

ИЗВЕСТИЯ

ГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ

ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1922 ГОДУ

ТОМ 59

ISSN 2070-1047

ЧАСТЬ 4



Владикавказ 2022

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ISSN 2070-1047

№59 (4) 2022

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 Agris
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;">№ 59 (ч.4)</p> <h1 style="text-align: center;">ИЗВЕСТИЯ</h1> <p style="text-align: center;">Горского государственного аграрного университета</p>	<p style="text-align: center;">Volume 59/4</p> <h1 style="text-align: center;">PROCEEDINGS</h1> <p style="text-align: center;">of Gorsky State Agrarian University</p>
<p>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 600 руб. за один номер журнала Индекс издания 66099 Агентство «Урал-Пресс»</p> <p>Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»</p> <p>Главный редактор: Гогаев О.К. – врио ректора Горского ГАУ, д.с.-х.н., профессор</p> <p>Зам. главного редактора: Абаев А.А. – врио проректора по научной работе Горского ГАУ, д.с.-х.н., профессор</p> <p>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) 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) 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) Биологические науки Цугкиев Б.Г. – д.с.-х.н., профессор (Россия); Рехвиашвили Э.И. – д.биол.н., профессор (Россия); Гагиева Л.Ч. – д.биол.н., профессор (Россия)</p>	<p>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 - 600 rub. for an issue Publication index 66099 Agency “Ural-Press”</p> <p>Founder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Gorsky State Agrarian University”</p> <p>Editor – in –chief: O.K. Gogaev – Acting President, Gorsky State Agrarian University, D.Sc (Agriculture), Professor</p> <p>Deputy chief editor: A.A. Abaev – Acting Scientific Vice-President, Gorsky State Agrarian University, D.Sc (Agriculture), Professor.</p> <p>Editorial board: Agromony S.Kh. Dzanagov -Doctor of Agriculture, professor (Russia); A.Kh. Kozyrev – Doctor of Agriculture, professor (Russia); S. S. Basiev – Doctor of Agricultural Science, Professor (Russia); M.V. Kashukoev – Doctor of Agricultural Science, Professor (Russia)</p> <p>Animal Husbandry V.R. Kairov – Doctor of Agriculture, professor (Russia); O.K. Gogaev – Doctor of Agriculture, professor (Russia); B.S. Kaloev – Doctor of Agriculture, professor (Russia)</p> <p>Veterinary V. G. Sofronov – Doctor of Veterinary Sciences, professor, (Russia); F.N. Chekhodaridi – Doctor of Veterinary Sciences, professor (Russia); P. H. Godizov – Doctor of Veterinary Sciences, professor (Russia).</p> <p>Biological Sciences B.G. Tsugkiev – Doctor of Agriculture, professor (Russia). E.I. Pekhviashvili – Doctor of Biological Sciences, professor (Russia); L. Ch. Gagieva - Doctor of Biological Sciences, professor (Russia)</p>
<p>Корректор – Кулова З.К. Перевод – Казиева Ф.Б., к.филол.н., доцент Вёрстка – Хлыпина Ж.Ш.</p>	<p>Corrector – Z.K. Kulova Translation – F.B. Kazieva, PhD (Philology), Associate Professor Make up – Zh. Sh. Khlypina</p>
<p>Адрес издательства: 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37. ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Тел. (8672) 53-40-29 E-mail: izvestiaggau@mail.ru</p> <p>Адрес редакции: 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37. ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Тел. (8672) 53-40-29 E-mail: izvestiaggau@mail.ru</p> <p>Адрес типографии: 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37. ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Тел. (8672) 53-57-89 E-mail: ggau@globalalania.ru</p>	<p>Address of the publisher: 362040, the Republic of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, 37 Kirov Street, FSBEI HE “Gorsky State Agrarian University” (Scientific department). Tel. 8(672) 53-40-29; E-mail:izvestiaggau@mail.ru</p> <p>Address of the editorial office: 362040, the Republic of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, 37 Kirov Street, FSBEI HE “Gorsky State Agrarian University” (Scientific department). Tel. 8(672) 53-40-29\$ E-mail:izvestiaggau@mail.ru</p> <p>Address of the printing office: 362040, the Republic of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, 37 Kirov Street, FSBEI HE “Gorsky State Agrarian University” Tel. +7(8672) 53-57-89; E-mail: ggau@globalalania.ru</p>

О Г Л А В Л Е Н И Е

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ Агрономия

Оганян Л.Р., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В.	
Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.....	8
Басиев С.С., Газдаров М.Д., Тамахина А. Я., Газзаев Г.Т., Абаев А.А.	
Влияние качества освещения и состава питательной среды на рост и развитие растений картофеля в культуре in vitro.....	18
Селиванова М.В., Громова Н.В., Романенко Е.С., Айсанов Т.С., Есаулко Н.А.	
Эффективность применения нового органо-минерального препарата на основе полыни горькой в технологии выращивания тепличного огурца.....	26
Дзанагов С.Х., Ваниев А.Г., Калоев Б.С., Мамсиров Н. И.	
Удобрение многолетних трав в Центральном Предкавказье.....	33
Асаева Т.Д., Дзанагов С.Х., Ваниев А.Г., Калоев Б.С.	
Влияние удобрений на динамику влажности почвы и урожайность яблони в условиях лесостепной зоны РСО-Алания.....	41
Кучиев С.Э., Басиева Л.Ж., Мамсиров Н. И.	
Мониторинг агрегатного состава почвы под различными культурами в горной зоне Северной Осетии.....	46
 Зоотехния 	
Кебеков М.Э., Гогаев О.К., Бестаева Р.Д., Дзеранова А.В.	
Влияние ряда факторов на жизнеспособность потомства калмыцких коров при отгонно-горном содержании в условиях РСО-Алания.....	54
Павлиашвили М.К., Каиров В.Р., Темираев В.Х., Рамонова З.Г., Каиров А.В.	
Эффективность совместного скармливания сорбента и антиоксиданта в рационе мясной птицы.....	61
Сулыга Н.В., Катков К.А., Ковалева Г.П., Лапина М.Н.	
Применение комплексного показателя в оценке молочной продуктивности коров черно-пестрой породы.....	71
Туаева З.З., Темираев Р.Б., Кцоева И.И., Витюк Л.А., Кожоков М.К.	
Действие разных доз витамина Е на морфологические и биохимические показатели крови бройлеров при нарушении экологии питания.....	80
Туаева З.З., Баева А.А., Витюк Л.А., Гутиева (Кубатиева) З.А., Газзаева М.С.	
Изучение биолого-продуктивных особенностей бройлеров при скармливании разных доз антиоксиданта для снижения риска Т-2 токсикоза.....	86
Гогаев О.К., Абаева А.А., Кебеков М.Э., Козырев С.Г., Демурова А.Р.	
Динамика живой массы потомства тушинских овец в зависимости от возраста родителей.....	93

Перезва А.А., Агаркова Н.В., Свистунов А.А., Данилова А.А., Юрин Д.А. Циркадные ритмы перепелов.....	102
Смирнова Ю.М., Литонина А.С., Петухова М.В., Хоштария Е.Е. Влияние пробиотика «Румит» на биохимические параметры крови и прирост телят.....	108
Тукфатулин Г.С., Годжиев Р.С. Анализ гематологических показателей при скармливании молодняку крупного рогатого скота объемистых кормов.....	116
Хугаева О.М., Дзагуров Б.А., Габолаева А.Р. Влияние гранулированных комбикормов в сочетании с бентонитом на убойные показатели цыплят-бройлеров.....	123
Кастуева Д.А., Тедтова В.В., Баева З.Т., Гутиева (Кубатиева) З.А., Газзаева М.С. Влияние препаратов хелатон и сантохин на некоторые показатели кроветворной функции и антиоксидантной защиты организма откармливаемых бычков.....	128
Темираев Р.Б.; Баева А.А., Осикина Р.В., Кожоков М.К., Эфендиев Б.Ш. Влияние антиоксиданта на продуктивность молочного скота и процессы ферментализации питательных веществ кормов при денитрификации.....	136

Ветеринария

Чеходариди Ф.Н., Цугкиева З.Р., Персаева Н.С. Применение препарата Энрофлон в сочетании с комплексной терапией гнойно-катарального эндометрита у коров.....	144
---	-----

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биологические ресурсы

Кидов А.А., Иванов А.А., Кидова Е.А., Черчесова С.К., Цховребова А.И. Морфологическая характеристика восточной колхидской веретеницы (<i>Anguis colchica orientalis</i> Anderson, 1872) (Reptilia, Squamata, Anguillidae).....	153
Автаева Т.А. Геоинформационные системы как инструмент прогностического моделирования динамики ареалов редких и массовых видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях изменяющегося климата.....	164
Королева Е.В. Изучение декоративного потенциала популяций <i>Clarkia Pursh.</i> в условиях лесостепи Западной Сибири.....	173
Адамова Р.М., Казиев М.-Р. А. Проблемы сохранения биологического разнообразия лесных ресурсов в Республике Дагестан.....	184
Самсонова И.Д., Нуркаева М.Р., Саттаров В.Н., Хисамов Р.Р. Оценка биоресурсного потенциала насаждений <i>Tilia cordata</i> геопарка Торатау Республики Башкортостан с использованием цифровых технологий.....	191
Тайсумов М.А., Умаров М.У., Крапивина Е.А., Кушалиева Ж.А., Умаров Р.М. Редкие и исчезающие виды грибов, лишайников, печеночников и мхов, включенные во 2-е издание Красной книги Чеченской Республики.....	198
Хабаева З.Г., Гаппоева В.С., Чивиев А.Ч. Исследование функциональной активности мелиссы лекарственной (<i>Melissa officinalis</i> L.) с использованием поведенческих моделей.....	207

Бименьиндавы Э., Тимофеева О.А. Фенольные соединения и антиоксидантная активность <i>Galinsoga parviflora</i> (сем. Asteraceae) из разных мест обитания.....	217
Дибиров М.Д. Изменчивость морфологических признаков <i>Allium gunibicum</i> Misch. ex Grossh. в условиях эксперимента.....	224
Османов Р.М., Анатов Д.М., Асадулаев З.М. Оценка длительности периода покоя генеративных почек сортов абрикоса в Низменном Дагестане.....	232
Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль сортового разнообразия в вариабельности признаков сухой биомассы сортов <i>Vicia faba</i> L. в условиях интродукции в Равнинном Дагестане.....	239
Адамова Р.М., Казиев М.-Р.А. Биологические ресурсы древесно-кустарниковой растительности и его значение для защитного лесоразведения.....	250



C O N T E N T S

AGRICULTURAL SCIENCES

Agronomy

L.R. Oganyan, E.O. Shestakova, F.V. Eroshenko Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on the technological methods of cultivation in the zone of unstable moisture of the Stavropol Region.....	8
Basiev S.S., Gazdarov M.D., Tamakhina A.Ya., Gazzaev G.T., Abaev A.A. Impact of lighting quality and the nutrient medium composition on the growth and development of potato plants in vitro.....	18
M.V. Selivanova, N.V. Gromova, E.S. Romanenko, T.S. Aisanov, N.A. Esaulko The efficiency of a new organic and mineral product based on wormwood in the technology of growing greenhouse cucumber.....	26
S.Kh. Dzanagov, A.G. Vaniev, B.S. Kaloev, N.I. Mamsirov Fertilizer for perennial grasses in the Central Ciscaucasia.....	33
T.D. Asaeva, S.Kh. Dzanagov, A.G. Vaniev, B.S. Kaloev Influence of fertilizers on soil moisture dynamics and apple trees' yield in the forest-steppe zone of North Ossetia-Alania.....	41
S.E. Kuchiev, L.Zh. Basieva, N.I. Mamsirov Monitoring of the soil aggregate composition under various crops in the mountainous zone of North Ossetia.....	46

Zooengineering

M.E. Kebekov, O.K. Gogaev, R.D. Bestaeva, A.V. Dzeranova Impact of some factors on the viability of Kalmyk breed cows' offspring in the conditions of transhumance-mountain content (territory of North Ossetia-Alania).	54
M.K. Pavliashvili, V.R. Kairov, V.Kh. Temiraev, Z.G. Ramonova, A.V. Kairov Efficiency of meat poultry's combined feeding with a sorbent and an antioxidant.....	61
N.V. Sulyga, K.A. Katkov, G.P. Kovaleva, M.N. Lapina The use of a complex indicator in assessing the milk productivity of black-motley breed's cows.....	71
Z.Z. Tuaeva, R.B. Temiraev, I.I. Ktsoeva, L.A. Vityuk, M.K. Kozhokov Vitamin E different doses' effect on the morphological and biochemical parameters of broilers blood in violation of the nutritional ecology.....	80
Z.Z. Tuaeva, A.A. Baeva, L.A. Vityuk, Z.A. Gutieva (Kubatieva), M.S. Gazzaeva The study of broilers' biological and productive characteristics when fed with different doses of an antioxidant for reducing the T-2 toxicosis's risk.....	86
O.K. Gogaev, A.A. Abaeva, M.E. Kebekov, S.G. Kozyrev, A.R. Demurova Dynamics of the live weight of the Tushino sheep's offspring depending on the age of the parents.....	93
A.A. Perezva, N.V. Agarkova, A.A. Svistunov, A.A. Danilova, D.A. Yurin Quail circadian rhythms.....	102
Yu.M. Smirnova, A.S. Litonina, M.V. Petukhova, E.E. Khoshtaria The influence of the probiotic «Rumit» on the blood biochemical parameters and on the calves' growth.....	108
G.S. Tukfatulin, R.S. Godzhiev Analysis of young cattle hematological parameters when fed with bulky feed.....	116

O.M. Khugaeva, B.A. Dzagurov, A.R. Gabolaeva Influence of granulated compound feed in combination with bentonite on the broiler chickens' slaughter indicators.....	123
D.A. Kastueva, V.V. Tedtova, Z.T. Baeva, Z.A. Gutieva (Kubatieva), M.S. Gazzaeva Influence of helaton and santohin drugs on some indicators of fattening bulls' hematopoietic function and antioxidant defense.....	128
R.B. Temiraev, A.A. Baeva, R.V. Osikina, M.K. Kozhokov, B.Sh. Efendiev An antioxidant impact on the dairy cattle productivity and the processes of feed nutrients' fermentolysis during denitrification.....	136

Veterinary

F.N. Chekhodaridi, Z.R. Tsugkueva, N.S. Persaeva The use of the drug Enroflon in combination with complex therapy of purulent catarrhal endometritis of cows.....	
---	--

BIOLOGICAL SCIENCES Biological Resources

A.A. Kidov, A.A. Ivanov, E.A. Kidova, S.K. Cherchesova, A.I. Tskhovrebova Morphological characteristics of the Eastern Colchis spindle (<i>Anguis colchica orientalis</i> Anderson, 1872) (Reptilia, Squamata, Anguinae).....	153
T.A. Avtaeva Geoinformational systems as a tool for predictive modeling of the dynamics of rare and common species' ranges of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a changing climate.....	164
E.V. Koroleva Study of the decorative potential capacities of <i>Clarkia</i> Purch. populations in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia.....	173
R.M. Adamova, M.-R.A. Kaziev Conservation problems of forest resources' biological diversity in the Republic of Dagestan.....	184
I.D. Samsonova, M.R. Nurkaeva, V.N. Sattarov, R.R. Khisamov Assessment of bioresource potential of <i>Tilia cordata</i> plantations in Geopark Toratau (Republic of Bashkortostan) using digital technologies.....	191
M.A. Taysumov, M.U. Umarov, E.A. Krapivina, Zh.A. Kushalieva, R.M. Umarov Rare and endangered species of fungi, lichens, liverworts and mosses included in the second edition of the Red Data Book of the Chechen Republic.....	198
Z.G. Khabaeva, V.S. Gappoeva, A.Ch. Chiviev Study of the functional activity of lemon balm (<i>Melissa officinalis</i> L.) using behavioral models.....	207
E. Bimenindavyi, O.A. Timofeeva Phenolic compounds and antioxidant activity of <i>Galinsoga parviflora</i> (family Asteraceae) from different habitats.....	217
M.D. Dibirov Variability of <i>Allium gunibicum</i> Misch. ex Grossh. ' morphological features under test conditions.....	224
R.M. Osmanov, D.M. Anatov, Z.M. Asadulaev Estimation of the dormant period's duration of apricot generative buds in Lowland Dagestan.....	232
A.D. Khabibov, N.Sh. Shuaibova The role of varietal diversity in the variability of dry biomass traits (<i>Vicia faba</i> L. varieties) under introduction conditions of Plain Dagestan.....	239
R.M. Adamova, M.-R.A. Kaziev Biological resources of trees and shrubs and their importance for protective afforestation.....	250





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

А Г Р О Н О М И Я

Научная статья

УДК: 633.11«324»:581.132:631.5

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_8

Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края

Лусине Робертовна Оганян¹, Елена Олеговна Шестакова^{2✉},
Федор Владимирович Ерошенко³

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

¹oganyan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0019-8956>

²shestakova.e.o@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5764-0576>

³yer-sniish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0238-3861>

Аннотация. Основой продукционного процесса, который определяет формирование урожая, является фотосинтетическая деятельность растений, поэтому для оценки эффективности технологий выращивания сельскохозяйственных культур используют основные показатели, являющиеся её количественной составляющей. Целью наших исследований было изучить характеристики фотосинтетической продуктивности посевов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Исследования проводились в 2019-2021 гг. на опытном поле Северо-Кавказского ФНАЦ. Изучались сорта озимой мягкой пшеницы (Виктория 11, Армада, Секлетия, Царица), которые высевали в пределах рекомендованного для зоны неустойчивого увлажнения края сроков сева – 15-20 сентября (ранний), 30 сентября – 5 октября (оптимальный), 15-20 октября (поздний) с нормами посева – 4, 5, 6 млн.шт./га по предшественнику озимая пшеница. Условия минерального питания: без удобрений и удобрённый фон ($N_{90}P_{60}K_{60}$). Исследования показали, что в условиях 2019-2021 гг. внесение минеральных удобрений в наибольшей степени оказало влияние на поверхностный и хлорофилловый фотосинтетические потенциалы посевов озимой пшеницы, а также на чистую продуктивность фотосинтеза в расчете на единицу хлорофилла – 33,1; 39,3; 31,2 % соответственно, а на чистую продуктивность фотосинтеза, рассчитанную на единицу площади, наибольшее влияние оказало взаимодействие всех факторов – 27,2 %. Коэффициенты корреляции между фотопотенциалами и накопленной биомассой посевами озимой пшеницы составили следующие значения: 0,93 и 0,76 (для поверхностного и хлорофиллового фотопотенциала соответственно). Таким образом, на фотосинтетическую продуктивность посевов озимой пшеницы внесение минеральных удобрений влияет в наибольшей степени, а накопление биомассы зависит от поверхностного фотопотенциала.

