Control	540	420	543	501
Опытная / Test	576	523	603	567

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.
Source: compiled by the authors based on research data.

Оплата корма приростом в некоторой мере отражает экономическую эффективность выращивания телят. Она вычислена за период до 3-месячного возраста, так как этот период является самым ответственным. В связи с тем, что животные обеих групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания, расход кормов за весь период выращивания практически был равным, и разница в оплате корма между телятами контрольной и опытной групп вызвана только дачей препарата лактобактерий (табл. 3).

Таблица 3. Оплата корма приростом
Table 3. Payment for feed in increments

Показатель / Index	Группа / Group	
	Контрольная / Control	Опытная / Test
Получено прироста живой массы на 1 кг голову от рождения до 3 месяцев, кг / Obtained increase in live weight per 1 kg head from birth to 3 months, kg	45,1	51,1
Израсходовано кормовых единиц, кг / Feed units consumed, kg		
всего / total	167,8	167,8
на 1 кг прироста / per 1 kg gain	3,72	3,28

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.
Source: compiled by the authors based on research data.

Полученные данные показывают, что при одинаковом расходе кормов за весь период выращивания прирост живой массы у телят опытной группы был на 13,3 % выше, чем у сверстников-аналогов. Это сказалось и на оплате корма, так как опытные телята израсходовали на 1 кг прироста на 11, 93 % кормовых единиц меньше, чем животные контрольной группы. Таким образом, замена телятам 50% дачи цельного молока препаратом лактобактерий является экономически выгодным приемом.

Заключение

Разработана технология приготовления препаратов молочнокислых бактерий из заменителя цельного молока. В 1 мл молочнокислого продукта число микроорганизмов равно 10^7 . Изучена антибиотическая активность симбиоза молочнокислых бактерий, культивируемых на обезжиренном молоке, – подавляет развитие патогенной *E.coli*, так, диаметр зоны подавления ее роста составляет 24 мм, а при выращивании на заменителе цельного молока – 19,2 мм. Установлена его эффективность в кормлении животных. Опытные телята израсходовали на 1 кг прироста на 11, 93 % кормовых единиц меньше, чем животные контрольной группы.

Список источников

1. Коррекция микробиоты желудочно-кишечного тракта поросят пробиотическими культурами / Б. Г. Цугкиев, Р. Г. Кабисов, А. М. Хозиев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2023. Т. 60-1. С. 40-45. DOI 10.54258/20701047_2023_60_1_40. – EDN SFJITR.
2. Влияние ассоциаций молочнокислых микроорганизмов на динамику прироста поросят / Б. Г. Цугкиев, Р. Г. Кабисов, А. М. Хозиев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2023. Т. 60-1. С. 46-52. – DOI 10.54258/20701047_2023_60_1_46. – EDN MQIRPR.
3. Рамонова Э. В., Кабисов Р. Г., Цугкиев Б. Г. Эффективность использования пробиотиков в кормлении свиней // Аграрная наука. 2010. № 11. С. 22-23. – EDN MWMKIF.
4. Кабисов Р. Г. Использование штаммов лактобактерий при выращивании бройлеров // Птицеводство. 2010. № 5. С. 40-41. – EDN OOINDR.
5. Машенцева Н. Г., Хорольский В. В. Функциональные стартовые культуры в мясной промышленности. – М.: ДеЛи принт, 2008. – С. 66. – ISBN 978-5-94343-162-3. – EDN QNHFWL.
6. Ганина В. И., Ананьева Н. В., Рожкова Т. В. Интегрированный подход к созданию отечественных стартовых культур прямого внесения // Молочная промышленность. 2005. № 11. С. 23-24. EDN RWUIKJ.
7. Выделение и отбор бактерий рода *Lactobacillus* – основы пробиотических препаратов / И. А. Буряко, Н. И. Астапович, Л. И. Стефанович [и др.] // Пробиотики, пребиотики, синбиотики и функциональные продукты питания. Современное состояние и перспективы : Сборник материалов Международной конференции, Москва, 02–04 июня 2004 года. – Москва: Министерство образования и науки Российской Федерации, 2004. С. 19. EDN: HBZXJR.
8. Бобренева И. В. Функциональные продукты питания : монография. СПб.: Интермедия, 2012. – 180 с.
9. Карычева О. В. Новые культуры для кисломолочных продуктов в ассортименте компании «Христиан Хансен» // Молочная промышленность, 2007. № 11. С. 28-30. – EDN ICDTGV.
10. Сизенко Е. И., Гудков С. А., Серебрякова Т. Г. Повышение эффективности производства молочных продуктов // Молочная промышленность. 2005. №11. С. 12-14. EDN PWUIJF.
11. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Пробиотики и функциональное питание. – М.: Грантъ, 2001. – Т. 3. 288 с. EDN GOTYRA.

References

1. Tsugkiev BG, Kabisov RG, Hoziev AM, et al. Correction of the microbiota of piglets' gastrointestinal tract with probiotic cultures. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2023;60(Pt 1): 40-5. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2023_60_1_40. EDN: SFJITR.
2. Tsugkiev BG, Kabisov RG, Hoziev AM, et al. Influence of associations of lactic acid microorganisms on the growth dynamics of piglets. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2023;60(Pt 1): 46-52. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2023_60_1_46. EDN: MQIRPR.

3. Ramonova EV, Kabisov RG, Tsugkiev BG. Use probiotics efficiency in pigs feeding. *Agrarian science*. 2010;(11): 22-3. (In Russ.). EDN: MWMKIF.
4. Kabisov RG. Use of lactic acid bacteria strains during growth of broilers. [*Ptitsevodstvo = Poultry farming*]. 2010;(5): 40-1. (In Russ.). EDN: OOINDR.
5. [Mashentseva NG, Khorolsky VV. *Functional starter cultures in the meat industry*. Moscow: DeLi print; 2008]. p. 66. (In Russ.). ISBN: 978-5-94343-162-3. EDN: QNHFWL.
6. Ganina VI, Ananeva NV, Rozhkova TV. Integrated approach to development of domestic direct vat starters. *Dairy industry*. 2005;(11): 23-4. (In Russ.). EDN: PWUIKJ.
7. [Buryako IA, Astapovich NI, Stefanovich LI, et al. Isolation and selection of bacteria of the genus. In: *Probiotics, prebiotics, synbiotics and functional foods : Collection of materials of the International Conference; 2004 Jun 2-4; Moscow*. Moscow: Ministry of Education and Science of the Russian Federation; 2004. p. 19]. (In Russ.). EDN: HBZXJR.
8. [Bobreneva IV. *Functional food products*. Saint-Petersburg: Intermedia; 2012]. (In Russ.).
9. Karycheva OV. New cultures for the fermented milk products in the variety range of the «Chr. Hansen» company. *Dairy industry*. 2007;(11): 28-30. (In Russ.). EDN: ICDTGV.
10. Sizenko EI, Gudkov SA, Serebryakova TG. Improvement of milk products manufacturing efficiency. *Dairy industry*. 2005;(11): 12-4. (In Russ.). EDN: PWUIJF.
11. [Shenderov BA. *Medical microbial ecology and functional nutrition*. Vol. 3, Probiotics and functional nutrition. Moscow: Grant; 2001]. (In Russ.). EDN: GOTYRA.