Ключевые слова: озимая пшеница, технологические приемы выращивания, поверхностный и хлорофилловый фотосинтетические потенциалы, чистая продуктивность фотосинтеза

Для цитирования: Оганян Л.Р., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 8-17. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_8.

Scientific paper

Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on the technological methods of cultivation in the zone of unstable moisture of the Stavropol Region

Lusine R. Oganyan¹, Elena O. Shestakova²✉, Fedor V. Yeroshenko³

^{1,2,3}North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

¹oganyan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0019-8956>

²shestakova.e.o@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5764-0576>

³yer-sniish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0238-3861>

Abstract. Photosynthetic activity of plants is the basis of the production process and moreover it determines crop formation. Therefore the main indicators, which are its quantitative component, are used to assess the effectiveness of technologies for growing crops. The purpose of our research is to study the characteristics of the photosynthetic productivity of winter wheat crops depending on the technological methods of cultivation in the zone of unstable moisture of the Stavropol Region. The studies were carried out in 2019-2021 on the experimental field of the North Caucasian FSAC. Varieties of winter soft wheat (Victoria 11, Armada, Sekletiya, Tsaritsa) were studied. They were sown within the recommended sowing time for the zone of unstable moisture on September, 15-20 (early), September, 30 – October, 5 (optimal) and October, 15-20 (late) with seeding rates of 4, 5, 6 million units/ha winter wheat as a predecessor. Mineral nutrition conditions were without fertilizers and fertilized background (N90P60K60). Studies have shown that in the conditions of 2019-2021 the application of mineral fertilizers to the greatest extent had an impact on the surface and chlorophyll photosynthetic potentials of winter wheat crops, as well as on the net productivity of photosynthesis per chlorophyll unit (33.1, 39.3, and 31.2 %). Interaction of all factors had a great impact on the net productivity of photosynthesis calculated per unit area (27.2 %). The correlation indices between the photopotentials and the accumulated biomass of winter wheat crops amounted to 0.93 and 0.76 (for the surface and chlorophyll photopotential, respectively). Thus the application of mineral fertilizers to the greatest extent affects the photosynthetic productivity of winter wheat crops while the accumulation of biomass depends on the surface photopotential.

Keywords: winter wheat, cultivation techniques, surface and chlorophyll photosynthetic potentials, net productivity of photosynthesis

For citation: Oganyan L.R., Shestakova E.O., Eroshenko F.V. Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on the technological methods of cultivation in the zone of unstable moisture of the Stavropol Region. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 8-17. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_8.

Введение. Основным фактором, определяющим формирование урожая сельскохозяйственных культур, является фотосинтетическая деятельность растений [1]. Поэтому одной из основных задач растениеводства является создание системы наилучшего использования фотосинтетической продуктивности растения в посевах для формирования высоких урожаев. Решением этого вопроса может стать изучение влияния различных приемов выращивания сельскохозяйственных культур на основные показатели фотосинтетической деятельности, которые являются ее количественной составляющей.

Важными показателями фотосинтетической продуктивности являются хорошо развитый фотосинтетический аппарат и количество хлорофилла в растениях, а также продолжительность их

функционирования за весь период роста и развития растений [2-4]. Поэтому нами было изучено влияние различного уровня минерального питания, сроков сева, норм высева и особенностей сорта на поверхностный (ПФСП) и хлорофилловый (ХФСП) фотосинтетические потенциалы посевов озимой пшеницы.

Результатом фотосинтетической деятельности в посеве является запасание органических соединений, необходимых растениям не только для роста, но и для их накопления в генеративных органах в виде урожая. Откликом на условия протекания физиологических процессов является накопление биомассы [5-6]. Поэтому нами также был рассмотрен показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), который характеризует интенсивность синтетических процессов и показывает процент увеличения сухой биомассы посевом на единицу площади ассимиляционной поверхности и количество хлорофилла в течение суток [7].

Цель проведенных исследований заключалась в изучении основных показателей фотосинтетической продуктивности посевов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Объекты и методы исследований. Исследовательская работа проводилась в зоне неустойчивого увлажнения (III) Ставропольского края на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» с 2019 по 2021 гг. Для зоны характерно: сумма активных температур свыше 10° составляет 3300-3650°С, среднегодовое количество осадков – 558-636 мм, ГТК равен 1,0-1,1, с колебаниями по годам 0,7-1,4 [8]. Влаго- и теплообеспеченность в годы проведения исследований были выше климатической нормы – на 0,9...1,3 °С, годовое количество осадков составило 486, 462 и 577 мм.

Почвенный покров опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный среднемощный тяжелоуглинистый.

Семенной материал сортов озимой мягкой пшеницы (Виктория 11, Армада, Секлетия, Царица) высевали в пределах рекомендованного для III зоны края сроков сева – 15-20 сентября (ранний), 30 сентября – 5 октября (оптимальный), 15-20 октября (поздний) с нормами высева – 4, 5, 6 млн. всхожих семян на гектар по предшественнику озимая пшеница. Варианты высевались по удобренному фону (перед посевом $N_{60} P_{60} K_{60}$ и в начале весны N_{30}) и контролю (без удобрений). Размер делянки 25 м², повторность трехкратная.

Полевой опыт выполнялся в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова [9]. Методики исследований – общепринятые. Обработка данных проводилась с помощью программ Microsoft Office и Excel, ArgStat на ПК. В таблицах приведены средние данные за 3 года (2019-2021 гг.).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что в среднем за 2019-2021 гг. поверхностный фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы различных сортов за весь вегетационный период на варианте, где применялись минеральные удобрения, выше в 2,1 раза, чем на варианте без удобрений (табл. 1).

Таблица 1. Поверхностный фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы различных сортов в зависимости от уровня минерального питания, сроков и норм высева, (м²/м²)·сутки
Table 1. Surface photosynthetic potential of winter wheat crops of various varieties depending on the level of mineral nutrition, timing and seeding rates, (m²/m²)·day

Вариант / Option	Сорт / Variety				Среднее / Average
	Виктория 11 / Victoria 11	Армада / Armada	Секлетия / Secletia	Царица / Tsaritsa	
1	2	3	4	5	6
Фон / Background					
Контроль / Control	0,92	0,95	0,97	0,98	0,95
Удобренный / Fertilized	2,00	2,03	2,08	2,02	2,03
Срок сева / Sowing dates					
Ранний / Early	1,99	1,98	2,04	1,79	1,95
Оптимальный / Optimal	2,00	2,03	2,08	2,02	2,03
Поздний / Late	1,53	1,99	1,69	1,59	1,70

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Норма высева / Seeding rates					
4 млн.шт./га / 4 mln.p./ha	1,70	1,88	1,82	1,88	1,82
5 млн.шт./га / 5 mln.p./ha	2,00	2,03	2,08	2,02	2,03
6 млн.шт./га / 6 mln.p./ha	1,81	1,86	1,90	1,84	1,86
Среднее / Average	1,74	1,84	1,83	1,77	

Для фона минерального питания $HCP_{05} = 0,08$, сроков сева $HCP_{05} = 0,09$, норм высева $HCP_{05} = 0,09$ / For the background of mineral nutrition $LSD_{05} = 0,08$, sowing terms $LSD_{05} = 0,09$, seeding rates $LSD_{05} = 0,09$

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Из табличных данных также видно, что в оптимальный срок сева значение ПФСП выше, чем на раннем и позднем, на 4,0 и 19,5 % соответственно, а при норме высева 5 млн.шт./га этот же показатель на 11,6 и 9,5 % превосходит данные, полученные на вариантах с 4 и 6 миллионами всхожих семян на гектар. В среднем по изучаемым вариантам наибольшее значение поверхностного фотопотенциала отмечается у сортов Армада и Секлетия (1,84 и 1,83 (m^2/m^2)·сутки соответственно), а наименьшее у сорта Виктория 11 (1,74 (m^2/m^2)·сутки). Данное превосходство над другими сортами можно объяснить главным образом размерами сформировавшегося ассимиляционного аппарата.

Дисперсионный анализ позволил нам определить степень влияния различных технологических приемов выращивания озимой пшеницы на поверхностный фотосинтетический потенциал ее посевов. Данные свидетельствуют о том, что применение минеральных удобрений в наибольшей степени оказывает влияние на ПФСП – 33,1 % (рис. 1). Существенный вклад в размеры и продолжительность функционирования фотосинтетического аппарата посевов озимой пшеницы оказывают сроки сева и нормы высева – 18,9 и 22,0 % соответственно каждый из элементов технологии.

Изучение влияния минеральных удобрений на величину хлорофиллового фотосинтетического потенциала посевов озимой пшеницы в среднем по всем сортам показало, что на удобренном варианте она выше в 2,5 раза, чем на контрольном (табл. 2).

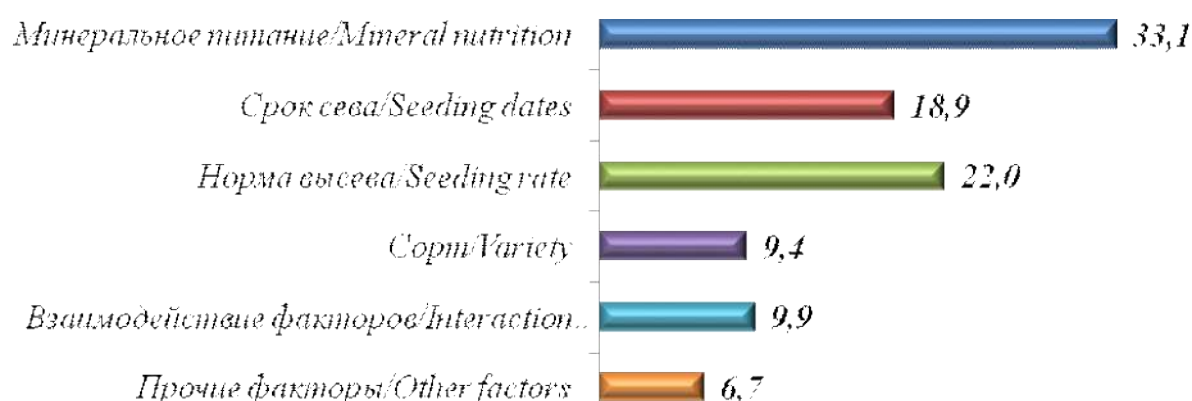


Рис. 1. Влияние различных факторов на поверхностный фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы, %

Fig. 1. Influence of various factors on the surface photosynthetic potential of winter wheat crops, %

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Таблица 2. Хлорофилловый фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы различных сортов в зависимости от уровня минерального питания, сроков и норм высева, (г/м²)·сутки

Table 2. Chlorophyll photosynthetic potential of winter wheat crops of various varieties, depending on the level of mineral nutrition, timing and seeding rates, (g/m²)·day

Вариант / Option	Сорт / Variety				Среднее / Average
	Виктория 11 / Victoria 11	Армада / Armada	Секлетия / Secletia	Царица / Tsaritsa	
Фон / Background					
Контроль / Control	23,65	31,37	28,45	28,91	28,10
Удобренный / Fertilized	63,41	76,15	70,59	72,98	70,78
Срок сева / Sowing date					
Ранний / Early	55,57	59,56	60,48	46,00	55,40
Оптимальный / Optimal	63,41	76,15	70,59	72,98	70,78
Поздний / Late	34,79	41,39	46,99	37,07	40,06
Норма высева / Seeding rates					
4 млн.шт./га / 4 mln.p./ha	37,46	41,78	43,64	44,83	41,93
5 млн.шт./га / 5 mln.p./ha	63,41	76,15	70,59	72,98	70,78
6 млн.шт./га / 6 mln.p./ha	35,35	41,00	40,89	46,46	40,93
Среднее / Average	47,13	55,44	54,03	52,78	

Для фона минерального питания $HCP_{05} = 2,45$, сроков сева $HCP_{05} = 2,68$, норм высева $HCP_{05} = 2,59$ / For the background of mineral nutrition $LSD_{05} = 2.45$, sowing terms $LSD_{05} = 2.68$, seeding rates $LSD_{05} = 2.59$

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

Наибольшая величина ХФСП у исследуемых нами сортов отмечена на оптимальном сроке сева – 70,78 (г/м²)·сутки, что больше, чем на раннем и позднем сроках, на 27,8 и 76,7 % соответственно. Такая же ситуация наблюдается и с различными нормами высева. Так, при норме в 5 млн.шт./га показатель хлорофиллового фотопотенциала выше, чем при 4 и 6 млн.шт./га, на 68,8 и 73,0 % соответственно. В среднем по всем опытным вариантам наибольшим ХФСП из всех сортов характеризовался сорт Армада – 55,44 (г/м²)·сутки, что на 17,6 % больше, чем у сорта Виктория 11 (47,13 (г/м²)·сутки), которая имеет минимум в среднем по всем вариантам.

Согласно данным дисперсионного анализа наибольшее влияние на ХФСП оказали: уровень минерального питания (39,3 %), нормы высева (26,9 %) и сроки сева (23,0 %) (рис. 2).

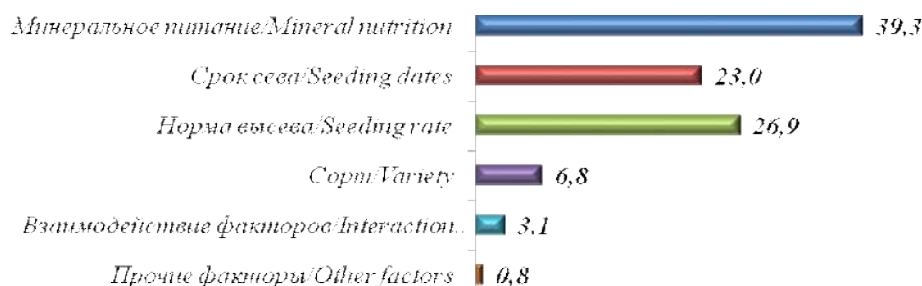
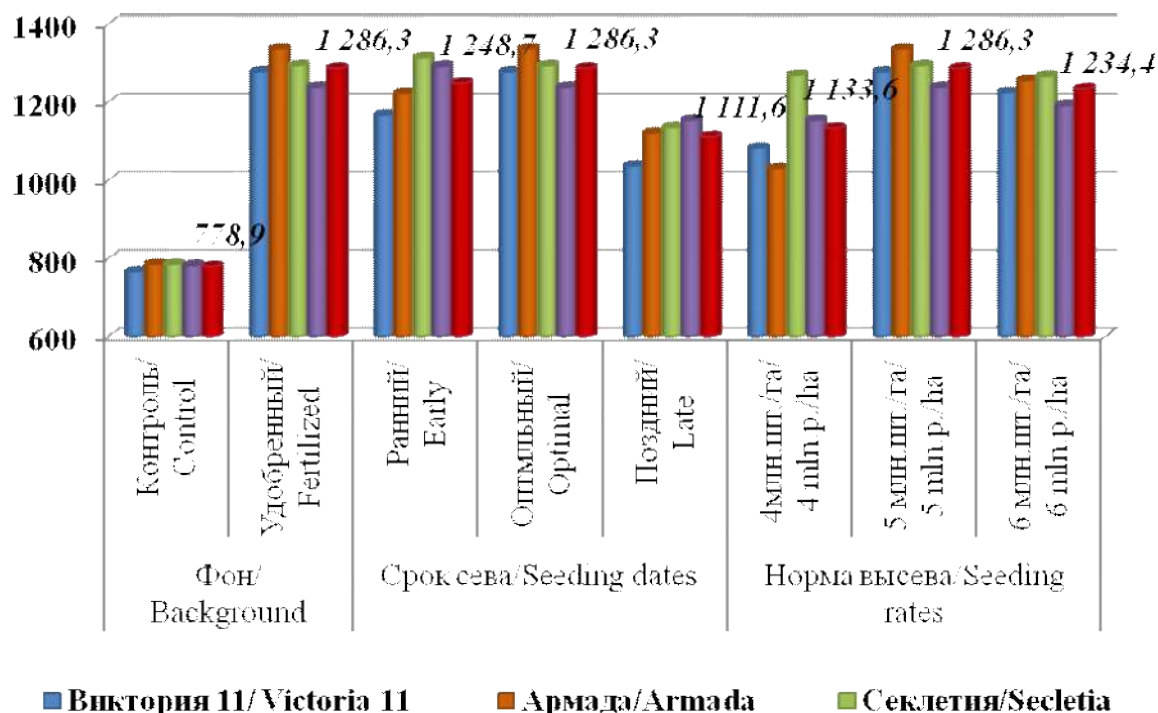


Рис. 2. Влияние различных факторов на хлорофилловый фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы, %

Fig. 2. The influence of various factors on the chlorophyll photosynthetic potential of winter wheat crops, %

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

За годы исследований различные технологические приемы выращивания озимой пшеницы оказали значительное влияние на формирование биомассы посевов. Установлено, что в среднем по сортам за весь вегетационный период наибольшая биомасса была накоплена на удобренном варианте – 1286,3 г/м², что выше, чем на контрольном, на 65,1 % (рис. 3).