Информация об авторах

- О. К. Гогаев** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Р. Г. Кабисов – доктор биологических наук, профессор;
А. М. Хозиев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
С. Г. Козырев – доктор биологических наук, профессор;
А. А. Абаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 21.06.2024; одобрена после рецензирования 23.07.2024; принята к публикации 30.07.2024.

Information about the authors

- O. K. Gogaev** – DSc (Agriculture), Professor;
R. G. Kabisov – DSc (Biology), Professor;
A. M. Hoziev – PhD (Agriculture), Associate Professor;
S. G. Kozyrev – DSc (Biology), Professor;
A. A. Abaev – DSc (Agriculture), Professor.

Contribution of the authors

All authors have contributed towards this article in equal measure. The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted 21.06.2024; approved after reviewing 23.07.2024; accepted for publication 30.07.2024.



Научная статья

УДК 631.4

DOI: 10.24258/20701047_2024_61_3_83

Перспективы рационального использования лука медвежьего, дикорастущего в РСО–Алания

Борис Георгиевич Цугкиев¹, Валентина Батырбековна Цугкиева²,
Лариса Черменовна Гагиева^{3✉}, Элла Викторовна Рамонова⁴,
Светлана Алексеевна Гревцова⁵

^{1,2,3,4,5} Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

¹zugkiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1050-6606>

²tsugkieva.valya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2960-8266>

³laragagieva@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0566-7854>

⁴ramonova.ella@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6384-410X>

⁵grevzovasvetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6967-0246>

Аннотация. В современном мире все актуальнее становятся исследования, направленные на поиск новых природных источников БАВ, что согласуется с государственной политикой в области здорового питания, сохранения и укрепления здоровья населения. Растения, содержащие ценные пищевые и биологически активные вещества, обладающие противомикробной активностью и оказывающие фунгицидное действие (противогрибковое), находят широкое применение во многих отраслях промышленности и медицины. В связи с этим определение возрастных особенностей лука медвежьего, биохимического состава надземной и подземной частей и антимикробной активности является актуальным направлением. Местом проведения исследований послужили ботанический сад и научно-исследовательская лаборатория НИИ биотехнологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет». Установлено, что в условиях культуры образцы лука медвежьего проходят все этапы или периоды развития на 8–10 дней раньше, чем в естественных условиях. *A. ursinum* L. является эфемероидным, раннецветущим видом и входит в группу коротковегетирующих растений. В молодых побегах содержатся углеводы, белки, органические кислоты, полезная клетчатка, а также биологически активные вещества: каротиноиды - $0,31 \pm 0,01$ мг/г, сумма флавоноидов - $1,79 \pm 0,26$ мг/г, аскорбиновая кислота – $150 \pm 5,11$ мг%. Биологически активные вещества, входящие в состав надземной и подземной частей медвежьего лука, способны оказывать ингибирующее действие на рост тест-микробов. Причем луковицы имеют большую зону угнетения роста тест-микробов: *Pr. vulgaris* и *Staph. aureus* относительно надземной части и составляет 26–30 мм соответственно. Антимикробная активность надземной части *Allium ursinum* составляет относительно тест-микробов: *E. coli* – 22 мм, *Pr. vulgaris* – 25 мм; *Staph. aureus* – 20 мм. Полученные результаты дают научную основу для возможности интродукции и культивирования *Allium ursinum*, а также использования его в качестве продукта питания с богатым химическим составом и антимикробной активностью.

Ключевые слова: лук медвежий, *Allium ursinum* L., возрастные особенности, биохимический состав, антимикробная активность

Для цитирования: Цугкиев Б.Г., Цугкиева В.Б., Гагиева Л.Ч., Рамонова Э.В., Гревцова С.А. Перспективы рационального использования лука медвежьего, дикорастущего в РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. № 3. С. 83–90. https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_83.

Scientific paper

Prospects for the rational use of bear's onion wild-harvested in North Ossetia-Alania

**Boris G. Tsugkiev¹, Valentina B. Tsugkueva², Larisa Ch. Gagieva^{3✉},
Ella V. Ramonova⁴, Svetlana A. Grevtsova⁵**

^{1,2,3,4,5}Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

¹zugkiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1050-6606>

²tsugkueva.valya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2960-8266>

³laragagieva@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0566-7854>

⁴ramonova.ella@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6384-410X>

⁵grevzovasvetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6967-0246>

Abstract. Nowadays research aimed at finding new natural sources of biologically active substances is becoming increasingly relevant, which is consistent with government policy in the field of healthy nutrition, preserving and strengthening public health. Plants containing valuable nutritional and biologically active substances that have antimicrobial activity and have a fungicidal effect (antifungal) are widely used in many industries and medicine. In this regard, determining the age characteristics of bear's onion, the biochemical composition of the above-ground and underground parts and antimicrobial activity is a relevant area. The location of the research was the botanical garden and the research laboratory of the Research Institute of Biotechnology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Mountain State Agrarian University». It has been established that under cultural conditions, samples of bear's onion go through all stages or periods of development 8-10 days earlier than in natural conditions. *A. ursinum* L. is an ephemeroïd, early-flowering species and belongs to the group of short-vegetating plants. Young shoots contain carbohydrates, proteins, organic acids, beneficial fiber, as well as biologically active substances: carotenoids - 0.31 ± 0.01 mg/g, total flavonoids - 1.79 ± 0.26 mg/g, ascorbic acid - 150 ± 5.11 mg%. Biologically active substances included in the composition of the above-ground and underground parts of bear onions can have an inhibitory effect on the growth of test microbes. Moreover, the bulbs have a large zone of inhibition of the growth of test microbes: *Pr. vulgaris* and *Staph. aureus* relative to the aerial part and is 26-30 mm, respectively. The antimicrobial activity of the aerial part of *Allium ursinum* relative to the test microbes is: *E. coli* - 22 mm, *Pr. vulgaris* – 25 mm; *Staph. aureus* – 20 mm. The results obtained provide a scientific basis for the possibility of introducing and cultivating *Allium ursinum*, as well as using it as a food product with a rich chemical composition and antimicrobial activity.

Keywords: bear's onion, *Allium ursinum* L., age characteristics, biochemical composition, antimicrobial activity

For citation: Tsugkiev BG, Tsugkueva VB, Gagieva LCh, Ramonova EV, Grevtsova SA. Prospects for the rational use of bear's onion wild-harvested in North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024;61(Pt 3): 83-90. (In Russ.). Available from: https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_3_83.

Введение. Возросла потребность в лекарственных препаратах, которые в небольших концентрациях обладают высокой физиологической активностью по отношению к определённым группам живых организмов (в первую очередь к человеку, а также к растениям, животным, грибам и пр.). Эфирные масла являются одним из таких метаболитов. Химический состав эфиромасличных растений, в том числе и тяжелых металлов существенно зависит от онтогенетического развития растения и места произрастания [1, 2].

Allium ursinum L. (лук медвежий) – многолетнее луковичное растение на территории Российской Федерации и на Кавказе, в основном встречается в грабовобуковых лесах, лугах, недалеко от рек.

На Северном Кавказе *A. ursinum* L. занимает около 5 тыс. га, но сплошные заросли встречаются небольшими участками до 10 га. Урожайность луковиц составляет 400 - 2800 кг/га, проростков - 100-1800 кг/га, листьев - 2300-11000 кг/га. На Северном Кавказе ежегодные объемы заготовки *A. ursinum* L. составляют около 200 т [3].

На территории РСО–Алания данное растение встречается во всех районах, за исключением Моздокского и Ардонского [4].

В России он издавна используется в качестве лекарственного, пищевого, медоносного и декоративного сырья. Благодаря фитонцидам широко используется в народной медицине при различных инфекционных и простудных заболеваниях.

Многие виды *Allium*, в том числе и *A. ursinum* L., являются редкими и охраняемыми видами и находятся под угрозой исчезновения [5].

Лук медвежий характеризуется низкой фитоценотической пластичностью благодаря некоторым морфолого-анатомическим особенностям и экологическим требованиям, которые влияют на его распространение на большие территории и затрудняют его культивирование [8].

Следовательно, проведение исследований по первичной интродукции испытываемого вида в условиях РСО–Алания, которые предусматривают не только введение в культуру, но и выявление его пригодности в качестве пищевых, тем самым позволит обогатить ассортимент овощных растений, что и определило задачи и цели данной работы.

Цель – исследование возрастных состояний *A. ursinum* L., биохимического состава и антимикробной активности.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований явились образцы *A. ursinum* L., произрастающих на территории Северной Осетии.

Полевые опыты закладывали на экспериментальной базе НИИ биотехнологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ, на дерново-подзолистых почвах с содержанием общего азота ($0,7 \pm 0,02$) %, фосфора - ($16,9 \pm 1,74$) мг/100 г, калия - ($19 \pm 1,3$) мг/100 г, рН солевого раствора от 4 до 4,7. Гидролитическая кислотность - 10 - 15 мгэкв. на 100 г почвы.

Биохимический состав растений определяли по стандартным методикам [9-10].

Антагонистические свойства исследуемых микроорганизмов определяли по методу диффузии в агар на плотной питательной среде.

Результаты исследований и их обсуждение. В онтогенезе лука медвежьего в условиях интродукции были выделены и описаны следующие возрастные состояния:

В и р г и н и л ь н ы й п е р и о д : 1. Проростки. 2. Ювенильные растения. 3. Имматурные растения. 4. Молодые вегетативные растения.

Г е н е р а т и в н ы й п е р и о д : 5. Молодые генеративные растения. 6. Средневозрастные генеративные растения.

Первый год жизни

Проростки. Весной, после схода снега, в III декаде марта появляются всходы лука медвежьего. На поверхность почвы выносятся единственный лист, свернутый в трубочку и покрытый тоненькой прозрачной пленкой, выполняющей защитную функцию. Через 4-5 дней лист разворачивается и начинает функционировать. Лист своих максимальных размеров достигает к III декаде апреля. В начале мая лист начинает уменьшаться в размерах, засыхает и прекращает свою жизнедеятельность. Живыми остаются терминальная почка главного побега и подземная часть, представленная луковицей небольших размеров, на которых развиваются придаточные корни.

Этот момент у особой лука медвежьего условно считается границей перехода между двумя возрастными состояниями: проростков и ювенильных растений.

Второй год жизни

Ювенильные растения. Ювенильный период развития у особой лука медвежьего наступает после отмирания настоящего листа. Весной в начале марта возобновление надземной части происходит за счет деятельности верхушечной почки, которая формирует один лист, слабо-зеленого цвета, свернутый в трубочку и покрытый тонкой защитной пленкой. Через неделю лист разворачивается и приобретает присущие ему естественный цвет и размеры. Он своих максимальных размеров достигает к третьей декаде апреля.

К этому времени подземная часть ювенильных растений подсыхает и отмирает. Жизнеспособными остаются терминальная почка главного побега и подземные видоизмененные части - луковичы. В таком состоянии растения перезимовывают.

Третий год жизни

Имматурные растения. Особи лука медвежьего в этом возрастном состоянии характеризуются заметным увеличением общих размеров и усложнением структуры побегов. В начале марта верхушечная почка формирует два листа, которые выносятся на поверхность почвы. Образовавшиеся листья своих максимальных размеров достигают к первой половине мая. Главной структурной единицей у имматурных растений является ось первого порядка, верхушечная почка которой остается вегетативной. Подземная часть представлена вполне хорошо сформированными луковичами. Период развития имматурных растений длится до конца мая.