Для фона минерального питания $HCP_{05} = 50,42$, сроков сева $HCP_{05} = 60,99$, норм высева $HCP_{05} = 59,69$

Рис. 3. Накопление сухой биомассы посевами озимой пшеницы различных сортов в зависимости от уровня минерального питания, сроков и норм высева, г/м²
Fig. 3. Accumulation of dry biomass by winter wheat crops of various varieties, depending on the level of mineral nutrition, timing and seeding rates, g/m²

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

Изучение влияния сроков и норм высева на формирование биомассы посевов озимой пшеницы показало, что на раннем и оптимальном сроке сева ее значения не имели существенных отличий между собой и были в среднем больше, чем на позднем сроке сева на 14,0 %, а при 5 и 6 млн.шт./га – на 11,2 %, чем при 4 млн.шт./га. Наибольшая биомасса за весь период вегетации в среднем по всем технологическим приемам была накоплена у сорта Секлетия – 1206,0 г/м², что больше на 6,0 %, чем у наименьшего значения этого показателя, которое отмечено у сорта Виктория 11 – 1138,64 г/м². Более существенными такие отличия были на различных вариантах. Так, например, на раннем сроке сева биомасса у сорта Секлетия была выше, чем у Виктории 11, на 12,6%.

Анализ полученных данных позволил выявить высокую и весьма высокую корреляционную связь между фотосинтетическими потенциалами и накопленной биомассой посевами озимой пшеницы (ХФСП – 0,76, ПФСП – 0,93).

Нами были рассчитаны показатели чистой продуктивности посевов озимой пшеницы в расчете на единицу площади посева и количество хлорофилла. Чистая продуктивность фотосинтеза единицы (1 м²) площади (ЧПФ_{пл}) посевов озимой пшеницы всех изучаемых нами сортов в среднем за вегетацию на варианте с применением N₉₀P₆₀K₆₀ оказалась ниже на 22,4 %, чем на контрольном (табл. 3).

Таблица 3. Чистая продуктивность фотосинтеза в расчете на площадь ассимиляционной поверхности посевов озимой пшеницы различных сортов в зависимости от уровня минерального питания, сроков и норм высева, (г/м²)·сутки

Table 3. Net productivity of photosynthesis per the area of the assimilation surface of winter wheat crops of various varieties, depending on the level of mineral nutrition, timing and seeding rates, (g/m²)·day

Вариант / Option	Сорт / Variety				Среднее / Average
	Виктория 11 / Victoria 11	Армада / Armada	Секлетия / Secletia	Царица / Tsaritsa	
Фон / Background					
Контроль / Control	8,36	8,23	8,08	7,99	8,16
Удобренный / Fertilized	6,38	6,59	6,22	6,14	6,33
Срок сева / Sowing dates					
Ранний / Early	5,86	6,17	6,43	7,20	6,41
Оптимальный / Optimal	6,38	6,59	6,22	6,14	6,33
Поздний / Late	6,77	5,64	6,74	7,25	6,60
Норма высева / Seeding rates					
4 млн.шт./га / 4 mln.p./ha	6,37	5,47	6,98	6,13	6,24
5 млн.шт./га / 5 mln.p./ha	6,38	6,59	6,22	6,14	6,33
6 млн.шт./га / 6 mln.p./ha	6,76	6,74	6,66	6,46	6,65
Среднее / Average	6,66	6,50	6,69	6,68	

Для фона минерального питания $HCP_{05} = 0,33$, сроков сева $HCP_{05} = 0,32$, норм высева $HCP_{05} = 0,33$ / For the background of mineral nutrition $LSD_{05} = 0,33$, sowing terms $LSD_{05} = 0,32$, seeding rates $LSD_{05} = 0,33$

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Чистая продуктивность фотосинтеза ассимиляционной поверхности посева при минимальной и оптимальной норме высева составила 6,24 и 6,33 (г/м²)·сутки соответственно, что в среднем меньше, чем при максимальной норме, на 5,9 %. При этом существенного влияния сроков сева и особенностей изучаемых нами сортов на показатели ЧПФ_{пл} озимой пшеницы не выявлено.

В наших исследованиях чистая продуктивность фотосинтеза в расчете на единицу (1 г) хлорофилла (ЧПФ_{хл}) в среднем за вегетацию на варианте без применения удобрений была больше на 53,4 %, чем на удобренном (таблица 4).

Наиболее высокие показатели ЧПФ_{хл} получены на позднем сроке сева – 28,04 (г/г)·сутки, что больше, чем на раннем и оптимальном, на 22,8 и 53,7 %, а при максимальной норме высева они выше, чем при минимальной и оптимальной, на 12,5 и 67,0 % соответственно. В среднем по всем вариантам наибольшее значение чистой продуктивности фотосинтеза, рассчитаной на 1 г хлорофилла, среди изученных сортов отмечено у сорта Виктория 11 – 25,89 (г/г)·сутки, что больше, чем у сорта Армада (наименьшего значения), на 14,8 %.

Между фотопотенциалами и ЧПФ существует обратная связь, что подтверждают коэффициенты корреляции между ними. Так, в среднем по всем изученным вариантам эти показатели составили следующие значения: между поверхностным фотосинтетическим потенциалом и ЧПФ_{пл} – -0,88, а хлорофилловым фотопотенциалом и ЧПФ_{хл} – -0,92.

Таблица 4. Чистая продуктивность фотосинтеза в расчете на единицу хлорофилла посевов озимой пшеницы различных сортов в зависимости от уровня минерального питания, сроков и норм высева, (г/г)·сутки

Table 4. Net productivity of photosynthesis per unit of chlorophyll of winter wheat crops of various varieties, depending on the level of mineral nutrition, timing and seeding rates, (g/g)·day

Вариант / Option	Сорт / Variety				Среднее / Average
	Виктория 11 / Victoria 11	Армада / Armada	Секлетия / Seclertia	Царица / Tsaritsa	
Фон / Background					
Контроль / Control	32,36	25,01	27,57	27,02	27,99
Удобренный / Fertilized	20,15	17,54	18,32	16,97	18,25
Срок сева / Sowing dates					
Ранний / Early	21,00	20,54	21,72	28,08	22,83
Оптимальный / Optimal	20,15	17,54	18,32	16,97	18,25
Поздний / Late	29,78	27,08	24,16	31,13	28,04
Норма высева / Seeding rates					
4 млн.шт./га / 4 mln.p./ha	28,89	24,64	29,08	25,72	27,08
5 млн.шт./га / 5 mln.p./ha	20,15	17,54	18,32	16,97	18,25
6 млн.шт./га / 6 mln.p./ha	34,66	30,63	30,97	25,63	30,47
Среднее / Average	25,89	22,56	23,56	23,56	

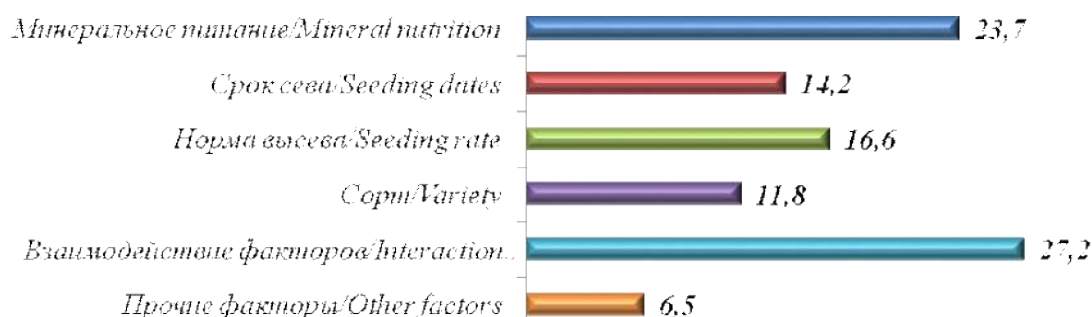
Для фона минерального питания $HCP_{05} = 1,18$, сроков сева $HCP_{05} = 1,17$, норм высева $HCP_{05} = 1,25$ / For the background of mineral nutrition $LSD_{05} = 1.18$, sowing dates $LSD_{05} = 1.17$, seeding rates $LSD_{05} = 1.25$

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Проведенный нами дисперсионный анализ позволил определить степень влияния различных технологических приемов выращивания озимой пшеницы на чистую продуктивность фотосинтеза ее посевов. Из полученных данных следует, что на ЧПФ, рассчитанную на единицу площади ассимиляционной поверхности, существенное влияние оказывают все рассматриваемые факторы, но в особенности их взаимодействие – 27,2 % (рис. 4). В случае с ЧПФ, рассчитанной на единицу хлорофилла, наибольшее влияние оказывает применение минеральных удобрений – 31,2 %, при этом практически отсутствует влияние прочих факторов (1,3 %).

ЧПФ_{пл}/NPPs



ЧПФ_{хл}/NPPchl

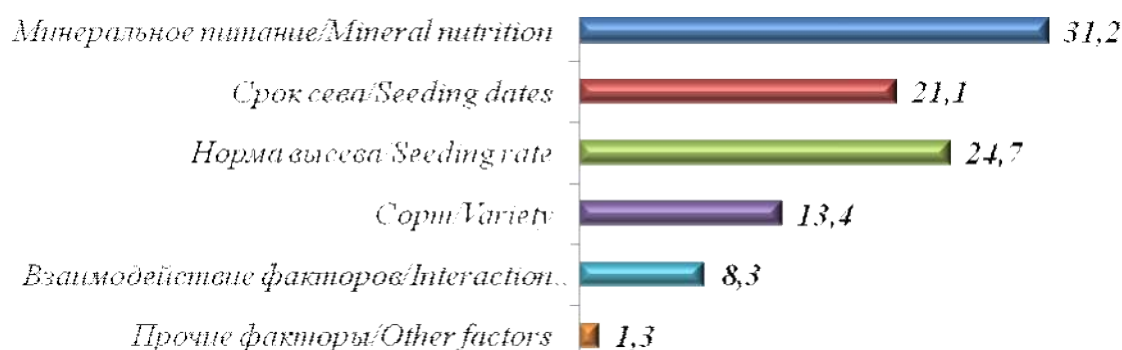


Рис. 4. Влияние различных факторов на чистую продуктивность фотосинтеза посевов озимой пшеницы, %

Fig. 4. Influence of various factors on the net photosynthesis productivity of winter wheat crops, %

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Заключение

На основании полученных результатов по влиянию сортовых особенностей, уровня минерального питания, сроков и норм высева на фотосинтетическую продуктивность посевов озимой пшеницы, можно заключить, что в 2019-2021 гг. исследования на поверхностный и хлорофилловый фотосинтетические потенциалы посевов озимой пшеницы, а также на чистую продуктивность фотосинтеза в расчете на единицу хлорофилла минеральное питание оказало наибольшее влияние – 33,1; 39,3; 31,2 % соответственно, а на чистую продуктивность фотосинтеза, рассчитанную на единицу площади, наибольшее влияние оказало взаимодействие всех факторов – 27,2 %. Коэффициенты корреляции между фотопотенциалами и накопленной посевами озимой пшеницы биомассой составили следующие значения: для ХФСП – 0,76, ПФСП – 0,93, что согласно шкале оценки Чеддока-Снедекора соответствует высокой и весьма высокой силе связи между этими показателями.

Список источников

1. Фотосинтетическая деятельность сельскохозяйственных культур в зависимости от условий возделывания / И.В. Нешин [и др.]. Ставрополь: Ставропольбланкиздат, 2008. 316 с.
2. Фотосинтетическая продуктивность растений / Ф.В. Ерошенко [и др.]. Ставрополь: Ставрополь-Сервис-Школа, 2020. 115 с.
3. Оценка содержания хлорофилла и урожайности зерновых культур по хлорофилльному потенциалу / А. Ф. Сидько [и др.]. // Биофизика. 2017. Т. 62. № 3. С. 565-569.
4. Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность / Е.О. Шестакова [и др.]. // Аграрный вестник Урала. 2020. № 5 (196). С. 27-37. – DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37.
5. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Особенности формирования сухой надземной биомассы яровой твердой пшеницы в Оренбургском Предуралье по различным предшественникам // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 19.
6. Оганян Л.Р., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В. Влияние различных агротехнологических приемов на урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 3. С. 47-53.
7. Подлесных Н.В. Зависимость между фотосинтетическим потенциалом и чистой продуктивностью фотосинтеза видов озимой пшеницы // Знания молодых: наука, практика и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 19–20 апреля 2018 года / Главный редактор - Мохнаткин В.Г., заместитель главного редактора - Конопельцев И.Г. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 61-67. – EDN XZSJOX.

8. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев [и др.]. Ставрополь: АГРУС, 2013. 520 с. – EDN TBGYOZ.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Neshin IV, Kovtun VI, Myasoedova SS, Zholobov VI, Neshin OI. *Photosynthetic activity of agricultural crops depending on the conditions of cultivation*. Stavropol': Stavropolblankizdat; 2008. (In Russ.).

2. Eroshenko FV, Bildieva EA, Storchak IG, Shestakova EO, Engovatova IV. *Photosynthetic productivity of plants*. Stavropol': Stavropol-Service-School; 2020. (In Russ.).

3. Sid'ko AF, Botvich IY, Pis'man TI, Shevyrnogov AP. Estimation of the chlorophyll content and yield of grain crops via their chlorophyll potential. *Biophysics*. 2017;62(3): 565-569. (In Russ.).

4. Shestakova EO, Eroshenko FV, Storchak IG, Ohanyan LR, Chernova IV. Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;5(196): 27-37. (In Russ.). Available from: DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37.

5. Besaliev IN, Kryuchkov AG. Features of the formation of dry aboveground biomass of spring wheat in the Urals region of Orenburg on various predecessors. *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2015;(4): 19. (In Russ.).

6. Ohanyan LR, Shestakova EO, Eroshenko FV. Influence of various agricultural practices on grain yield and quality of new winter wheat varieties. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(3): 47-53. (In Russ.).

7. Podlesnykh NV. Relationship between photosynthetic potential and net photosynthesis productivity of winter wheat species. In: Mokhnatkin VG, Konopeltsev IG. (eds.) *Knowledge of the young: science, practice and innovation: Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference of Graduate students and Young scientists, Kirov, 19-20 April 2018*. Kirov: Vyatka State Agricultural Academy; 2016. p. 61-67. (In Russ.).

8. Kulincev VV, Godunova EI, Zhelnakova LI, Udovychenko VI, Petrova LN, Dridiger VK, et al. *Sistema zemledelija novogo pokolenija Stavropol'skogo kraja*. Stavropol: АГРУС; 2013. (In Russ.). – EDN: TBGYOZ.

9. Dospheov BA. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)*. 5th ed. Moscow: Agropromizdat; 1985. (In Russ.).

Информация об авторах

Л. Р. Оганян – аспирант отдела физиологии растений;

Е. О. Шестакова – аспирант отдела физиологии растений;

Ф. В. Ерошенко – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом физиологии растений.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 13.08.2022; одобрена после рецензирования 13.09.2022; принята к публикации 20.09.2022.

Information about the authors

L. R. Oganyan – postgraduate student, the Department of Plant Physiology;

E. O. Shestakova – postgraduate student, the Department of Plant Physiology;

F. V. Eroshenko – D.Sc (Biology), Chief Researcher, Head of the Department of Plant Physiology.

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 to the editorial office on 13.08.2022; approved after review 13.09.2022; accepted for publication 20.09.2022.

Научно-практическая статья
УДК 631.533.33
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_18

Влияние качества освещения и состава питательной среды на рост и развитие растений картофеля в культуре *in vitro*

Солтан Сосланбекович Басиев¹, Магомед Дзанхотович Газдаров^{2✉}, Аида Яковлевна³ Тамахина, Георгий Тариелович Газзаев⁴, Алан Анзорович Абаев⁵

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

³Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, Нальчик, Россия

¹basiev_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

²gazdmag@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-1316-0922>

³aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

⁴gazzaev-g-t@mail.ru

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

Аннотация. Результаты производства семенного материала картофеля зависят от многих факторов, из которых в число наиболее важных входят качество освещения и состав питательной среды. Для определения оптимальных параметров освещения и питательной среды нами проведены соответствующие исследования с использованием сортов картофеля раннего срока созревания Жуковский ранний и Удача, а также перспективного гибрида собственной селекции - 11.26/28. В результате проведенной работы выявлено, что требовательность различных генотипов картофеля к условиям освещения и составу питательной среды не одинакова. Определены оптимальные параметры условий освещения и состава питательной среды, при которых отмечены лучшие показатели развития микрорастений испытываемых генотипов картофеля. Для сорта Жуковский ранний оптимальным световым излучением определен диапазон 400-700 нм, а 2 % концентрация сахарозы - наиболее приемлемой в питательном субстрате. Сорт Удача лучшие показатели демонстрировал при освещении световым потоком с длиной волны 610 нм и 3 % сахарозы в питательной среде. Для гибрида 11.26/28 наиболее предпочтительными оказались световое воздействие в диапазоне 610 нм и присутствие в питательной среде сахарозы в количестве 5 %.

Ключевые слова: *освещение, питательная среда, культура in vitro, высота микрорастений, количество междоузлий*

Для цитирования: Басиев С.С., Газдаров М.Д., Тамахина А. Я., Газзаев Г.Т., Абаев А.А. Влияние качества освещения и состава питательной среды на рост и развитие растений картофеля в культуре *in vitro* // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 18-25. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_18.