Четвертый год жизни

На четвертом году жизни особи лука медвежьего переходят в новое возрастное состояние - молодые вегетативные растения. К этой возрастной группе относятся почти полностью сформированные, но еще не перешедшие к генеративному периоду развития растения. Как и в предыдущие годы, рано во II декаде марта особи лука медвежьего начинают вегетировать: возобновление осуществляется за счет верхней почки, которая формирует два листа. Период развития молодых вегетативных растений длится в течение 40-45 дней. В начале II декады мая с раскрытием первого цветка в соцветии, растения вступают в новое возрастное состояние – генеративное. Проведенный морфологический анализ генеративных растений неоднороден, в связи с этим было выделено две группы: молодые генеративные растения на 4-ом году жизни и средневозрастные растения на 5-ом году жизни. Особи молодых генеративных растений наибольших размеров достигают к концу 1-ой декады июня. Основной структурной единицей остается главный побег, который свое развитие заканчивает формированием терминального цветка. Соцветие - простой зонтик. Подземная часть молодых генеративных растений представлена видоизмененными побегами – луковичами.

К концу III декады июня отмечается созревание плодов. Плод - 3-гранная коробочка с 6-9 семенами. К концу июня особи лука медвежьего теряют свой естественный цвет и отмирает вся надземная часть. Живыми остаются подземные луковичы и расположенные на их донцах придаточные корни. Оставшаяся подземная часть перезимовывает и на пятом году жизни растения вступают в новое возрастное состояние - средневозрастные генеративные. С этого момента особи лука медвежьего переходят к вегетативному размножению.

То есть особи лука медвежьего все этапы или периоды развития в условиях культуры проходят на 8-10 дней раньше, чем таковые в естественных условиях. При этом различная длительность жизни надземных и подземных органов испытываемых растений определяет особенности происхождения возрастных состояний интродуцентов в новых экологических условиях.

Allium ursinum L. является эфемероидным, раннецветущим видом и входит в группу короткоцветущих растений.

Из данных табл. 1 видно, что в побегах *A. ursinum* L. (листья и ложные стебли) высокое содержание сухих веществ ($24,2 \pm 0,98$) %. В составе сухого вещества высокое содержание питательных веществ: сырого протеина – 22,35 %, сырой золы – 8 %, сырого жира – 3,1 %, сырой клетчатки – 8,5 %.

Сравнительное исследование химического состава надземной и подземной частей *A. ursinum* L. установило, что большую питательную ценность в фазе потребительской спелости имеют побеги.

В луковичах обнаружено высокое содержание суммы сахаров, влияющих на органолептические показатели и пищевую ценность.

Благодаря богатому химическому составу он пользуется популярностью в качестве витаминного растения. В образцах молодых побегов обнаружены каротиноиды ($0,31 \pm 0,01$) мг/г, сумма флавоноидов ($1,79 \pm 0,26$) мг/г, что на 20 % выше, чем в луковичах, а в луковичах обнаружено высокое содержание эфирных масел – в среднем 0,4 %, следы каротиноидов и суммы флавоноидов.

При определении антагонистической активности надземной и подземной части растения по отношению к тест-микробам (*E. coli*, *Pr. vulgaris*, *Staph. aureus*) установлено, что БАВ, входящие

в состав медвежьего лука, способны оказывать ингибирующее действие на рост тест-микробов. Причем луковицы имеют большую зону угнетения роста *Pr. vulgaris* и *Staph. aureus* относительно надземной части – 26 - 30 мм соответственно.

Таблица 1. Химический состав надземной части и луковиц лука медвежьего *Allium ursinum* (% на сухую массу)

Table 1. Chemical composition of the bear onion of the aboveground part and *Allium ursinum* bulbs (% by dry weight)

Показатели / Indicators	Содержание (в % на абсолютно сухую массу сырья) / Content (in % per absolutely dry weight of raw materials)	
	побеги / escapes	луковицы / bulbs
Сухое вещество / Dry matter	24,2 ± 0,98	14,8 ± 2,11
«Сырой протеин» / "Crude protein"	22,35 ± 4,24	4,47 ± 1,04
«Сырая зола» / "Raw ash"	8,00 ± 1,11	6,6 ± 0,78
«Сырая клетчатка» / "Raw fiber"	8,50 ± 0,23	9,7 ± 0,17
«Сырой жир» / "Raw fat"	3,10 ± 0,01	1,62 ± 0,01
Аскорбиновая кислота, мг% / Ascorbic acid, mg%	150 ± 5,11	30 ± 1,07
Эфирные масла, % / Essential oils, %	0,2 ± 0,001	0,4 ± 0,001
Каротиноиды, мг/г / Carotenoids, mg/g	0,31 ± 0,01	Следы / Tracer
Сумма флавоноидов, мг/г / The amount of flavonoids, mg/g	1,79 ± 0,26	Следы / Tracer
Сумма сахаров% / The sum of sugars%	29,4 ± 0,77	35,2 ± 0,11

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.

Source: compiled by the authors based on research data.

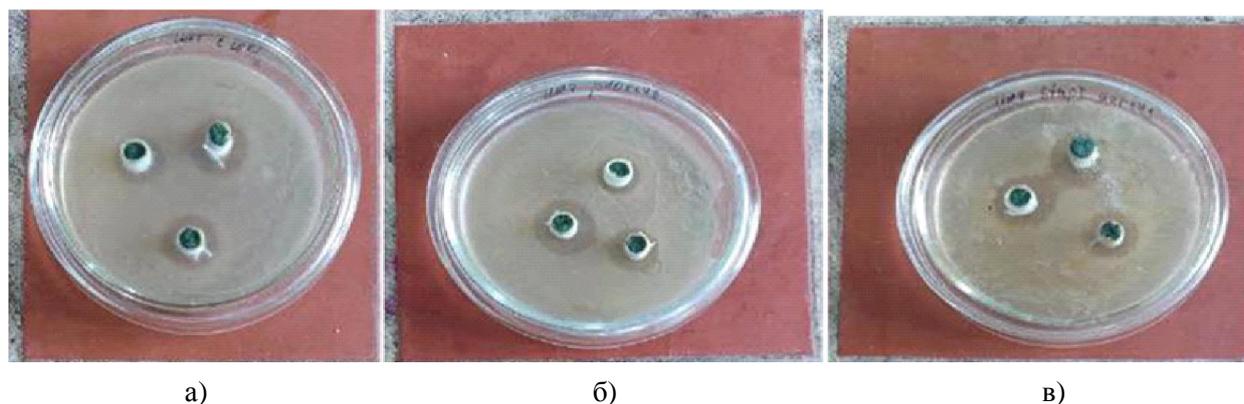


Рис. 1. Антагонистическая активность надземной части по отношению к тест-микробам (а – *E. coli*, б – *Pr. vulgaris*, в – *Staph. aureus*).