Scientific paper

Impact of lighting quality and the nutrient medium composition on the growth and development of potato plants *in vitro*

Soltan S. Basiev¹, Magomet Dz. Gazdarov^{2✉}, Aida Ya. Tamakhina³, Georgiy T. Gazzaev⁴, Alan A. Abaev⁵

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

³ Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russia

¹basiev_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

²gazdmag@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-1316-0922>

³aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

⁴gazzaev-g-t@mail.ru

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

Abstract. The results of potato seed production depend on many factors. The quality of lighting and the nutrient medium composition are among the most important. To determine the optimal parameters of lighting and nutrient medium appropriate studies using early ripening potato varieties Zhukovsky Early and Udacha, as well as a promising hybrid of our own selection (11.26/28) were carried out. It was revealed that the requirements of different potato genotypes to lighting conditions and the nutrient medium composition are not the same. The optimal parameters of lighting conditions and the nutrient medium composition were determined. The best development indicators of the tested potato genotypes' microplants were noted. The range of 400-700 nm was determined by the optimal light radiation and 2 % sucrose concentration was the most acceptable in the nutrient substrate for the variety Zhukovsky Early. Variety Udacha showed the best performance when illuminated with a light flux with a wavelength of 610 nm and 3 % sucrose in a nutrient medium. Light exposure in the range of 610 nm and the presence of 5 % sucrose in the nutrient medium turned out to be the most preferable for the hybrid 11.26/28.

Keywords: *lighting, nutrient medium, in vitro culture, microplant height, number of internodes*

For citation: Basiev S.S., Gazdarov M.D., Tamakhina A.Ya., Gazzaev G.T., Abaev A.A. Impact of lighting quality and the nutrient medium composition on the growth and development of potato plants in vitro. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 18-25. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_18.

Введение. Решение вопроса обеспечения продовольственной безопасности нашей страны во многом связано с качеством технологий, применяемых в сельскохозяйственном производстве. Этим обусловлена важность совершенствования отдельных технологических элементов, результатом чего становится повышение эффективности любой технологии в целом. В основе эффективного картофелеводства лежит наличие высококачественного семенного материала, что обуславливает важность уровня технологий оздоровления и тиражирования микрорастений картофеля в культуре *in vitro*, как начального этапа получения семенного материала высших репродукций. В этой связи целесообразно изучение факторов, влияющих на формирование микрорастений картофеля в стерильной защищенной среде, в частности – освещение и состав питательной среды. Используемые при культивировании микрорастений в культуре *in vitro* источники освещения различаются параметрами качества и интенсивности света, что требует избирательного подхода при их выборе [1, 2]. Светогенерирующая часть современного источника освещения представлена различными типами ламп и светодиодов, обладающих различным спектром светового излучения, что обуславливает неодинаковую эффективность их использования для освещения культивируемых пробирочных микрорастений [2, 3]. Работами ряда ученых выявлено влияние изменения спектрального состава света на динамику роста и развития растений различных видов, культивируемых в культуре *in vitro*. Определены наиболее приемлемые диапазоны светового излучения, оказывающие влияние на формирование микрорастения, сопоставимое с влиянием дневного света [4]. Широкое внедрение биотехнологических методов в селекцию и семеноводство картофеля требует тщательного определения параметров биотических и абиотических факторов, способствующих наиболее эффективному росту, развитию и плодоношению биологических растительных объектов [5]. Добиться улучшения результата развития микрорастений в культуре *in vitro* возможно также благодаря использованию питательного субстрата, состав которого максимально сбалансирован в соответствии с требованиями эксплантата растительного организма. В этой связи группой ученых проведены исследования влияния изменения концентрации сахарозы на развитие микрочеренков картофеля в пробирочной культуре [6]. Активность ризогенеза микрорастений в зависимости от условий питания изучена другими исследователями. Результаты демонстрируют значительное колебание параметров развития корневой системы при изменении состава питательной среды [7]. Важностью наличия необходимых компонентов питания и их правильным балансом в субстрате в соответствии с требованиями растительного организма при регенерации микрочеренков картофеля обусловлена работа ряда исследователей по модификации состава питательной среды с учетом биологических особенностей конкретного генотипа картофеля [8]. В связи с актуальностью изучения вышеобозначенных факторов оптимизация условий освещения и состава питательной среды при микроклональном размножении в культуре *in vitro* с учетом биологических особенностей конкретных генотипов картофеля в предгорной зоне РСО-Алания является основной целью реализованных исследований.

Материал и методы исследования. Исследования проводились на базе селекционно-семеноводческого центра Горского ГАУ в условиях лаборатории микроклонального размножения картофеля.

В качестве объектов исследования использовали сорта картофеля раннего срока созревания Жуковский ранний и Удача, районированные в регионе, а также перспективный гибрид собственной селекции 11.26/28, продуктивность которого в конкурсном испытании 3-го года была выше урожайности стандартного для региона сорта Волжанин.

Опыт закладывали в шестикратной повторности по сорок растений каждого сорта в лабораторных условиях.

Источники освещения: базовая часть светильников представлена двумя типами – для эксплуатации светодиодных ламп и люминесцентных. Светогенерирующая часть по вариантам: 1-й вариант – светодиодная лампа белого света (диапазон освещения 400-700 нм), 2-й - светодиодная лампа желтого света (диапазон освещения 570-590 нм), 3-й – люминесцентная лампа белого света (диапазон освещения 410, 435, 545, 610 нм), 4-й – люминесцентная лампа розового света (диапазон освещения 610 нм). Продолжительность светового воздействия (экспозиция) составляет 16 часов.

Микроклонирование пробирочных растений картофеля проводили в стерильных условиях ламинар-бокса (БАНп-01- «Ламинар-С») – 1,5.

Для исследования в опыте экспланты микрочеренков высаживали в пробирки на питательные среды, различающиеся по составу в соответствии с вариантами опыта. В контрольном варианте использовали оригинальную среду Мурасиге-Скуга (МС), а также среды, модифицированные нами на основе среды МС по показателю содержания сахарозы.

Для модификации питательной среды использовались различные концентрации сахарозы: модификация 1 – 2% (20мг/л), модификация 2 – 4% (40мг/л) и модификация 3 - 5% (50мг/л). В остальном состав всех модификаций среды был тождествен оригинальному составу среды МС.

Таблица 1. Состав питательных сред, применяемых в эксперименте, для выращивания микро-растений картофеля из меристем и черенков (мг/л) в контролируемых условиях фитотрона

Table 1. The composition of nutrient media used in the experiment for growing potato microplants from meristems and cuttings (mg/l) under controlled conditions of the phytotron.

Основные ингредиенты / Main ingredients	Среда Мурасиге-Скуга (ориг.) / Murashige-Skoog culture background (original)		Модификация сред для выращивания растений из меристем и черенков / Modification of media for growing plants from meristems and cuttings		
	Варианты опыта / Test options				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	
Макросоли, мг/л / Macrosalts, mg/l					
NH ₄ NO ₃	1650	1650	1650	1650	1650
KNO ₃	1900	1900	1900	1900	1900
Ca Ce ₂ ×2H ₂ O	440	440	440	440	440
MgSO ₄ ×7H ₂ O	370	370	370	370	370
KH ₂ PO ₄	170	170	170	170	170
Na ₂ ЭДТА	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3
FeSO ₄ ×7H ₂ O	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8
Микросоли, мг/л / Microsalts, mg/l					
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
MnSO ₄ ×4H ₂ O	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
ZnSO ₄ ×4H ₂ O	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
KJ	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
CuSO ₄ ×5H ₂ O	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Na ₂ MoO ₄ ×2H ₂ O	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
CoCl ₂ ×6H ₂ O	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Витамины, мг/л / Vitamins, mg/l				
Мезо-инозит / Meso-inositol	100	100	100	100
Никотиновая кислота / Nicotinic acid	0,5	0,5	0,5	0,5
Пиридоксин / Pyridoxine	0,5	0,5	0,5	0,5
Тиамин / Thiamine	1,0	1,0	1,0	1,0
Сахароза / Sucrose	30000	20000	40000	50000
Гидролизат казеина / Casein hydrolyzate	1000	1000	1000	1000
Регуляторы роста, мг/л / Growth regulators, mg/l				
ГК (гиббереллиновая кислота) / ГА (gibberellic acid)	1,0	1,0	1,0	1,0
Кинетин / Kinetin	0,01	0,01	0,01	0,01
ИУК (индолилуксусная кислота) / IAA (indoleacetic acid)	2,0	2,0	2,0	2,0
Агар-агар / Agar-agar	10000	10000	10000	10000

Источник: состав модифицированных питательных сред создан авторами на основе оригинального состава питательной среды Мурасиге-Скуа.

Source: the composition of the modified nutrient media was created by the authors based on the original composition of the Murashige-Skua nutrient background.

Результаты исследований. Результаты исследований влияния применения различных источников освещения, обладающих различными характеристиками спектрального состава света, на морфогенез регенерирующих черенков микрорастений картофеля в культуре *in vitro*, культивируемых на различных питательных средах, подтверждают существенную разницу в показателях роста и развития эксплантов в зависимости от спектрального состава фотопериода и состава субстрата (табл. 2).

Таблица 2. Влияние освещения различного спектра и состава питательной среды на высоту микрорастений сортов картофеля в культуре *in vitro* в контролируемых условиях фитотрона
Table 2. Influence of illumination of different spectra and composition of the nutrient medium on the height of microplants of potato varieties *in vitro* under controlled conditions of the phytotron

№	Тип освещения и состава питательной среды / Type of lighting and composition of the nutrient medium	Высота микрорастений генотипов картофеля, см/растение / Height of microplants of potato genotypes, cm/plant		
		Жуковский ранний / Zhukovsky early	Удача / Luck	11.26/28
1	2	3	4	5
1	Светодиод белый / LED white (400-700 нм)			
	МС- оригинал/ MC-Original	11,8	13,1	14,2
	Модификация-1/ Modification 1	5,2	4,7	5,3
	Модификация-2/Modification 2	12,5	12,8	12,9
	Модификация-3 /Modification 3	10,9	13,5	13,7
	НСП ₀₅ / LSD ₀₅			1,6
2	Светодиод желтый (570-590 нм) / LED yellow			
	МС- оригинал/ MC-Original	10,6	12,2	12,5
	Модификация-1/ Modification 1	5,2	4,1	4,0
	Модификация-2 /Modification 2	10,9	10,8	11,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
	Модификация-3/ Modification 3	9,3	12,6	13,0
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			2,3
3	Люминесцентная лампа белого света (410, 435, 545, 610 нм) / White light fluorescent lamp			
	МС- оригинал/ MC-Original	10,8	12,7	13,3
	Модификация-1 /Modification 1	5,1	4,3	4,9
	Модификация-2 /Modification 2	11,3	11,5	12,1
	Модификация-3/ Modification 3	9,5	13,1	12,9
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			2,0
4	Люминесцентная лампа розового света (610 нм) / Pink light fluorescent lamp			
	МС- оригинал/ MC-Original	11,2	13,1	13,8
	Модификация-1 /Modification 1	5,5	4,7	5,1
	Модификация-2 /Modification 2	11,7	12,8	12,6
	Модификация-3 Modification 3	10,2	13,5	13,5
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			1,9

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Представленные результаты свидетельствуют о том, что различные генотипы картофеля в одинаковых условиях культивирования демонстрируют различный уровень показателей, характеризующих степень их развития. При этом на рост и развитие микрорастений исследуемых образцов влияние оказывают как факторы освещения и состава питательной среды, так и фактор генетических особенностей сортообразцов. Питательная среда МС обеспечивала стабильный относительно высокий показатель роста пробирочных растений сорта Удача и гибрида 11.26/28 (13,1 и 14,2 см соответственно) при их росте в условиях применения светодиодов белого света, обладающего более широким спектром светового излучения в сравнении с другими типами освещения, использованными в наших исследованиях.

Для сорта Жуковский ранний при данном источнике освещения лучший показатель развития микрорастений отмечен на модифицированной среде (модификация - 2), превысивший результат на среде МС на 5,6%. Условия развития для сорта Удача при его культивировании на среде модификация – 3 можно отметить как более предпочтительные (длина микрорастения - 13,5 см).

При анализе результатов влияния состава питательной среды при освещении желтым светодиодом и белым светом люминесцентной лампы, а также люминесцентной лампой розового света выявляется тенденция приоритетности различных питательных сред для исследуемых генотипов картофеля. Для сорта Жуковский ранний более благоприятна среда модификация – 2, для Удачи – модификация -3, для гибрида 11.26/28 - оригинальная среда МС. Более высокие показатели роста и развития микрорастений отмечены в условиях, когда источниками освещения являлись белые светодиоды (400-700 нм) и люминесцентные лампы розового света (610 нм) для всех испытуемых генотипов.

Получение достаточно развитых микрорастений способствует получению качественных черенков для дальнейшего размножения (табл. 3).

Результаты, представленные в табл. 3, свидетельствуют, что тенденция изменения показателей количества междоузлий микрорастений исследуемых генотипов в зависимости от состава питательной среды и освещения аналогична вышеописанной, касающейся высоты микрорастений.

Таблица 3. Влияние освещения различного спектра и состава питательной среды на количество междоузлий микрорастений сортов и гибрида картофеля в культуре in vitro в контролируемых условиях фитотрона

Table 3. Influence of illumination of different spectra and composition of the nutrient medium on the number of internodes of microplants of potato varieties and hybrids in in vitro culture under controlled conditions of the phytotron

№	Тип освещения и состава питательной среды / Type of lighting and composition of the nutrient medium	Количество междоузлий микрорастений генотипов картофеля, шт/растение / Quantity of internodes of microplants of potato genotypes, pcs/plant		
		Жуковский ранний / Zhukovsky Early	Удача / Udacha	11.26/28
1	Светодиод белый (400-700 нм) / LED white			
	МС-оригинал/ MC-Original	8,6	8,1	8,7
	Модификация-1/ Modification 1	3,5	1,8	2,3
	Модификация-2/ Modification 2	9,1	7,9	8,1
	Модификация-3/ Modification 3	7,4	7,3	8,5
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			1,1
2	Светодиод желтый (570-590 нм)/ LED yellow			
	МС-оригинал/ MC-Original	7,7	7,7	8,9
	Модификация-1/ Modification 1	2,9	1,8	2,6
	Модификация-2/ Modification 2	8,4	7,3	8,6
	Модификация-3/ Modification 3	6,5	7,1	8,7
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			1,1
3	Люминесцентная лампа белого света (410, 435, 545, 610 нм) / White light fluorescent lamp			
	МС-оригинал / MC-Original	8,0	7,8	8,5
	Модификация-1/ Modification 1	3,1	1,7	2,0
	Модификация-2/ Modification 2	8,7	7,5	7,9
	Модификация-3/ Modification 3	6,9	7,0	8,3
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			1,2
4	Люминесцентная лампа розового света (610 нм)/ Pink light fluorescent lamp			
	МС-оригинал / MC-Original	8,3	8,3	9,5
	Модификация-1/ Modification 1	3,3	2,2	3,1
	Модификация-2/ Modification 2	9,0	8,1	8,9
	Модификация-3/ Modification 3	7,2	7,7	9,1
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅			1,0

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Более предпочтительными источниками освещения для всех генотипов являются белые светодиоды и люминесцентные лампы розового света. При этом зафиксированы следующие максимальные показатели количества междоузлий: по сорту Жуковский ранний – 9,1 (белый светодиод, среда модификация - 2) и 9,0 (люминесцентная лампа розового света, среда модификация - 2), по сорту Удача – 8,1 (белый светодиод, оригинальная среда МС) и 8,3 (люминесцентная лампа розового света, оригинальная среда МС), по гибриду 11.26/28 – 9,5 (люминесцентная лампа розового

света, оригинальная среда МС) и 9,1 (люминесцентная лампа розового света, среда модификация-3).

Анализ показателей высоты микрорастений и количества междоузлий по сортам показывает, что можно отметить корреляцию этих признаков, они находятся в прямой зависимости.

Однако, следует отметить, что при межсортовом сравнении количество междоузлий не имеет прямой зависимости от высоты микрорастения. Растения сорта Жуковский ранний при высоте 12,5 см сформировали 9,1 междоузлие, тогда как в тех же условиях микрорастения гибрида 11.26/28 при высоте 12,9 см сформировали 8.1 междоузлий. Это говорит о влиянии генотипических особенностей на формирование данных показателей.

Заключение

1. Проведенные исследования показали, что для получения максимального эффекта при размножении микрорастений картофеля сортов Жуковский ранний и Удача, а также перспективного гибрида собственной селекции 11.26/28 следует подбирать состав питательной среды и источник освещения с учетом особенностей конкретного генотипа, что обуславливает необходимость проведения исследований в данном направлении для разработки сортовых технологий размножения ценных генотипов в культуре *in vitro*.

2. Наиболее эффективными условиями для достижения максимальных показателей роста и количества сформировавшихся междоузлий по сортам являются следующие: для сорта Жуковский ранний – освещение белыми светодиодами и питательная среда модификация – 2; для сорта Удача – освещение люминесцентными лампами розового света и оригинальная питательная среда Мура-сиге-Скуга; для гибрида 11.26/28 – освещение люминесцентными лампами розового света и питательная среда модификация – 3.

3. Полученные данные свидетельствуют о необходимости разработки сортовых технологий, учитывающих биологические особенности исследуемых генотипов картофеля, обеспечивающих максимальную эффективность технологических мероприятий на всех этапах процесса производства оригинального и элитного семенного материала культуры.

Список источников

1. Барсукова Е.Н., Чибизова А.С. Влияние спектра светодиодного освещения на процесс микроклонального размножения безвирусных растений картофеля различных сортов // Аграрный вестник Приморья. 2019. № 1(13). С. 18-22. – EDN UGUNXO.

2. Клональное микроразмножение картофеля *in vitro* / С.С. Басиев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. №. 4. С. 39-45.

3. Анализ сортовых различий растений-регенерантов картофеля *in vitro* при использовании светодиодных светильников / Т.В. Никонович [и др.]. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. № 1. С. 73-78. – EDN YTESHG.

4. Влияние спектрального состава света на рост и развитие растений *in vitro* / Р.В. Папихин [и др.]. // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 3. – EDN ВТААСУ.

5. Технологии производства перспективных сортов картофеля методами биотехнологии / Р.М. Турпанова, К.Ж. Сыман, М.А. Башенова [и др.]. // Проблемы экономики, организации и управления в России и мире : Материалы XXI Международной научно-практической конференции, Прага, 18 октября 2019 года / Отв. редактор Уварина Н.В.. – Прага: World Press s.r.o., 2019. – С. 57-62. – EDN СВХЕРХ.

6. Чусова Н.С., Муратова С.А., Пугачева Г.М. Влияние различных концентраций сахарозы на эффективность микроразмножения картофеля *in vitro* // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 1. С. 27. – EDN YZQWKT.

7. Чусова Н.С., Муратова С.А. Влияние условий культивирования *in vitro* на эффективность ризогенеза микрорастений картофеля // Наука и Образование. 2019. Т. 2. №. 2. С. 260. – EDN BEQQII.

8. Чернышева Н.Н., Гусева К.Ю. Модификация компонентного состава питательной среды для индукции морфогенеза растений-регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Гала в культуре *in vitro* // Аграрная наука - сельскому хозяйству : сборник статей: в 3 книгах, Барнаул, 07–08 февраля 2017 года / Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2017. – С. 324-325. – EDN YSNQZN.

References

1. Barsukova EN, Chibozova AS. Effect of spectrum of the light-emitting diode lighting upon the process of micropropagation of the virus-free potato plants of different varieties. *Agrarian newsletter of Primoriye*. 2019;1(13): 18-22. (In Russ.). EDN: UGUNXO.
2. Basiev SS, Khutinaev OS, Abazov AK, Sokolova LB, Gazzaev GT. Clonal in vitro micropropagation of potatoes. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020;57(4): 39-45. (In Russ.).
3. Nikonovich TV, Kardis TV, Kilchevsky AV, Filipenya VL, Chizhik OV, Trofimov YuV, et al. Analysis of varietal differences in potato regenerant plants in vitro using LED lamps. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2018;(1): 73-78. (In Russ.). EDN: YTESHG.
4. Papikhin RV, Muratova SA, Melekhov ID, Dubrovsky ML. Effect of spectral composition of light of LED lamps on the growth and development of plants in vitro. *Science and Education*. 2021;4(3). (In Russ.). EDN: BTAACY.
5. Turpanova RM, Siman MJ, Bashenova MA, Bakirov SB, Isaac K, Sarsekeeva SJ. Technologies for the production of promising potato varieties using biotechnology. In: Uvarina NV. (eds.) *Problems of economics, organization and management in Russia and the world: Proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference, 18 October 2019, Prague*. Prague: World Press s.r.o.; 2019. p. 57-62. (In Russ.). EDN: CBXEPX.
6. Chusova NS, Muratova SA, Pugachova GM. The influence of different concentrations of sucrose on the efficiency of micropropagation of potatoes in vitro. *Science and Education*. 2019;2(1): 27. (In Russ.). EDN: YZQWKT.
7. Chusova NS, Muratova SA. Influence of the conditions of cultivation in vitro on the efficiency of risogenesis of potato micring growth. *Science and Education*. 2019;2(2): 260. (In Russ.). EDN: BEQQII.
8. Chernysheva NN, Guseva KYu. Modification of the component composition of the nutrient medium for the induction of morphogenesis of regenerated potato plants (*Solanum tuberosum* L.) v. Gala in in vitro culture. In: *Agrarian Science - agriculture : collection of articles: in 3 books, 07-08 February 2017, Barnaul*. Barnaul: Altai State Agrarian University; 2017. p. 324-325. (In Russ.). EDN: YSNQZN.

Информация об авторах

- С. С. Басиев** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав.кафедрой;
М. Д. Газдаров – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник;
А. Я. Тамахина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры товароведения, туризма и права;
Г. Т. Газзаев – аспирант, младший научный сотрудник;
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 01.09.2022; одобрена после рецензирования 19.10.2022; принята к публикации 26.10.2022.

Information about the authors

- S. S. Basiev** – D.Sc (Agriculture), Professor, Head of Department;
M. Dz. Gazdarov – PhD (Agriculture), Scientific Researcher;
A. Ya. Tamakhina – D.Sc (Agriculture), Professor, Department of Commodity Research, Tourism and Law;
G. T. Gazzaev – postgraduate student, Junior Researcher;
A. A. Abaev – D.Sc (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 to the editorial office on 01.09.2022; approved after review 19.10.2022; accepted for publication 26.10.2022.

Научная статья

УДК 631.871:635.63

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_26

Эффективность применения нового органо-минерального препарата на основе полыни горькой в технологии выращивания тепличного огурца

Мария Владимировна Селиванова^{1✉}, Наталья Викторовна Громова², Елена Семеновна Романенко³, Тимур Солтанович Айсанов⁴, Наталия Александровна Есаулко⁵

^{1,2,3,4,5}Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

¹selivanowa86@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5770-6272>

²nikolenko0812@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1787-2169>

³aysanov_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>

⁴elena_r65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6514-414X>

⁵esaulko70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1901-3616>

Аннотация. Для получения высококачественной сельскохозяйственной продукции эффективно применять нетоксичные или малотоксичные биоразлагаемые препараты, к которым относятся в том числе препараты на основе природного сырья и хелатных микроэлементов. При поиске новых видов растительного сырья для разработки регулятора роста интерес вызывает полынь горькая, имеющая богатый химический состав. Исследования были проведены в условиях зимней остекленной теплицы, расположенной в шестой световой зоне. Объектом исследований был огурец Бьёрн F1. Были изучены разные нормы расхода органо-минерального препарата на основе вытяжки растительного сырья полыни горькой и хелатных соединений микроэлементов. Изучаемый препарат применяли во внекорневые обработки. При применении разных норм расхода препарата степень развития мучнистой росы и альтернариоза снижалась относительно контроля на 2,1-3,3 %, остаточное количество макроэлементов в дренажном растворе снижалось: азот – на 9-18 мг/л, фосфор – на 3-5 мг/л, калий – на 8-26 мг/л, коэффициенты использования макроэлементов растениями соответственно увеличивались на 2-12 %. Урожайность огурца при обработке изучаемым препаратом была существенно больше относительно контроля на 2,8-4,0 кг/м². Рекомендованными к применению для некорневой обработки растений огурца в теплице могут служить нормы расхода препарата 1,0 л/га и 1,5 л/га. Эффективность применения органо-минерального препарата на основе полыни и микроэлементов сходно с обработкой растений росторегуляторами на основе фитогормонов и биопрепаратов, при этом препарат экологически безопасен и не содержит вредных компонентов.

Ключевые слова: *огурец, органо-минеральный препарат, полынь горькая, хелатное соединение микроэлемента, биологически активные вещества, урожайность*

Для цитирования: Селиванова М.В., Громова Н.В., Романенко Е.С., Айсанов Т.С., Есаулко Н.А. Эффективность применения нового органо-минерального препарата на основе полыни горькой в технологии выращивания тепличного огурца // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 26-32. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_26.

Scientific paper

The efficiency of a new organic and mineral product based on wormwood in the technology of growing greenhouse cucumber

Maria V. Selivanova^{1✉}, Natalya V. Gromova², Elena S. Romanenko², Timur S. Aysanov⁴, Natalia A. Esaulko⁵

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

¹selivanova86@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5770-6272>

²nikolenko0812@mail.ru, 0000-0002-1787-2169

³aysanov_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>

⁴elena_r65@mail.ru,

⁵esaulko70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1901-3616>

Abstract. It is efficient to use non-toxic or low-toxic biodegradable products which include the ones, based on natural raw materials and chelated microelement to obtain high-quality agricultural products. When searching for new types of plant raw materials for the development of growth regulator, wormwood (which has a rich chemical composition) is of interest. The studies were carried out in a winter glazed greenhouse located in the sixth light zone. Cucumber Bjurn F1 is the object of the research. Various consumption rates of an organic and mineral product based on the extract of plant raw materials of wormwood and chelate compounds of microelements were studied. The product under study was used in foliar treatments. When using different consumption rates of the product, the degree of development of powdery mildew and alternariosis decreased relative to the control (by 2.1-3.3 %), the residual amount of macroelements in the drainage solution decreased (nitrogen - by 9-18 mg/l, phosphorus - by 3-5 mg /l, potassium - by 8-26 mg/l); the index of macronutrients' use by plants increased (by 2-12 %) respectively. The cucumber yield was significantly higher relative to the control (by 2.8-4.0 kg/m²) when treated with the studied product. Consumption rates of 1.0 l/ha and 1.5 l/ha can be recommended for foliar treatment usage of cucumber plants in a greenhouse. The effectiveness of the use of an organic and mineral product based on wormwood and microelements is similar to the treatment of plants with growth regulators based on phytohormones and biological preparations, while the product is environmentally safe and does not contain harmful components.

Keywords: *cucumber, organic and mineral product, wormwood, microelement chelate compound, biologically active substances, productivity*

For citation: Selivanova M.V., Gromova N.V., Romanenko E.S., Aisanov T.S., Esaulko N.A. The efficiency of a new organic and mineral product based on wormwood in the technology of growing greenhouse cucumber. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022; 59(4): 26-32. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_26.

Введение. В современном сельскохозяйственном производстве важное значение приобретают препараты природного происхождения, обладающие способностью повышать устойчивость растений к болезням, перепадам температур и влажности воздуха, избытку или недостатку влаги в почве. Эти препараты также способны активизировать физиологические и биохимические процессы в растениях при интенсивном нарастании листового аппарата, плодов, накоплении питательных веществ. В результате усиления интенсификации процессов синтеза органических веществ на соответствующих этапах органогенеза происходит достижение конечного результата – повышение урожайности и улучшение качества продукции [3].

Важными предпосылками для широкого внедрения многокомпонентных биологических препаратов-регуляторов роста в практику растениеводства АПК, а также органического земледелия является их полифункциональность и экологическая безопасность. Включение их в системы защитных мероприятий позволяет существенно снизить стрессовое воздействие биотических и абиотических факторов среды на растения [2].

Для обеспечения высокого качества сельскохозяйственной продукции эффективно применять нетоксичные или малотоксичные биоразлагаемые препараты, к которым относятся в том числе стимуляторы роста растений на основе природного сырья и содержащие биологически активные вещества [1, 7]. Использование биостимуляторов различной природы рассматривается как перспективный путь устойчивого развития, позволяющий увеличивать урожаи без вредного влияния на окружающую среду [5, 6].

При поиске новых видов растительного сырья для разработки регуляторов роста вызывает интерес полынь горькая, имеющая богатый химический состав: аминокислоты, флавоноиды, витамины, терпеноиды, гидроксикоричные кислоты и другие. Полынь широко известна как лекарственное рас-

тение, ростостимулирующих препаратов на ее основе для применения в сельскохозяйственной практике не выявлено. Сотрудниками факультета агробиологии и земельных ресурсов был разработан органо-минеральный препарат на основе полыни горькой и хелатных микроэлементов и проведено исследование эффективности его применения в агротехнологиях.

Материалы и методы. Исследования были проведены в условиях зимней остекленной теплицы АО «Солнечный», расположенной в шестой световой зоне. Объектом исследований был огурец Бьёрн F1. Предмет исследований – применение органо-минерального препарата на основе вытяжки полыни горькой в технологии выращивания огурца.

Исследуемый органо-минеральный препарат состоит из вытяжки растительного сырья полыни горькой и хелатных соединений микроэлементов при соотношении компонентов, мас. %: хелат железа 6 % – 0,7, хелат марганца – 0,7, хелат цинка – 2, органическое вещество (терпеноиды, гидроксикоричные кислоты, флавоноиды, полисахариды, аминокислоты, витамины и др.) – 5,4.

В однофакторном опыте были изучены разные нормы расхода препарата: 0,7 л/га, 1 л/га, 1,5 л/га, 2,0 л/га. Препарат применяли в качестве внекорневых обработок с фазы 2-х настоящих листьев и 4-кратно каждые 14 дней. Схема опыта: 1 - Контроль (фон + вода); 2 - Фон + препарат (0,7 л/га), 3 – Фон + препарат (1,0 л/га), 4 – Фон + препарат (1,5 л/га), 5 – Фон + препарат (2,0 л/га).

Огурец выращивали в зимне-весенние обороты 2021-2022 гг. методом малообъемной технологии на минеральной вате. Огурец в тепличном комбинате является монокультурой. Посев семян огурца на рассаду проводили во второй половине декабря, высадку рассады на постоянное место – через 14-18 дней после всходов. При выращивании рассады применяли дополнительное досвечивание растений. Густота посадки растений – 2,4 раст./м². Уровень ЕС питательного раствора в период вегетации культуры поддерживали в диапазоне 1,8-2,8 мСм/см в зависимости фазы развития, рН – 5,7-6,0. Питательный раствор, составленный из определённого соотношения минеральных элементов по фазам развития огурца, был контролем и фоном во всех вариантах опыта. Уход за растениями включал мероприятия по их формировке, проведению защитных мероприятий против болезней и вредителей.

Наблюдения и учеты в ходе проведения исследований были выполнены согласно методикам, приведенных в методическом пособии «Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве», лабораторные анализы – согласно ГОСТам. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы MS Excel 2010.

Результаты и обсуждение. Разработанный органо-минеральный препарат включает биологически активные вещества в составе вытяжки полыни и хелатные соединения микроэлементов (железо, марганец, цинк), которые в комплексе оказывали положительное влияние на рост и развитие растений огурца. Хелатные соединения микроэлементов можно отнести к «органическим минералам» в виде хелатных комплексов в составе металла и аминокислоты или металла с полисахаридом, и они не токсичны и более биодоступны для растений [4]. Микроэлементы оказывают существенное влияние на урожай и качество сельскохозяйственной продукции, а также на снижение вредоносности грибных и бактериальных болезней растений.

В состав полыни входят соединения с иммуномодулирующими свойствами: терпеноиды, хлорогеновая, гидроксикоричные кислоты. Установлено, что фолиарная обработка растений огурца препаратом на основе полыни и микроэлементов активизировала иммунный ответ растений против болезней. Основными болезнями в зимне-весенний оборот были мучнистая роса и альтернариоз. Степень развития мучнистой росы и альтернариоза при применении разных норм расхода препарата на основе полыни снижалась относительно контроля на 2,1-3,3 %, достигая минимума при норме расхода препарата 2,0 л/га: 10,9 и 9,7 % соответственно. Полученные данные свидетельствуют, что с увеличением нормы расхода препарата с 1,0 л/га до 2,0 л/га степень развития мучнистой росы и альтернариоза несущественно снижалась относительно предыдущего варианта опыта – на 0,1-0,2 %, значения были в пределах НСР_{0,5}. При определении биологической эффективности препарата отмечено, что с повышением нормы расхода препарата показатель увеличился с 19,0 до 23,2% (табл. 1).

Таблица 1. Учет болезней в посадках огурца в период массового плодоношения, среднее 2021-2022 гг.
Table 1. Accounting for diseases in cucumber plantings during the period of mass fruiting
(average for 2021-2022)

Вариант / Option	Мучнистая роса / Powdery dew		Альтернариоз / Alternariosis	
	степень развития болезни, % / the degree of development of the disease, %	биологическая эффективность препарата, % / biological efficiency of the product, %	степень развития болезни, % / the degree of development of the disease, %	биологическая эффективность препарата, % / biological efficiency of the product, %
1	2	3	4	5
Контроль (фон + вода) / Control (background + water)	14,2	-	12,5	-
Фон + препарат (0,7 л/га) / Background + product (0.7 l/ha)	12,4	12,7	11,3	9,6
Фон + препарат (1,0 л/га) / Background + product (1.0 l/ha)	11,2	21,1	10,1	19,2
Фон + препарат (1,5 л/га) / Background + product (1.5 l/ha)	11,0	22,5	9,9	20,8
Фон + препарат (2,0 л/га) / Background + product (2.0 l/ha)	10,9	23,2	9,7	22,4
HCP _{0,5} / LSD ₀₅	0,2		0,3	

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.

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

Биологически активные вещества в составе полыни горькой имеют выраженные ростостимулирующие свойства, что было подтверждено при исследовании степени усвоения элементов питания растениями огурца из питательного раствора. Анализ дренажного раствора был проведен в фазу массового плодоношения огурца. Состав питательного раствора зависел от периода выращивания культуры, при массовом плодоношении количество азота ($N_{\text{общ.}}$) составило 230 мг/л, фосфора (P_2O_5) – 40, калия (K_2O) – 310.

Полученные данные по остаточному количеству макроэлементов в дренажном растворе показали, что при применении органо-минерального препарата поглощение элементов из питательного раствора растениями огурца усиливалось. На всех вариантах опыта с обработкой растений препаратом остаточное количество макроэлементов в дренажном растворе снижалось по сравнению с контролем: $N_{\text{общ.}}$ – на 9-18 мг/л, P_2O_5 – на 3-5 мг/л, K_2O – на 8-26 мг/л, коэффициенты использования макроэлементов растениями увеличивались на 2-12 %. Различия в остаточном количестве элементов в дренажном растворе между контролем и применением изучаемого препарата были достоверны. При нарастании норм расхода изучаемого препарата от 1,0 л/га до 2,0 л/га разница в потреблении элементов питания была незначительная – значения были в пределах HCP_{0,5} (табл. 2).

Таблица 2. Усвоение макроэлементов растениями огурца из питательного раствора, среднее 2021-2022 гг.