Fig. 1. Antagonistic activity of the aboveground part in relation to test microbes (a – *E. coli*, b – *Pr. vulgaris*, c – *Staph. aureus*).

Источник: из личного архива фотографий Рамоновой Э.В.

Source: from the personal archive of photographs of Romanova E.V.

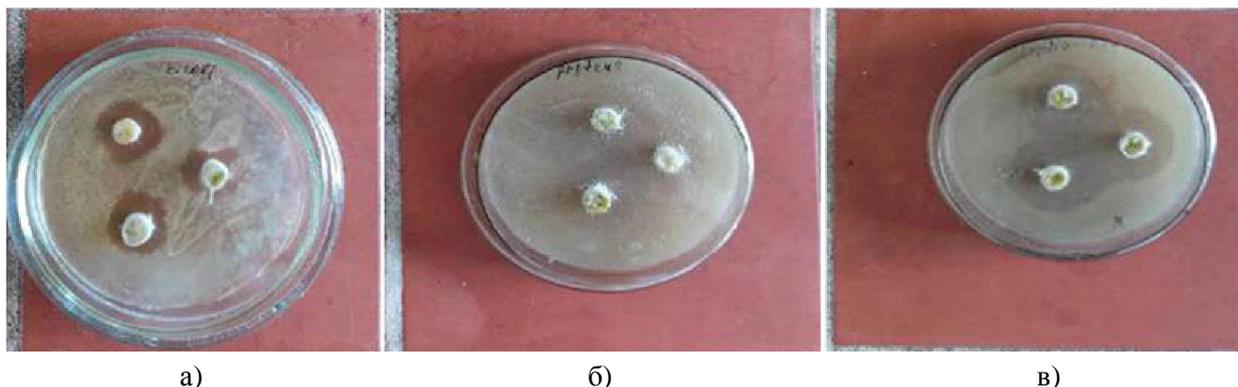


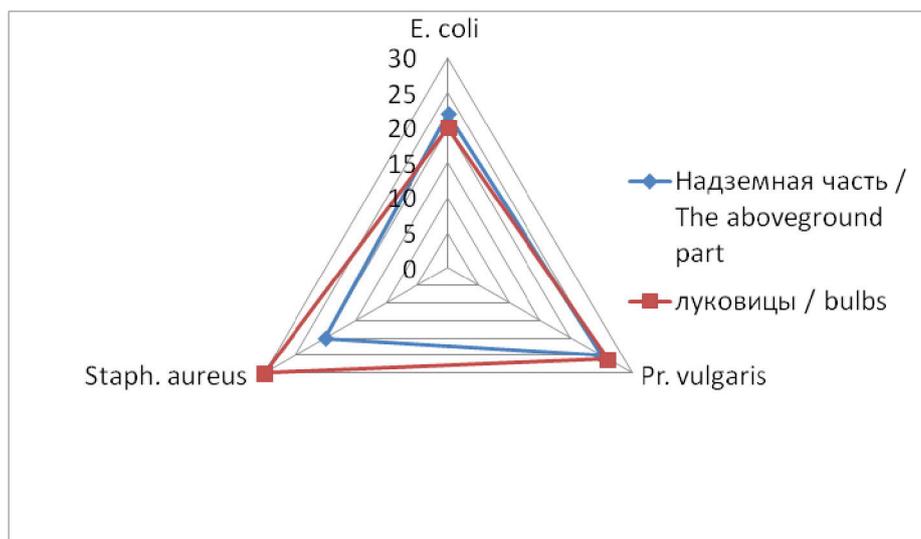
Рис. 2. Антагонистическая активность подземной части по отношению к тест-микробам (а – *E. coli*, б – *Pr. vulgaris*, в – *Staph. aureus*).

Fig. 1. Antagonistic activity of the underground part in relation to test microbes (a – *E. coli*, b – *Pr. vulgaris*, c – *Staph. aureus*).

Источник: из личного архива фотографий Рамоновой Э.В.

Source: from the personal archive of photographs of Romanova E.V.

Из данных рисунков и диаграммы видно, что антимикробная активность надземной части *Allium ursinum* высокая относительно тест-микробов: *E. coli* – 22 мм, *Pr. vulgaris* – 25 мм; *Staph. aureus* – 20 мм.



Диагр. 1. Антагонистическая активность подземной части по отношению к тест-микробам (а – *E. coli*, б – *Pr. vulgaris*, в – *Staph. aureus*).

Diag. 1. Antagonistic activity of the underground part in relation to test microbes (a – *E. coli*, b – *Pr. vulgaris*, c – *Staph. aureus*).

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.

Source: compiled by the authors based on research data.

Заключение

В условиях культуры особи лука медвежьего все этапы или периоды развития проходят на 8 - 10 дней раньше, чем в естественных условиях. *A. ursinum* L. является эфемероидным, раннецветущим видом и входит в группу коротковегетирующих растений. Что объясняется их устойчивостью к низкой температуре и высокой влажности воздуха и почвы на ранних фазах развития, а также к перепадам ночных и дневных температур. В образцах молодых побегов, отобранных на серых лесных почвах, обнаружены каротиноиды - $(0,31 \pm 0,01)$ мг/г, сумма флавоноидов - $(1,79 \pm 0,26)$ мг/г, аскорби-

новая кислота – $(150 \pm 5,11)$ мг%, что на 20 % выше, чем в луковицах, а в луковицах обнаружено высокое содержание эфирных масел – в среднем 0,4 %, следы каротиноидов и суммы флавоноидов.

Установлено, что биологически активные вещества, входящие в состав лука медвежьего, оказывают ингибирующее действие по отношению к представителям условно-патогенной и патогенной микрофлоры и могут применяться в качестве биологически активных добавок.

Список источников

1. Зависимость содержания биологически активных веществ в траве эфиромасличных растений в зависимости от места произрастания и фенологической фазы развития / Б. Г. Цугкиев, Т. Б. Кайтмазов, Л. Ч. Гагиева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 380-388. EDN RENC DR.

2. Григорьевская А. Я., Хлызова Н. Ю. Лук медвежий, или черемша - *Allium ursinum* L. Семейство Лилейные - *Liliaceae* // Красная книга Липецкой области : в 2-х томах / Под редакцией А. В. Щербакова. Том 1. – 2-е изд., перераб. – Липецк: Управление экологии и природных ресурсов Липецкой области, 2014. С. 182-183. - EDN VFCGRN.