Table 2. Assimilation of macronutrients by cucumber plants from nutrient solution (average for 2021-2022)

Вариант / Option	Остаточное количество макроэлементов в дренажном растворе, мг/л / Residual amount of macronutrients in drainage solution, mg/l			Коэффициенты использования макроэлементов растениями, % / Indices of the use of macronutrients by plants, %		
	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (фон + вода) / Control (background + water)	105	17	145	54	58	53
Фон + препарат (0,7 л/га) / Background + product (0.7 l/ha)	96	14	137	58	65	56
Фон + препарат (1,0 л/га) / Background + product (1.0 l/ha)	90	13	124	61	68	60
Фон + препарат (1,5 л/га) / Background + product (1.5 l/ha)	89	12	121	61	70	61
Фон + препарат (2,0 л/га) / Background + product (2.0 l/ha)	87	12	119	62	70	62
НСР _{0,5} / LSD ₀₅	3	1	3	-	-	-

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.
Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

Биологически активные вещества и хелатные соединения микроэлементов в составе органоминерального препарата оказывали влияние на ростовые процессы растений огурца, и проявляли свойства антистрессантов. Свойства антистрессанта препарата обусловлены наличием в вытяжке полыни аминокислот, флавоноидов и витаминов. Показано, что органоминеральный препарат оказывал влияние на степень отмирания завязей, выход стандартной продукции и урожайность огурца.

Дополнительно досвечивание в тепличном комбинате применяют только в рассадный период, поэтому главным стрессовым фактором при выращивании взрослых растений огурца был недостаточный приход солнечной радиации. На недостаточный уровень фотосинтетически активной радиации растения реагировали «отмиранием» завязи. Обработка растений способствовала снижению степени отмирания завязей по отношению к контролю, разница составила 4,2-5,3 %. Наименьшая степень отмирания завязей была получена при расходе препарата в 2,0 л/га – 17,2 %. Норма расхода 0,7 л/га показала наименьшую эффективность в сравнении с контрольным вариантом. Результаты обработки растений с нормой применения 1,5 и 2,0 л/га были недостоверно больше относительно варианта с нормой 1,0 л/га: степень отмирания завязей была меньше – на 0,1 и 0,3 % соответственно (табл.3).

Таблица 3. Параметры продуктивности огурца, среднее 2021-2022 гг.

Table 3. Cucumber productivity parameters (average for 2021-2022)

Вариант / Option	Степень отмирания завязи, % / The degree of ovary death, %	Выход стандартной продукции, % / Output of standard products, %	Урожайность, кг/м ² / Yield, kg/m ²
1	2	3	4
Контроль (фон + вода) Control (background + water)	22,5	79,8	22,1

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Фон + препарат (0,7 л/га) / Background + preparation (0.7 l/ha)	18,3	82,8	24,9
Фон + препарат (1,0 л/га) / Background + preparation (1.0 l/ha)	17,5	84,0	25,5
Фон + препарат (1,5 л/га) / Background + preparation (1.5 l/ha)	17,4	84,4	25,8
Фон + препарат (2,0 л/га) / Background + preparation (2.0 l/ha)	17,2	84,7	26,1
HCP _{0,5} / LSD ₀₅	0,3	0,4	0,3

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.

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

Формирование нестандартной продукции является следствием влияния неблагоприятных факторов на растения и общим его старением, показатель увеличивается к концу вегетации культуры. Получение большего процента выравненной продукции, соответствующей стандартам качества, экономически эффективнее при большей стоимости за данную категорию, чем нестандартта. Выход стандартной продукции в результате использования органо-минерального препарата был больше по сравнению с контролем на 3,0-4,9 % с тенденцией к увеличению при более высоких нормах расхода препарата. Различия по выходу стандартной продукции огурца между нормами применения 1,0 и 1,5 л/га, 1,5 и 2,0 л/га были незначительными – 0,4 и 0,3 % соответственно.

Согласно данным по урожайности отмечено, что показатель при применении изучаемого препарата был существенно больше относительно контроля на 2,8-4,0 кг/м². Максимальная урожайность была получена при использовании нормы расхода 2,0 л/га – 26,1 кг/м², разница по сравнению с нормой расхода в 1,5 л/га была незначительная – 0,3 кг/м², аналогичное различие было получено при применении препарата 1,0 л/га и 1,5 л/га.

Заключение

В результате исследований установлен комплексный положительный эффект от внекорневой обработки растений огурца органо-минеральным препаратом на основе полины и хелатных микроэлементов в разных нормах расхода, что выражается в повышении устойчивости растений к болезням и степени усвоения макроэлементов из питательного раствора, снижении степени отмирания завязей, увеличении урожайности и выхода стандартной продукции.

Из анализа данных следует, что рекомендованными к применению для некорневой обработки растений огурца в теплице могут служить нормы расхода препарата 1,0 л/га и 1,5 л/га. Норма расхода в 0,7 л/га не целесообразна, так как были получены наименьшие значения по изучаемым показателям при разных нормах внесения препарата. Применение препарата в количестве 2,0 л/га дает незначительное увеличение изучаемых показателей по сравнению с нормой 1,5 л/га, и не оправдывает дополнительные расходы на большее количество препарата.

Эффективность применения органо-минерального препарата на основе полины и хелатных микроэлементов сходна с обработкой растений биопрепаратами и росторегуляторами, содержащих фитогормоны и при этом препарат экологически безопасен и не содержит вредных компонентов.

Список источников

1. Водный экстракт из листьев стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni) - возможность применения в качестве биостимулятора роста растений в светокультуре / Н. Г. Синявина [и др.]. // Овощи России. 2020. № 6. С. 31-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-31-35>.

2. Рябчинская Т.А., Бобрешова И.Ю., Зимина Т.В. Многокомпонентные регуляторы роста растений на основе природных веществ и перспективы их использования в растениеводстве // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 13–30 апреля 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. С. 174-179. – EDN UFAGHS.

3. Семенихина Е.А. Влияние регуляторов роста на основе препарата Экосил на продукционные процессы и качество растений сахарной свеклы // Экологический вестник. 2013. № 4. С. 74-81.
4. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16-20.
5. Шибзухов З.С., Езаов А.К., Шугушхов А.А. Влияние регуляторов роста на продуктивность томата // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2016. № 2 (12). С. 27-32.
6. Яхин О. И., Лубянов А. А., Яхин И. А. Физиологическая активность биостимуляторов и эффективность их применения // Агрохимия. 2016. № 6. С. 72-94.

References

1. Sinyavina NG, Kochetov AA, Egorova KV, Vertebny VE, Homyakov JuV. The possibility of using of an aqueous extract from stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) leaves as a biostimulant of plant growth in photoculture. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6): 31-35. (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-31-35>.
2. Ryabchinskaya TA, Bobreshova IYu, Zimina TV. Multi-component plant growth regulators based on natural substances and the prospects for their use in plant growing. In: *Teorija i praktika innovacionnyh tehnologij v APK : Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii*, 13–30 April 2021, Voronezh. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great; 2021. p. 174-179. (In Russ.). EDN: UFAGHS.
3. Semianikhina EA. Management of the production processes sugar beet plants by growth stimulants. *Ecological Herald*. 2013;(4): 74-81. (In Russ.).
4. Shapoval OA, Mozharova IP, Korshunov AA. Plant growth regulators in agrotechnologies. *Plant protection and quarantine*. 2014;(6): 16-20. (In Russ.).
5. Shibzuchov ZS, Ezaov AK, Shugushkhov AA. Influence of growth regulators on productivity of tomatoes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2016;2(12): 27-32. (In Russ.).
6. Yakhin OI, Lubyaynov AA, Yakhin IA. The physiological activity and efficiency of 72 application of biostimulants. *Agrohimia*. 2016;(6): 72-94. (In Russ.).

Информация об авторах

- М. В. Селиванова** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Author ID 657773;
Н. В. Громова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Author ID 623337;
Е. С. Романенко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры, зав. кафедрой, Author ID 422004;
Т. С. Айсанов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры, Author ID 789826;
Н. А. Есаулко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Author ID 619986.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 19.10.2022; одобрена после рецензирования 01.11.2022; принята к публикации 10.11.2022.

Information about the authors

- M. V. Selivanova** – PhD (Agriculture), Associate Professor;
N. V. Gromova – PhD (Agriculture), Associate Professor;
E. S. Romanenko – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department;
T. S. Aisanov – PhD (Agriculture), Associate Professor;
N. A. Esaulko – PhD (Agriculture), Associate 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 to the editorial office 19.10.2022; approved after review 01.11.2022; accepted for publication 10.11.2022.

Научная статья
УДК 631.81:636.086.2
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_00

Удобрение многолетних трав в Центральном Предкавказье

Созырко Хасанбекович Дзанагов^{1✉}, Асланбек Георгиевич Ваниев²,
Борис Сергеевич Калоев³, Нурбий Ильясович Мамсиров⁴

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

⁴Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Майкопского государственного технологического университета, Майкоп, Россия

¹dzanagov.sozyrko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3969-0451>

²aslandek.vaniev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9344-2024>

³bkaloev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6155-2448>

⁴nur.urup@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>

Аннотация. В четырех природных зонах Центрального Предкавказья изучали отзывчивость люцерны и клевера на длительное применение разных систем удобрения в полевом севообороте. Установлена высокая отзывчивость культур на возрастающие дозы NPK как при отдельном внесении, так и в сочетании с навозом (20-30 т/га). В составе NPK дозы фосфора и калия должны преобладать над дозой азота. Максимальная урожайность зеленой массы клевера (31,8 т/га) и сена люцерны (5,47 т/га) на черноземе выщелоченном была получена по тройной дозе NPK. Вариант с органо-минеральным удобрением несколько превосходил эквивалентную двойную дозу NPK. Наибольшее количество протеина (20-21%) в урожае накапливалось по двойной и тройной дозам NPK, заметно превосходя контроль без удобрений.

Ключевые слова: клевер, люцерна, симбиоз, ротация севооборота, каштановая почва, чернозем обыкновенный и выщелоченный, дерново-глеевая почва, урожайность, зеленая масса, протеин, жир, клетчатка, зола, каротин

Для цитирования: Дзанагов С.Х., Ваниев А.Г., Калоев Б.С., Мамсиров Н.И. Удобрение многолетних трав в Центральном Предкавказье // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 33-40. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_33.

Scientific paper

Fertilizer for perennial grasses in the Central Ciscaucasia

Sozyrko H. Dzanagov^{1✉}, Aslanbek G. Vaniev², Boris S. Kaloev³, Nurbiy I. Mamsirov⁴

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

⁴Research Institute of Agriculture of the Maykop State Technological University, Maykop, Russia

¹dzanagov.sozyrko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3969-0451>

²aslandek.vaniev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9344-2024>

³bkaloev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6155-2448>

⁴nur.urup@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>

Abstract. The responsiveness of alfalfa and clover to the long-term use of different fertilizer systems in the field crop rotation was studied in four natural zones of the Central Ciscaucasia. A high responsiveness of crops to increasing doses of NPK has been established both with a separate application and in combination with manure (20-30 t/ha). The doses of phosphorus and potassium should prevail over the dose of nitrogen in the composition of NPK. The maximum yield of green mass of clover (31.8 t/ha) and alfalfa hay (5.47 t/ha) on leached chernozem was obtained by a triple dose of NPK. The option with organic and mineral fertilizer was slightly superior to the equivalent double dose of NPK. The largest amount of protein (20-21%) in the crop was accumulated by double and triple doses of NPK and it significantly exceeded the control without fertilizers.

Keywords: *clover, alfalfa, symbiosis, crop rotation, chestnut soil, ordinary and leached chernozem, sod-gley soil, productivity, green mass, protein, fat, fiber, ash, carotene*

For citation: Dzanagov S.Kh., Vaniev A.G., Kaloiev B.S., Mamsirov N.I. Fertilizer for perennial grasses in the Central Ciscaucasia. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 33-40. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_33.

Введение. В длительных стационарных полевых опытах, заложенных в 1971 году на четырех основных типах и подтипах почв, изучалась эффективность разных систем удобрения в 5-польном полевом севообороте, в составе которого в степной зоне при орошении выращивалась люцерна, а в лесостепной и лесолуговой зонах на богаре – клевер и люцерна. Возделывание этих культур является очень важным для животноводства как источник высокопитательного белкового корма. Вместе с тем они, являясь бобовыми культурами – азотонакопителями, служат лучшими предшественниками для всех остальных культур, поэтому имеют большое агротехническое значение [1-7]. Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, поселяющимися на их корнях и способными фиксировать атмосферный молекулярный азот, они после себя оставляют в почве значительное количество биологического азота (до 250-300 кг/га), а также способствуют увеличению содержания в почве гумуса, то есть повышают плодородие почвы [3].

Целью исследований было выявление наиболее рационального варианта системы удобрения в севообороте, обеспечивающего высокую урожайность и качество зеленой массы (сена) люцерны и клевера в природных зонах Центрального Предкавказья.

Методика исследований. Опыты проводились в степной зоне при орошении (каштановая почва и чернозем обыкновенный), лесостепной (чернозем выщелоченный) и лесолуговой зонах (почва дерново-глеевая слабоподзоленная) на богаре. Климатические условия по зонам неодинаковы: в степной зоне засушливые (350-450 мм в год), поэтому применялось орошение путем дождевания; в лесостепной зоне увлажнение достаточное (годовое количество осадков 550-750 мм), лесолуговой – избыточное (870-900 мм в год).

В опытах изучали разные комбинации и уровни NPK, сочетание навоза и NPK, эквивалентное двойной дозе N₂P₂K₂; расчетная доза устанавливалась балансовым методом на запланированную урожайность на основе выноса NPK урожаем. В степной зоне навоз вносили по 20 т/га, в остальных – по 30 т/га за ротацию; известь – на дерново-глеевой почве в дозе 6 т/га в виде пушонки; минеральные удобрения – в виде аммиачной селитры, суперфосфата гранулированного и калийной соли; азотное удобрение – под предпосевную культивацию, а РК- удобрения – в подкормку после укоса. Урожай зеленой массы убирали в фазу цветения путем сплошного скашивания и последующего взвешивания [2].

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали (табл. 1), что на всех почвах люцерна и клевер хорошо отзывались на применение удобрений: по всем вариантам в среднем за 5 лет (4 ротации севооборота) получены высокие прибавки урожайности зеленой массы. Наименьшими они были на всех почвах по одинарной дозе NPK. При удвоении дозы азота прибавка значительно возрастала на каштановой и дерново-глеевой почвах, что объясняется слабой обеспеченностью их минеральными формами азота. На черноземах увеличение прибавки урожая от азота было несущественным. Аналогичное удвоение дозы фосфора дало существенное увеличение прибавки урожая только на каштановой почве и черноземе обыкновенном. Такой результат хорошо согласуется с низкой обеспеченностью этих почв подвижным фосфором. Черноземы выщелоченные и дерново-глеевые почвы значительно лучше обеспечены фосфором, поэтому реакции на удвоение его дозы не наблюдалось. Одновременное удвоение доз азота и фосфора дало положительный результат только на дерново-глеевой почве (увеличение прибавки составило 67 ц/га). Удвоение дозы калия на фоне N₂P₂ оказалось оправданным только на черноземе выщелоченном и дерново-глеевой почве, что опять-таки связано с недостаточной обеспеченностью этих почв обменным калием.

Сравнивая по эффективности двойную и одинарную дозы NPK, следует указать на преимущество двойной дозы: от удвоения дозы прибавка урожая зеленой массы повысилась (в среднем за 5 лет) на каштановой почве на 118, черноземе обыкновенном – 80, черноземе выщелоченном – 67, дерново-глеевой почве – 132 ц/га.

Таблица 1. Урожайность зеленой массы люцерны (клевера) в зависимости от удобрений, ц/га, средние данные за 5 лет

Table 1. Yield of alfalfa (clover) green mass depending on fertilizers, kg/ha (average data for 5 years)

Вариант / Option	Каштановая почва / Chestnut soil		Чернозем обыкновенный / Ordinary chernozem		Чернозем выщелоченный / Leached chernozem		Дерново-глеявая почва / Turf-gley soil	
	Контроль / Control	376	-	303	-	386	-	252
N1P1K1	468	92	442	139	488	102	315	63
N2P1K1	523	147	448	145	504	118	366	114
N1P2K1	558	182	498	195	500	114	349	97
N2P2K1	570	194	520	217	508	122	416	164
N2P2K2	586	210	522	219	555	169	447	195
N3P2K1	594	218	514	211	527	141	375	123
N3P2K2	593	217	521	218	575	189	446	194
N2P3K1	630	254	529	226	598	212	389	137
N2P3K2	624	248	552	249	646	260	435	183
N3P3K3	661	285	557	254	628	242	390	138
Навоз+NPK Manure+NPK	624	248	497	194	570	184	450	198
N1P1K1+ известь N1P1K1+ lime	-	-	-	-	-	-	515	263
Расчетный Calculated	766	390	601	298	744	358	402	150
P, %	1,9-3,6		1,5-3,8		1,7-3,5		1,0-3,0	
HCP _{0,5} / LSD ₀₅	7-33		6-22		9-21		6-21	

Примечание: N1P1K1 в среднем за 5 лет равно: на каштановой почве N28P36K34, расчетный N100P195K122; черноземе обыкновенном N16P32K20, расчетный N215P214K200; черноземе выщелоченном N22P34K38, расчетный N85P87K186; дерново-глеевой почве N23P35K40, расчетный N85P140K150; по каждой почве в 1-й графе урожай, во 2-й – прибавка. На каштановой почве и черноземе обыкновенном выращивалась люцерна синегибридная, на черноземе выщелоченном и дерново-глеевой почве – клевер луговой.

Note: N1P1K1 for 5 years (on average) is equal to:

1) on chestnut soil N28P36K34, calculated N100P195K122; 2) ordinary chernozem N16P32K20, calculated N215P214K200; 3) leached chernozem N22P34K38, calculated N85P87K186; 4) sod-gley soil N23P35K40, calculated N85P140K150) for each soil in the 1st column yield and an increase in 2-nd. Blue hybrid alfalfa was grown on chestnut soil and ordinary chernozem, meadow clover was grown on leached chernozem and turf-gley soil.