3. Фриев Т. Б., Цугкиев Б. Г. Хозяйственно-биологические особенности дикорастущего лука медвежьего (*Allium ursinum*) в РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т. 47. № 2. С. 252-255. EDN NCZQKX.

4. Косицын В. Н. Ресурсы черемши и их использование в лесах Российской Федерации // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. № 19. С. 42-44. EDN TZCHXD.

5. Тхазаплизева Л.Х., Чадаева В.А., Шахапсов С.Х. Структура ценопопуляций *Allium ursinum* (*Alliaceae*) в Кабардино-Балкарии // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47. № 1. С. 24-32. EDN NU YFAR.

6. Савченко О. М. О перспективах введения в культуру лука победного и лука медвежьего в условиях Московской области // Вклад молодых учёных в развитие аграрной науки: материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов. - М.: РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. С. 611-615.

7. Чадаева В. А., Тхазаплизева Л. Х. Изменчивость морфологических признаков видов рода *Allium* L. в условиях Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2010. № 6-2 (38). С. 40-48. EDN NBNXUJ.

8. Тхазаплизева Л. Х., Чадаева В. А. Онтогенез, возрастная и виталитетная структура ценопопуляций *Allium erubescens* С. Koch, в условиях Кабардино-Балкарии // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. 2011. № 3. С. 66-71.

9. ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина М.: Издательство стандартов, 2019. 19 с.

10. Государственная фармакопея Российской Федерации. Изд. 12-е. М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. Ч. 1. С. 160–180. ISBN 978-5-9901447-1-2. – EDN QL SMWF.

References

1. Tsugkiev BG, Kaitmazov TB, Gagieva LCh, et al. The behaviour of biologically active substances in the grass of essential and oil plants, depending on the habitat and phenological phase of development. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2014;51(Pt 4): 380-8. (In Russ.). EDN: RENC DR.

2. [Grigorievskaya AY, Khlyzova NY. *Bear onion, or wild cherry - Allium ursinum* L. The Lily family – *Liliaceae*. *The Red Book of the Lipetsk region*. 2nd ed., rev. Shcherbakov AV, editor. Vol. 2. Lipetsk: Department of Ecology and Natural Resources of the Lipetsk region; 2014. p. 182-3]. (In Russ.). EDN: VFCGRN.

3. [Frieв TB, Tsugkiev BG. Economic and biological features of wild bear onion (*Allium ursinum*) in the Republic of North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2010;47(Pt 2): 252-5. (In Russ.). EDN: NCZQKX.

4. [Kositsyn VN. Wild cherry resources and their use in the forests of the Russian Federation. *Actual problems of the forest complex*. 2007;(19): 42-4]. (In Russ.). EDN: TZCHXD.

5. Thazaplizheva LH, Chadaeva VA, Shhagapsoev SH. Coenopopulation structure of *Allium ursinum* (*alliaceae*) in Kabardino-Balkaria. *Rastitelnye resursy = Plant resources*. 2011;47(1): 24-32. (In Russ.). EDN: NUYFAR.

6. [Savchenko OM. On the prospects of introducing victory onion and bear onion into culture in the conditions of the Moscow region. In: *Contribution of young scientists to the development of agrarian science: materials of the International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists*. Moscow: RGAU - MSHA named after K.A. Timiryazev; 2009. p. 611-5]. (In Russ.).

7. Chadaeva VA, Tkhazaplizheva LH. Variability of morphological attributes of *Allium l.* in the area of Kabardin-Balkar republic. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2010;6-2(38): 40-8. (In Russ.). EDN: NBNXUJ.

8. [Tkhazaplizheva LH, Chadaeva VA. Ontogenesis, age and vital structure of coenopopulations of *Allium erubescens* S. Koch, in conditions of Kabardino-Balkaria. *News of higher educational institutions. The North Caucasus region*. 2011;(3): 66-71]. (In Russ.).

9. [USSR State Committee on Standards]. State Standard (GOST) 13496.4-2019. *Fodder, mixed fodder and raw mixed fodder. Methods of nitrogen and crude protein determination*. Moscow: Publishing House of Standards; 2019. (In Russ.).

10. [*The State Pharmacopoeia of the Russian Federation*. 12th ed. Vol. 1. Moscow: Scientific Center for the examination of medical products; 2008. p. 160-80]. (In Russ.). ISBN: 978-5-9901447-1-2. EDN: QLSMWF.

Информация об авторах

Б. Г. Цугкиев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

В. Б. Цугкиева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции;

Л. Ч. Гагиева – доктор биологических наук, доцент;

Э. В. Рамонова – кандидат биологических наук, доцент;

С. А. Гревцова – кандидат биологических наук, доцент.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 24.06.2024; одобрена после рецензирования 23.07.2024; принята к публикации 30.07.2024.

Information about the authors

B. G. Tsugkiev – DSc (Agriculture), Professor;

V. B. Tsugkiewa – DSc (Agriculture), Professor; Head Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products;

L. Ch. Gagieva – DSc (Biology), Associate Professor;

E. V. Ramonova – PhD (Biology), Associate Professor;

S. A. Grevtsova – PhD (Biology), Associate Professor.

Contribution of the authors

All authors have contributed equally to this article. The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office on 24.06.2024; approved after review 23.07.2024; accepted for publication 30.07.2024.



Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется принципами научности, объективности и беспристрастности

Содержание статьи должно соответствовать одному из следующих отраслей науки и групп специальностей:

1.5.20. - Биологические ресурсы (биологические науки);

4.1.1. - Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);

4.1.3. - Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки);

4.2.1. - Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки);

4.2.4. - Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки).

1. Технический анализ рукописи осуществляется экспертом журнала, согласно требованиям для авторов, в недельный срок после представления рукописи в электронной форме (izvestiaggau@mail.ru) на проверку отсутствия неправомерных заимствований.