Источник: составлен автором на основании экспериментальных данных.

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

При дальнейшем увеличении доз отдельных элементов в составе NPK до тройной повышение урожайности замедлилось, однако можно отметить, что наибольший урожай был получен на каштановой почве (661 ц/га) и черноземе обыкновенном (557 ц/га) по тройной дозе NPK, на черноземе выщелоченном (646 ц/га) по варианту N2P3K2, дерново-глеевой почве (515 ц/га) – варианту N1P1K1+известь. На последней, как видим, наибольшую роль сыграло известкование кислой почвы, за счет которого урожайность повысилась на 200 ц/га.

Сравнение двух эквивалентных вариантов показало, что навоз+NPK превосходил двойную дозу NPK только на каштановой почве, на остальных почвах существенной разницы между ними не было обнаружено.

В отношении расчетного варианта необходимо указать на то, что он превосходил тройную дозу NPK на каштановой почве (+105 ц/га), черноземе обыкновенном (+44 ц/га), черноземе выщелоченном (+116 ц/га), дерново-глеевой почве (+12 ц/га), то есть является перспективным с точки зрения ресурсосбережения только на каштановой почве и черноземе выщелоченном.

Дальнейшие исследования были продолжены во времени только на черноземе выщелоченном. Они в основном подтвердили ранее полученные результаты, хотя уровень урожайности был неадекватным из-за сложившихся, чаще неблагоприятных, погодных условий. При этом следует иметь в виду то обстоятельство, что черноземы выщелоченные, на которых проводятся исследования, подстилаются галечником с глубины 60-80 см. На них сильно развиты фильтрация воды атмосферных осадков и испарение в засушливые периоды вегетации, что негативно сказывается на росте и развитии растений.

Исследования показали (табл. 2), что возрастающие уровни минерального питания сопровождались увеличением урожайности клевера от 19,4 по одинарной дозе до 24,1 по двойной и до 31,8 т/га по тройной дозе NPK при урожайности на контроле 12,1 т/га. Вариант Навоз+NPK имел некоторое преимущество перед эквивалентной двойной дозой NPK (на 1,1 т/га). Максимальный урожай зеленой массы клевера был получен по расчетной дозе – 31,0 т/га.

Таблица 2. Урожайность клевера и люцерны в зависимости от удобрений на черноземе выщелоченном, т/га

Table 2. Yield of clover and alfalfa depending on fertilizers on leached chernozem, t/ha

Вариант / Option	Клевер, зеленая масса, 2012 г. / Clover, green mass, 2012			Люцерна, сено, 2017 г. / Alfalfa, hay, 2017		
	урожай, т/га/ yield, t/ha	прибавка / increase		урожай, т/га/ yield, t/ha	прибавка / increase	
		т/га t/ha	%		т/га t/ha	%
Контроль / Control	12,1	-	-	2,74	-	-
N1P1K1	19,4	7,3	60,3	3,41	0,67	25,5
N2P1K1	22,6	10,5	86,8	3,64	0,90	32,8
N1P2K1	21,1	9,0	74,4	3,70	0,96	35,0
N2P2K1	23,7	11,6	95,9	3,87	1,13	41,2
N2P2K2	24,1	12,0	99,2	4,10	1,36	49,6
N3P2K1	25,6	13,5	111,6	4,14	1,40	51,1
N3P2K2	25,1	13,0	107,4	4,22	1,48	54,0
N2P3K1	28,0	15,9	131,4	5,14	2,40	87,6
N2P3K2	27,0	14,9	123,1	5,13	2,39	87,2
N3P3K1	28,5	16,4	135,5	4,86	2,12	77,4
N3P3K3	31,8	19,7	162,8	5,47	2,73	99,6
Навоз+NPK / Manure+NPK	25,2	13,1	108,3	4,31	1,57	57,3
Расчетный / Calculated	31,0	18,9	156,2	5,64	2,90	105,8
HCP _{0,5} /LSD ₀₅	1,9			0,16		

Примечание: по клеверу N1P1K1= N30P30K30, расчетная доза N76P162K94; по люцерне N1P1K1 = N20P40K40, расчетная доза N70P120K140.

Note: for clover N1P1K1= N30P30K30, the calculated dose is N76P162K94; for alfalfa N1P1K1 = N20P40K40, the calculated dose is N70P120K140.

Источник: составлено автором на основании экспериментальных данных. Source: compiled by the author on the basis of experimental data.

Аналогичные данные были получены по люцерне: прибавка урожая сена возрастала от 25,5 % по одинарной дозе до 99,6 % по тройной и 105,8 % по расчетному варианту.

Длительное применение удобрений в севообороте отразилось и на качестве выращиваемой продукции. Средние данные, приведенные в таблице 3, показывают, что под действием удобрений устойчиво повышалось содержание протеина в зеленой массе обеих бобовых трав на всех почвах, причем в естественных условиях (без удобрений) оно возрастало у люцерны в направлении от каштановой почвы до чернозема выщелоченного (17,0 и 18,2%), по клеверу разница между черноземом выщелоченным и дерново-глеевой почвой была незначительной (19,7 и 19,4 %). Отмечена общая тенденция увеличения белковости по мере повышения уровня удобренности: в большинстве случаев преимущество имели варианты с двойной дозой NPK и навозом. На черноземе выщелоченном лучшей была тройная доза NPK по причине возможного вымывания азота в галечниковый слой почвы.

Таблица 3. Влияние удобрений на качество зеленой массы бобовых трав, %, средние за 2-4 года
Table 3. The effect of fertilizers on the quality of the green mass of legumes, % (average for 2-4 years)

Вариант / Option	Протеин / Protein	Жир / Fat	Клетчатка /Fiber	Зола / Ash	Каротин, мг/кг /Carotene, mg/kg
1	2	3	4	5	6
Люцерна / Alfalfa					
Каштановая почва / Chestnut soil					
Контроль / Control	17,0	0,9	32,6	9,8	3,3
N1P1K1	18,8	0,9	29,1	9,9	13,2
N1P2K1	18,9	0,9	30,3	10,4	8,7
N2P2K2	20,6	1,4	27,1	10,0	15,1
N3P3K3	19,8	1,1	32,1	9,7	12,1
Навоз+ NPK / Manure+ NPK	18,8	0,8	31,2	9,7	15,4
Чернозем обыкновенный / Ordinary chernozem					
Контроль / Control	17,4	2,4	27,3	11,1	6,8
N1P1K1	17,5	2,3	31,0	11,2	9,5
N1P2K1	19,4	2,5	24,7	10,9	10,4
N2P2K2	19,0	2,2	28,9	12,1	8,2
N3P3K3	20,0	2,3	31,1	10,3	10,5
Навоз+ NPK / Manure+ NPK	21,1	2,1	30,3	11,7	7,6
Чернозем выщелоченный / Leached chernozem					
Контроль / Control	18,2	1,6	30,5	8,1	3,2
N1P1K1	17,0	1,7	31,4	8,6	5,3
N2P2K2	18,8	2,0	30,8	8,0	6,3
N3P3K3	19,7	1,5	32,0	8,4	3,6
Навоз+ NPK / Manure+ NPK	18,7	1,6	32,4	8,6	4,1
Клевер / Clover					
Чернозем выщелоченный / Leached chernozem					
Контроль / Control	19,7	-	26,5	11,2	8,4
N1P1K1	18,5	-	23,7	14,3	0

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
N2P2K2	21,2	-	25,2	13,1	32,4
N3P3K3	20,5	-	25,7	13,5	9,8
Навоз+ NPK / Manure+ NPK	20,6	-	26,0	14,6	1,4
Дерново-глеевая почва / Sod-gley soil					
Контроль / Control	19,4	2,21	24,2	10,8	17,2
N1P1K1	20,0	2,12	25,2	10,1	19,2
N2P2K2	20,0	2,37	23,9	10,3	30,1
N3P3K3	19,8	2,43	24,9	10,4	22,0
Навоз+ NPK / Manure+ NPK	21,5	2,41	26,5	10,6	26,3
N1P1K1+ известь / N1P1K1+ lime	20,0	2,42	23,8	10,4	28,2

Источник: составлено автором на основании экспериментальных данных.

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

По остальным структурным показателям качества четкой закономерности не наблюдалось, хотя можно отметить улучшение их по оптимальным вариантам системы удобрения, в частности, количество жира возрастало на каштановой и дерново-глеевой почвах, частично на черноземе выщелоченном, клетчатки на черноземах обыкновенном и выщелоченном, дерново-глеевой почве (на отдельных вариантах). Накопление золы мало зависело от удобрений на каштановой и дерново-глеевой почвах, тогда как заметно повышалось на черноземах обыкновенном и выщелоченном. На всех почвах под действием удобрений, особенно в повышенных дозах, увеличивалось количество каротина, что важно для питательной ценности корма. Положительное влияние длительного применения удобрений на качество зеленой массы бобовых трав отмечалось и в последующие ротации севооборота, что видно из данных табл. 4.

Таблица 4. Влияние удобрений на качество зеленой массы бобовых трав, %

Table 4. Effect of fertilizers on the quality of green mass of legumes, %

Вариант / Option	Клевер, зеленая масса, 2012 г. / Clover, green mass, 2012				Люцерна, сено, 2017 г. / Alfalfa, hay, 2017			
	протеин / protein	жир / fat	клетчатка /fiber	зола / ash	протеин / protein	жир /fat	клетчатка /fiber	зола / ash
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль / Control	10,7	1,5	29,0	10,2	20,0	2,36	26,6	8,03
N1P1K1	11,4	1,9	29,9	10,8	20,5	2,40	27,0	8,14
N2P1K1	12,2	1,4	28,9	10,6	20,9	2,42	26,2	8,18
N1P2K1	11,6	1,7	29,7	11,0	20,6	2,41	26,5	8,16
N2P2K1	12,8	1,6	29,6	10,6	21,0	2,43	26,3	8,21
N2P2K2	12,9	1,9	30,0	11,1	21,1	2,43	26,2	8,26
N3P2K1	13,1	1,6	29,4	10,3	21,6	2,44	26,1	8,25
N3P2K2	13,3	1,8	29,0	10,9	21,8	2,42	26,0	8,25
N2P3K1	12,7	2,0	29,4	11,2	21,1	2,48	25,9	8,28
N2P3K2	12,5	2,2	29,8	11,3	21,1	2,46	26,2	8,27
N3P3K1	13,3	1,7	28,3	10,8	21,7	2,50	26,1	8,28
N3P3K3	13,6	2,1	30,1	11,0	21,8	2,56	26,1	8,31

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Навоз+NPK / Manure+NPK	13,1	2,3	30,1	10,8	22,3	2,40	26,3	8,29
Расчетный / Calculated	14,0	2,2	30,3	11,6	22,1	2,58	26,4	8,34

Источник: составлено автором на основании экспериментальных данных.

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

Анализ полученных данных показывает отчетливое увеличение содержания протеина, жира и золы в продукции по мере увеличения доз NPK от одинарной до двойной. Между эквивалентными вариантами разницы практически не наблюдалось, что указывает на равнозначность минеральной и органо-минеральной систем удобрения.

Заключение

Исследования показали значительную эффективность длительного применения полного минерального удобрения в севообороте при выращивании люцерны и клевера на всех основных почвах региона. Установлено повышение урожайности зеленой массы и ее кормовой питательности при использовании возрастающих доз NPK как в отдельности, так и в сочетании с навозом (20-30 т/га). В составе NPK дозы фосфора и калия должны преобладать над дозой азота. Максимальная урожайность зеленой массы клевера (31,8 т/га) и сена люцерны (5,47 т/га) на черноземе выщелоченном была получена по тройной дозе NPK. Вариант с органо-минеральным удобрением превосходил эквивалентную двойную дозу NPK. Наибольшее количество протеина в урожае, порядка 20-21 %, накапливалось по двойной и тройной дозам NPK, заметно превосходя контроль без удобрений.

Список источников

1. Горковенко Л.Г., Бедило Н.А., Ригер А.Н. Эффективность использования стартовых доз азотных удобрений на посевах люцерны изменчивой // Кормопроизводство. 2012. № 4. С. 16-17.
2. Дзанагов С.Х. Эффективность удобрений в севообороте и плодородие почв. - Владикавказ: изд. Горского государственного аграрного университета, 1999. 363 с.
3. Дзанагов С.Х. Питание и удобрение бобовых культур (бобовые травы). - Владикавказ: изд. Горского государственного аграрного университета, 2021. 320 с.
4. Думчева Е.В., Ткаченко И.К. Роль оптимизации минерального питания в формировании кормовой ценности люцерны // Кормопроизводство. 2010. № 5. С. 23-25.
5. Ляшкова Т.В. Урожайность клевера лугового на различных фонах последействия борофоски в условиях Брянской области // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова, Владикавказ, 07 февраля 2017 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 140-143. – EDN YPCMSQ.
6. Переправо Н.И. Эффективность применения органоминерального удобрения на семенных посевах клевера лугового // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова, Владикавказ, 07 февраля 2017 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 137-140. – EDN YPCTMV.
7. Рост и развитие растений люцерны в зависимости от удобрений / Р.А. Цуциев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 3. С. 27-36.

References

1. Gorkovenko LG, Bedilo NA, Rieger AN. Effective use of starting doses of nitrogen fertilizers on the alfalfa fields. *Forage production*. 2012;(4): 16-17. (In Russ.).

2. Dzanagov SH. *Efficiency of fertilizers in crop rotation and soil fertility*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 1999. (In Russ.).
3. Dzanagov SH. *Nutrition and fertilization of legumes (legumes)*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2021. (In Russ.).
4. Dumcheva EV, Tkachenko IK. The role of optimization of mineral nutrition in the formation of the feed value of alfalfa. *Fodder production*. 2010;(5): 23-25. (In Russ.).
5. Lyashkova TV. Productivity of meadow clover on various backgrounds of borofoski aftereffect in the conditions of the Bryansk region. In: *Topical issues of application of fertilizers in agriculture : Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of the scientist-agrochemist, Honored Scientist of Russia, Honored Worker of the Higher School of Russia, Honored Worker of Science and Technology of North Ossetia, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Sozyrko Hasanbekovich Dzanagov, 07 February 2017, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2017. p. 140-143. (In Russ.). – EDN YPCMSQ.
6. Perepravo NI. The effectiveness of the use of organomineral fertilizer on seed crops of meadow clover. In: *Topical issues of application of fertilizers in agriculture : Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of the scientist-agrochemist, Honored Scientist of Russia, Honored Worker of the Higher School of Russia, Honored Worker of Science and Technology of North Ossetia, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Sozyrko Hasanbekovich Dzanagov, 07 February 2017, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2017. p. 137-140. (In Russ.). – EDN YPCTMV.
7. Tsutsiev RA, Dzanagov SH, Lazarov TK, Basiev AE, Kanukov ZT, Khadikov AYu. Growth and development of alfalfa plants depending on fertilizers. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(3): 27-36. (In Russ.).

Информация об авторах

- С. Х. Дзанагов** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. Г. Ваниев – доктор биологических наук, профессор;
Б. С. Калоев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Н. И. Мамсиров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 03.11.2022; одобрена после рецензирования 14.11.2022; принята к публикации 21.11.2022.

Information about the authors

- S. H. Dzanagov** – D.Sc (Agriculture), Professor;
A. G. Vaniev – D.Sc (Biology), Professor;
B. S. Kaloev – D.Sc (Agriculture), Professor;
N. I. Mamsirov – D.Sc (Agriculture), Associate 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 to the editorial office 03.11.2022; approved after review 14.11.2022; accepted for publication 21.11.2022.



Научная статья
УДК 634.13:631.8
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_41

Влияние удобрений на динамику влажности почвы и урожайность яблони в условиях лесостепной зоны РСО-Алания

Татьяна Джемалиевна Асаева^{1✉}, Созырко Хасанбекович Дзанагов²,
Асланбек Георгиевич Ваниев³, Борис Сергеевич Калоев⁴

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

¹asaeva79@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-0289-1164>

²dzanagov.sozyrko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3969-0451>

³aslanbek.vaniev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9344-2024>

⁴bkaloev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6155-2448>

Аннотация. Исследования по изучению влияния органических и минеральных удобрений на динамику влажности почвы и урожайность яблони были проведены в 2018-2022 гг. под плодовыми деревьями яблони сорта Айдаред. Достаточная влагообеспеченность и оптимальная система питания являются основными факторами получения высоких урожаев плодов яблони. Было установлено, что минеральные и органические удобрения положительно влияют на влажность чернозема выщелоченного на галечнике. Плодоносящие деревья яблони имеют мощную, хорошо развитую корневую систему, поэтому с фазы распускания почек до полного плодоношения растения усиленно потребляют влагу и питательные вещества из почвы. Из-за этого в 0-40 см слое почвы происходит значительное снижение влажности. Наибольшая влажность отмечена на контроле. Более влагообеспеченными из удобренных вариантов оказались варианты NP + Навоз - экв. $N_{120}P_{120}K_{120}$ и NP + Навоз - экв. $N_{60}P_{60}K_{60}$, где в начале вегетации влажность составляла 25,0%, к фазе плодоношения снижалась до 25,3%, затем до 20,5 и 19,4 % (к фазе созревания); к фазе уборки происходило повышение – до 24,1 и 23,9 % соответственно. При сравнении вариантов с полным минеральным удобрением наименьшее количество влаги содержалось на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$, которое в среднем за вегетацию в 0-40 см слое почвы составило 22,8 %. Удобрения оказывали положительное влияние на урожай плодов яблони. Наиболее эффективными оказались варианты $N_{150}P_{150}K_{150}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$ и $N_{30}P_{70}$ (до 120 кг/га) + навоз 20 т/га. Одними из важных условий получения высокой урожайности плодовых культур являются достаточная влагообеспеченность и правильное, научно обоснованное внесение минеральных и органических удобрений. В зависимости от погодных условий и системы удобрения более продуктивным оказался 2022 год, где на вариантах $N_{120}P_{120}K_{120}$ и $N_{30}P_{70}$ (до 120 кг/га) + навоз 20 т/га урожай составили 27,5 и 26,0 т/га, что выше контроля на 11,6 и 10,1 т/га.