2. Каждая статья проходит двухэтапное рецензирование. На первом этапе статья проверяется по формальным признакам и в системе «Антиплагиат». Уровень оригинальности статьи должен быть не менее 70 %. Допускается использование материалов защищенных диссертационных работ, однако уровень оригинальности статьи в целом также не должен быть ниже 70 %. Если автор статьи является научным руководителем аспиранта (соискателя), данные диссертационной работы, которые он использует в статье, должны сопровождаться ссылкой на материалы статей аспиранта (соискателя). При этом уровень оригинальности статьи также должен быть не ниже 70 %. В случае если статья соответствует формальным требованиям и имеет необходимый процент оригинальности, она вместе с отчетом о проверке в системе «Антиплагиат» направляется для рецензирования профильному учёному из числа редакционной коллегии. При положительной рецензии на статью она допускается к публикации.

3. Фамилия одного автора в каждом выпуске должна фигурировать не более 2-х раз.

4. Передача на рецензирование осуществляется экспертом после технического анализа и проверки оригинальности авторского текста. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки. Рецензирование статьи производится **независимыми экспертами** журнала в течение не более 30 дней с момента получения рукописи, соответствующей требованиям журнала. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет. При наличии существенных замечаний рукопись возвращается авторам с письменным перечислением замечаний, требующих устранения. В журнале используется слепое рецензирование (blind reviewing).

5. Повторное рецензирование осуществляется после представления варианта статьи с устраненными замечаниями в течение не более 30 дней. При трехкратном повторном возврате рукописи с замечаниями рецензента вопрос о ее принятии или отклонении решается на заседании редакционной коллегии.

6. Решение о публикации принимается в соответствии с Уставом редакции главным редактором или заместителем главного редактора на основе научных рецензий и мнения членов редколлегии. При принятии решения о публикации главный редактор и зам. главного редактора руководствуются достоверностью представления данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

7. В случае принятия решения о публикации в течение трех дней рукопись статьи передается профессиональному переводчику для корректуры и редактирования англоязычной части статьи.

8. Рецензии предоставляются авторам рукописей и по запросам экспертных советов в ВАК. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ. Рукописи возврату не подлежат.

Требования к оформлению статей

Статья направляется авторами в редакцию журнала в электронном виде на электронный почтовый ящик izvestiaggau@mail.ru.

Статья должна иметь УДК. Количество авторов – не более пяти.

Направленная в редакцию статья должна иметь верхнее и нижнее поля – по 20 мм, левое – 30 мм, правое – 15 мм. Шрифт – Times New Roman, размер кегля 14, межстрочный интервал – полуторный. Абзац автоматический. Не набирать в формульном редакторе нижний и верхний регистр и иностранные буквы, которые идут в тексте, а только формулы. В таблицах выравнивать текст. Номер и название таблицы располагать над таблицей в одну строку.

Рисунки, схемы, фотографии представляются в формате PDF, JPEG, TIFF с разрешением не ниже 300 dpi (сканировать таблицы, схемы, рисунки не допускается).

В статье помещаются: УДК, тип и название статьи, инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание автора (ов), email и ORCID, аннотация, ключевые слова.

В статье следует четко выделять следующие составные части: **1. Введение (Introduction). 2. Материалы и методы (Materials and Methods). 3. Результаты (Results). 4. Обсуждение (Discussion). 5. Заключение (Conclusions). 6. Библиографический список (References).**

Особое внимание следует уделить полноте пристатейного библиографического списка (в том числе отражающих зарубежные исследования). При этом необходимо избегать *недобросовестного цитирования* (необоснованного «накручивания» цитат, а также самоцитирования), *некорректного цитирования* (неоправданного содержанием цитируемых статей). Цитирование должно быть максимальным, но обоснованным. *Недостаточное или избыточное цитирование снижает рейтинг журнала.*

В конце работы приводятся сведения об авторе (авторах): ученая степень, ученое звание.

Авторы должны раскрывать в своей рукописи любой финансовый или какой-либо другой существенный конфликт интересов, который мог бы быть истолкованным как влияющий на результаты оценки их рукописи. Все источники финансовой поддержки должны быть раскрыты.

Рекомендованный объем статьи (вместе с переводом аннотации и библиографического списка) **10-12** страниц, за исключением проблемных и обзорных статей.

Оформление библиографических ссылок

Библиографические ссылки на список литературы должны быть оформлены с указанием в строке текста в квадратных скобках цифрового порядкового номера. В случае ссылки на точную цитату необходимо дополнительно указать через запятую номера соответствующих страниц, например, [7, с. 36].

Список источников нумеруется в порядке упоминания в тексте, он должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» с указанием обязательных сведений библиографического описания.

Подробная инструкция по оформлению статей в журнале с примером оформления размещена на официальной странице журнала в сети Интернет по адресу: <http://www.gorskigau.ru/wp-content/uploads/2023/08/poyasneniya-k-strukture-rukopisi.pdf>

Rules for sending, reviewing and publishing scientific articles

The editorial board of the journal is guided by the principles of scientificity, objectivity, and impartiality in its activities

The content of the article should correspond to one of the following branches of science and groups of specialties:

- 1.5.20. – Biological resources (Biological Sciences);
- 4.1.1. – General agriculture and crop production (Agricultural Sciences);
- 4.1.3. – Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine (Agricultural Sciences);
- 4.2.1. – Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology (Veterinary Sciences);
- 4.2.4. – Private animal husbandry, feeding, feed preparation and livestock production technologies (Agricultural Sciences).

1. Technical screening of the manuscript is carried out by an expert of the journal, in accordance with the requirements for the authors, within a week after the submission of the manuscript in electronic form (izvestiaggau@mail.ru) in order that it may be checked for plagiarism.

2. Each article undergoes a two-stage review. Firstly, the article is checked for formal signs of plagiarism in the «Anti-plagiarism» system. The threshold of originality of the article should be at least 70 %. Usage of materials from previously defended dissertations is allowed, but the threshold of originality of the article on the whole should also meet the threshold of 70 %. If the author of the article is the supervisor of a postgraduate student, the data of the dissertation work that he uses in the article should be accompanied by a link to the materials of the articles of the postgraduate student. Similarly, the threshold of originality of the article should also be at least 70 %. If the article is able to satisfy the formal requirements and has the threshold of originality, it is sent, together with the verification report with respect to the Anti-Plagiarism system, for review to an expert in the relevant field on the editorial board. Once the article has been given a positive review, it is allowed for publication.

3. The name of one author in each issue should appear no more than 2 times

4. Submission for review is made by an expert after the technical screening and verification of the originality of the author's text. The publication reviews all materials received by the editorial office that correspond to its subject for the purpose of being evaluated by experts. Review of the article is conducted by **independent experts** of the journal within a period of 30 days from the date of receipt of the manuscript that fulfills the criteria of the journal. All reviewers are recognized experts on the subject of peer-reviewed materials and have had publications on the subject of the reviewed article for the last 3 years. Reviews are stored in the publishing house and in the editorial office of the publication for 5 years. If there are any shortcomings to be found, the manuscript is returned to the authors with a written list of them in order that they may be rectified. The journal uses a blind peer review process as per its guidelines.

5. Re-review is written after the submission of a version of the article, provided all the comments have been addressed, within no more than 30 days. In case of three consecutive returns of the manuscript with the reviewer's comments, the question of its acceptance or rejection is decided at a meeting of the editorial board.

6. The decision to publish shall be made in accordance with the Charter of the editorial board by the editor-in-chief or deputy editor-in-chief on the basis of scientific reviews and the opinions of the members of the editorial board. When deciding on publication, the editor-in-chief and the deputy editor-in-chief are guided by the reliability of the presentation of data and the scientific significance of the work in question.

7. In case of a decision to publish within three days, the manuscript of the article is transferred to a professional translator for proofreading and editing of the English-language part of the article.

8. Reviews are provided to the authors of manuscripts and at the request of expert councils in the Higher Attestation Commission. If there are strong grounds for the article not to be published, the editorial board sends the author a rejection with a detailed and substantiated reason for it. Manuscripts are non-transferrable.

Requirements for the design of articles

The article is sent by the authors to the editorial office of the journal in electronic form to the e-mail address izvestiaggau@mail.ru.

The article must have UDC. The number of authors is no more than five.

The article sent to the editors should have the upper and lower margins - 20 mm each, the left - 30 mm, the right - 15 mm. Font – Times New Roman, the size of the pin is 14, the line spacing is one and a half. The paragraph is automatic. Do not type in the formula editor lower and uppercase and foreign letters that go in the text but only formulas. Align text in tables. The number and name of the table are placed above the table in one row.

Drawings, diagrams, photographs are presented in PDF, JPEG, TIFF format with a resolution not lower than 300 dpi (it is not allowed to scan tables, diagrams, drawings).

The article contains: UDC, type and title of the article, initials and surname of the author(s), academic degree, title of author(s), email and ORCID, abstract, and keywords.

The article should clearly distinguish the following components: **1 Introduction, 2 Materials and Methods, 3 Results, 4 Discussion, 5 Conclusions, 6 References**

Particular attention should be paid to the completeness of the article bibliographic list (including those reflecting foreign studies). In the same way, it is mandatory to avoid *flawed citation* practices, i.e. unduly made citations in order to inflate an individual's citation count and *citations with unfounded authority*, i.e. unvalidated by the content of the cited articles. Citations should be included fully but must be substantiated. *Insufficient or excessive citation reduces the rating of the journal.*

At the end of the work, information about the author(s) is given, i.e. academic degree and academic title.

Authors should disclose any financial or any other significant conflict of interest in the manuscript that could be construed as affecting the results of the evaluation of their manuscript. All sources of financial support should be disclosed.

The recommended volume of the article (together with the translation of the abstract and bibliographic list) is **10-12** pages, with the exception of problem and review articles.

Formatting of bibliographic references

Bibliographic references should be formatted with the indication of the numerical serial number in the line of the text in square brackets. In the case of a reference to an exact quotation, it is necessary to additionally specify the relevant page numbers separated by commas, e.g. [7, p. 36].

The list of sources is numbered in the order of reference in the text, and it must be issued in accordance with GOST R 7.0.5.-2008 «Bibliographic reference. General requirements and rules for formatting» with the indication of the mandatory information of the bibliographic description.

Detailed instructions for the design of articles in the journal with an example of design are posted on the official page of the journal on the Internet at: <http://www.gorskigau.ru/wp-content/uploads/2023/08/poyasneniya-k-strukture-rukopisi.pdf>

Требования к аннотации (реферату)

1. Объём реферата должен составлять 1000-2000 знаков (200-250 слов).
2. Название статьи в начале реферата не повторяется.
3. Реферат не разбивается на абзацы и излагается одним сплошным текстом.
4. Структура реферата должна кратко отражать структуру статьи и в обязательном порядке содержать: вводную часть; место проведения исследований; результаты исследования.
 - 4.1. Вводная часть по объёму должна быть **минимальна**.
 - 4.2. Место проведения исследований уточняется до области, края.
 - 4.3. Изложение результатов должно содержать конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.д.)
5. В пределах реферата допускается введение сокращений, когда понятие из 2-3 слов заменяется аббревиатурой из соответствующего количества букв. Первый раз словосочетание приводится полностью, а аббревиатура указывается рядом в скобках.

Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами.

Использование аббревиатуры и сложных элементов форматирования (например, верхних и нижних индексов) не допускается.

Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов.
6. При переводе реферата на английский язык не допускается использование машинного перевода. Все русские аббревиатуры приводятся в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов на английском языке (например: ВТО-WTO; ФАО-FAO и т.д.).

Requirements for abstracts

1. The body of the abstract should be 1000-2000 characters (about 200-250 words).
2. The article title is not repeated at the beginning of the abstract.
3. The abstract is not broken into paragraphs and outlines with one straight text.
4. The structure of the abstract should briefly reflect the structure of the article and is mandatory to include: introduction; the place and results of research.
 - 4.1. The introduction should be **minimal**.
 - 4.2. The place for research is specified to the area and the region.
 - 4.3. The results outline should contain specific information (findings, recommendations, etc.)
5. Within the abstract abbreviations are available permits when the concept of 2-3 words is replaced by the abbreviation of the appropriate number of letters. The first time the phrase is given completely but the abbreviation is indicated nearby in brackets.

Numerals, if are not the first word, are written with figures.

Using abbreviations and complex formatting elements (such as superscript and subscript) is not allowed. It is strongly not allowed using the insert menu “Symbol”, line break, soft hyphen, the automatic hyphenation.
6. When the translating the abstract into English do not use machine translation.

All Russian abbreviations are decoded, if they have no stable analogues in English (for example: ВТО-WTO; ФАО-FAO, etc.).



Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 03.09.2024 г. Дата выхода в свет 25.09.2024 г.
Печать трафаретная. Гарн. шрифта Times New Cyr. Бумага писчая. Формат А4.
Усл.печ.л. 12. Тираж 500. Заказ 33.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»