Ключевые слова: влажность, урожайность, прибавка, яблоня, удобрения, плодоношение, навоз

Для цитирования: Асаева Т.Д., Дзанагов С.Х., Ваниев А.Г., Калоев Б.С. Влияние удобрений на динамику влажности почвы и урожайность яблони в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 44-45. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_41.

Scientific paper

Influence of fertilizers on soil moisture dynamics and apple trees' yield in the forest-steppe zone of North Ossetia-Alania

Tatiana D. Asaeva^{1✉}, Sozyrko H. Dzanagov², Aslanbek G. Vaniev³, Boris S. Kaloev⁴

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

¹asaeva79@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-0289-1164>

²dzanagov.sozyrko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3969-0451>

³aslanbek.vaniev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9344-2024>

⁴bkaloev@yandex.ru,

Abstract. Research on the effect of organic and mineral fertilizers on the dynamics of soil moisture and apple yield was carried out (2018-2022) under the Aydared apple-trees. Sufficient moisture supply and an optimal nutrition system were the main factors for obtaining high yields of apple fruits. It was found that mineral and organic fertilizers had a positive effect on the moisture content of leached chernozem on pebbles. Fruit-bearing apple trees have a powerful well-developed root system. Therefore plants intensively consume moisture and nutrients from the soil from the phase of bud break to full fruiting. For this reason a significant decrease in moisture occurs in the 0-40 cm soil layer. The highest humidity was noted in the control. The most moisture-provided of the fertilized options were the NP + Manure - equiv. N120P120K120 and NP + Manure - equiv. N60P60K60. At the beginning of the growing season the humidity constituted 25.0%; by the fruiting phase it decreased to 25.3%; then to 20.5 and 19.4% (to the ripening phase). By the harvesting phase, there was an increase up to 24.1 and 23.9%, respectively. When comparing the variants with full mineral fertilizer, the least amount of moisture contained in the N60P60K60 variant. This averaged 22.8% for the growing season in a 0-40 cm soil layer. Fertilizers had a positive effect on the yield of apple fruits. The most effective variants were N150P150K150, N120P120K120 and N30P70 (up to 120 kg/ha) + manure 20 t/ha. One of the important conditions for obtaining a high yield of fruit crops is sufficient moisture supply and the correct, scientifically based application of mineral and organic fertilizers. 2022 turned out to be more productive depending on the weather conditions and the fertilizer system. The yields were 27.5 and 26.0 t/ha, which was higher than the control by 11.6 and 10.1 t/ha due to the options N120P120K120 and N30P70 (up to 120 kg/ha) + manure 20 t/ha.

Keywords: humidity, productivity, increase, apple tree, fertilizers, fruiting, manure

For citation: Asaeva T.D., Dzanagov S.Kh., Vaniev A.G., Kaloev B.S. Influence of fertilizers on soil moisture dynamics and apple trees' yield in the forest-steppe zone of North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 41-45. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_41

Введение. Основным фактором роста и развития плодовых культур является обеспеченность растений влагой. При достаточной обеспеченности почв влагой, происходит трансформация удобрений и переход питательных веществ в доступную для растений форму [4, с. 228].

Одним из важных показателей почвенного плодородия является состояние водного режима почвы. Недостаточное количество воды в почве в период цветения плодовых культур приводит к плохому прорастанию пыльцы, следовательно, и к плохому оплодотворению и образованию завязи. В период плодоношения семечковые культуры потребляют из почвы большое количество воды.

Плодовые культуры имеют мощную корневую систему и весьма чувствительны к дефициту влаги в почве.

В настоящее время динамика влажности почвы в зависимости от удобрений в плодовых садах недостаточно изучена [4, с. 228].

Большое значение имеет наличие влаги в почве и почвенном воздухе для корней плодовых деревьев: в период засухи происходит торможение роста активных корней. Деревья, выращенные в условиях достаточной влажности, более зимостойки.

Следует отметить, что в разные периоды жизни водопотребление плодовых деревьев неодинаково и с возрастом сада оно увеличивается. Для нормального роста и плодоношения деревьев влажность почвы должна быть близка к оптимальной влагоёмкости. При достаточной влажности почвы повышается эффективность удобрений в садах, то есть урожайность плодов.

Целью наших исследований является изучение влияния различных доз минеральных и органических удобрений на динамику влажности почвы и урожайность яблони.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в 2018-2022 гг. в 1-ом отделении учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет» в яблоневом саду, заложенном в апреле 2015 года в лесостепной зоне РСО - Алания на выщелоченном черноземе, подстилаемом галечником на глубине 60-80 см.

Площадь питания деревьев 4x5 м, количество деревьев на делянке – 10 штук, повторность четырехкратная, размещение вариантов в саду рендомизированное. Объектом исследований был сорт яблони Айдаред. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрения); 2. N₆₀ P₆₀ K₆₀; 3. N₉₀ P₉₀ K₉₀; 4. N₁₂₀ P₁₂₀ K₁₂₀; 5. N₁₅₀ P₁₅₀ K₁₅₀; 6. NP + Навоз - экв. N₆₀ P₆₀ K₆₀; 7. NP + Навоз - экв. N₁₂₀ P₁₂₀ K₁₂₀.

Удобрения вносили в прикорневую зону, в приствольный круг (комплексное – нитроаммофоска, азотное – аммиачная селитра, фосфорное - простой суперфосфат, органическое – полуперепревший навоз), вносили вручную весной с последующей заделкой на глубину 20 см [1, с. 15; 2, с. 7].

В черноземе выщелоченном на галечнике содержание гумуса по Тюрину составляет в пахотном слое 4,5-6,0 %, рН солевой вытяжки 5,8-6,0, то есть почва слабокислая, гидролитическая кислотность 2,2, обменная кислотность 0,3, сумма поглощенных оснований 33-37 мг-экв /100 г почвы, азота 0,24-0,3%, фосфора 0,2-0,3, калия 1,6-2,3 %, подвижных форм азота 4-10, фосфора 5-14, калия 15-16 мг/100 г [3, с. 10]. Обеспеченность подвижными формами указанных элементов средняя, поэтому в удобренных вариантах дозы их одинаковые.

Важную роль в получении высоких урожаев яблони имеют погодные условия. Климат лесостепной зоны умеренно теплый, за последние годы лето теплое, в зима мягкая. В летний период температура благоприятная для яблони – 25-30 °С. В среднем за год выпадает 650-730 мм осадков [2, с. 7].

Результаты и их обсуждение. За вегетационный период изменение влажности почвы в зависимости от фаз развития плодовых деревьев характеризовались тем, что ранней весной к началу появления почек за счет осенне-зимних осадков наблюдалась оптимальная влажность 0-40 см-го слоя почвы. В дальнейшем температура воздуха повышалась, относительная влажность понижалась, испарение увеличивалось, происходило усиленное потребление влаги в период налива плодов.

В результате исследований установили, что в 0-40 см слое почвы влажность наибольшей была в начале вегетации. К фазе созревания плодов идет постепенное снижение влаги в почве, что можно объяснить усиленным потреблением воды плодовыми растениями по мере нарастания вегетативных и генеративных органов. Затем, к фазе уборки, влажность почвы опять повышалась, что связано со снижением потребления влаги.

Из данных табл. 1 видно, что влажность была максимальной на контрольном варианте – 25,6 % в фазу распускания почек; по мере повышения уровня минерального питания она снижалась. Из всех вариантов с полным минеральным удобрением в среднем за годы исследований наибольшее количество влаги обнаружено в 0-40 см слое почвы на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 24,6% в фазу распускания почек; к фазе созревания плодов ее содержание снижалось до 18,9%, после чего происходило повышение – до 22,0 %. Такая динамика была обусловлена разной потребностью во влаге по фазам вегетации.

Оба варианта с навозом отличались более высоким содержанием влаги в 0-40 см слое почвы, что можно объяснить влагоудерживающей способностью навоза. На варианте NP + Навоз - экв. $N_{120}P_{120}K_{120}$ в среднем за вегетацию наблюдалось большее количество влаги по сравнению с эквивалентным вариантом $N_{120}P_{120}K_{120}$ – превышение в среднем на 1,8%.

Таблица 1. Динамика влажности почвы под яблоней в зависимости от удобрений, 0-40 см слой, %, в среднем за 5 лет

Table 1. Dynamics of soil moisture under an apple orchard depending on fertilizers, 0-40 cm layer, % (average for 5 years)

Варианты / Options	Фазы вегетации / Vegetation phases					Среднее за вегетацию / Average for the growing season
	распускание почек / budding	цветение / blossom	плодоношение / fruiting	созревание плодов / fruit ripening	уборка / harvesting	
Контроль / Control	25,6	28,7	21,8	20,0	23,4	23,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	24,6	27,9	20,8	18,9	22,0	22,8
$N_{90}P_{90}K_{90}$	24,1	26,4	20,1	18,0	21,4	22,0
$N_{120}P_{120}K_{120}$	23,5	25,6	19,3	16,9	20,3	21,3
$N_{150}P_{150}K_{150}$	22,9	24,6	18,2	15,8	19,7	20,0
NP + Навоз - экв. $N_{60}P_{60}K_{60}$	25,0	28,0	20,3	19,4	23,9	23,3
NP + Навоз - экв. $N_{120}P_{120}K_{120}$	25,3	28,5	22,4	20,5	24,1	24,1

Источник: составлено автором на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Таблица 2. Влияние удобрений на урожайность сортов яблони сорта Айдаред, т/га, в среднем за 5 лет
Table 2. The effect of fertilizers on the Aidared variety, t/ha, (average for 5 years)

Варианты / Options	Урожай / Yield						Прибавка / Increase	
	2018	2019	2020	2021	2022	среднее/ Average	т/га/ t/ha	%
Контроль / Control	12,5	14,6	15,5	13,9	15,9	14,5	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15,0	18,4	19,1	17,7	20,3	18,1	3,6	24,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18,5	19,0	20,7	19,6	21,4	19,8	5,3	36,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	23,5	25,0	25,2	26,8	27,5	25,6	11,1	76,5
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	28,5	26,9	26,6	25,7	25,0	26,5	12,0	82,7
NP + Навоз - экв. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16,0	17,6	19,8	17,2	20,8	18,3	3,8	26,2
NP + Навоз - экв. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	21,5	25,2	24,6	24,1	26,0	24,3	9,8	67,5
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	3,2	3,0	3,1	2,9	3,2	-	-	-

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.
Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

На вариантах с увеличением уровня обеспеченности питательными элементами плодовые культуры развивались энергичнее, накапливали большую биомассу (налива плодов), поэтому процессы транспирации проходили более интенсивно, что требовало большего расхода влаги [3, с. 1].

От влагообеспеченности в огромной степени зависит рост, развитие и продуктивность плодовых культур, а также использование ими удобрений. Ежегодное внесение минеральных и органических удобрений на черноземах выщелоченных, подстилаемых галечником на небольшой глубине, обеспечивает хорошее развитие растений и повышает их продуктивность.

По вариантам полного минерального удобрения повышалась урожайность яблони, причем по-разному. Наиболее продуктивным оказался 2022 год из-за более благоприятных погодных условий, благодаря чему был получен высокий на варианте N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ – 27,5 т/га, в среднем за 5 лет 25,6 с прибавкой 76,5 % (табл. 2).

Из двух вариантов NP с навозом наиболее эффективным оказался NP + Навоз - экв. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, где урожайность составила в среднем 24,3 т/га, что выше контроля на 9,8 т/га, или 67,5 %. Сравнение их с эквивалентными вариантами показало, что варианты органо-минеральной системы удобрения заметно уступали вариантам минеральной системы. Это можно объяснить неполным разложением навоза и усвоением из него питательных элементов микрофлорой почвы, а также их расходом на новообразование гумуса.

Таким образом, возрастающие дозы удобрений существенно повышали урожай плодов яблони сорта Айдаред благодаря достаточной увлажненности почвы.

Заключение

На удобренных вариантах происходило более интенсивное потребление влаги плодовыми растениями, что вызывало снижение влажности почвы. На удобренных вариантах влажность 0-40 см-го слоя почвы в среднем за вегетационный период была ниже, чем на контроле в связи с более интенсивным потреблением влаги. По этому показателю варианты с органо-минеральным удобрением заметно превосходили варианты с минеральным удобрением.

Все изучаемые удобрения способствовали повышению урожайности яблони. Наиболее эффективными оказались варианты N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ и NP + Навоз - экв. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, обеспечившие среднюю урожайность на уровне 24,3-26,5 т/га против 14,5 т/га на контроле.

Список источников

1. Асаева Т.Д., Газданов А.В. Эффективность применения удобрений под различные сорта груши на выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья при орошении // . 2021. Т. 58. № 2. С. 15-22.

2. Влияние минерального и органического питания на урожай яблони в лесостепной зоне РСО–Алания / Т.Д. Асаева [и др.]. // . 2022. Т. 59. № 1. С. 7-11.

3. Дзанагов С.Х., Черджиев Д.А., Томаев А.Б. Влияние различных удобрений на ростовые процессы и урожайность рапса ярового на черноземе выщелоченном РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 3. С. 10-15.

4. Спиваковский Н.Д. Основные вопросы системы удобрения в садоводстве // Материалы Всесоюзной научно-производственной конференции: Почвенные условия, удобрение и урожайность плодовых и ягодных культур, 18-20 марта 1968г., Киев; / под общ. ред. В.А. Колесникова. - Киев: Урожай, 1970. С. 228.

5. Влияние различных доз удобрений на агрохимические показатели, питательный режим выщелоченного чернозема и урожайность сои в условиях лесостепной зоны РСО–Алания / А.Ю. Хадиков [и др.]. // . 2012. Т. 49. № 3. С. 31-37.

References

1. Asaeva TD, Asaeva TD, Gazdanov AV. Efficiency of fertilization for different pear varieties on leached chernozem of the Central Ciscaucasia during irrigation. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;52(3): 10-15. (In Russ.).

2. Asaeva TD, Osikina RV, Vaniev AG, Sokaev KE. The influence of mineral and organic nutrition on the apple harvest in the forest-steppe zone of RNO–Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(1): 7-11. (In Russ.).

3. Dzanagov SH, Cherdzhiev DA, Tomaev AB. The effect of different fertilizers on the growth processes and yielding capacity of spring rape on leached chernozem in North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(3): 10-15. (In Russ.).

4. Spivakovskiy ND. Basic questions of the fertilizer system in horticulture. In: Kolesnikov VA. (eds.) *Materials of the All-Union Scientific and Production Conference : Soil conditions, fertilization and productivity of fruit and berry crops, 18-20 March 1968, Kiev*. Kiev: Harvest; 1970. p. 228. (In Russ.).

5. Khadikov AY, Kanukov ZT, Basiev AE, Lazarov TK, Dzanagov SH. Influence of different fertilizer doses on agro-chemical indexes, nutritious regime of leached chernozem and soybean productivity in conditions of forest-steppe zone in North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(3): 31-37. (In Russ.).

Информация об авторах

Т. Д. Асаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С. Х. Дзанагов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. Г. Ваниев – доктор биологических наук, профессор;

Б. С. Калоев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 18.11.2022; одобрена после рецензирования 01.12.2022; принята к публикации 07.12.2022.

Information about the authors

T. D. Asaeva – PhD (Agriculture), Associate Professor;

S. H. Dzanagov – D.Sc (Agriculture), Professor;

A. G. Vaniev – D.Sc (Biology), Professor;

B. S. Kaloev – D.Sc (Agriculture), 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 18.11.2022; approved after reviewing 01.12.2022; accepted for publication 07.12.2022.

Научная статья

УДК: 631/635

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_46

Мониторинг агрегатного состава почвы под различными культурами в горной зоне Северной Осетии

Сергей Эдуардович Кучиев^{1✉}, Лариса Жураповна Басиева²,
Нурбий Ильясович Мамсиров³

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

³Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Майкопского государственного технологического университета, Майкоп, Россия

¹sergio_k73@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-1953-6724>

²alagirka@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-0718-9056>

³nur.urup@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>

Аннотация. Мониторинг почвенных агрофизических исследований в условиях развития эрозионных процессов на склоновых и горных почвах обусловлен необходимостью сохранения почвенного плодородия для последующих поколений. Структурно-агрегатный состав один из показателей агрофизического плодородия почв, обосновывающих изменения, происходящие в почве под воздействием внешней среды (природных факторов) и интенсивности ее сельскохозяйственного использования. Исследования проводились на горном многолетнем стационаре СКНИИГПСХ – филиал «ВНУ РАН» с. Даргавс. Изучение эрозионных процессов на горно-луговых почвах в Даргавской котловине обусловило определение многих показателей плодородия почвы (объемной массы, строение пахотного слоя, влажности почвы, водопрочности почвенной структуры, учеты стока и смыва), под большим набором сельскохозяйственных культур структурно-агрегатный состав, один из этих показателей, к которому мы обратились в данной работе, он зависит от культуры, срока и глубины взятия образца. На глыбистую структуру приходилось 21,7-62,9 %, макроструктуру - 35,6-78,0 %, микроструктуру - 0,3-7,4 %. Обработка почвы механическими орудиями приводила к разрушению глыбистой структуры, их количество снижалось в два раза. Разрушение глыбистой структуры приводило к возрастанию макроагрегатов, при этом содержание пылеватых фракций так же значительно увеличивалось в 1,8-2,2 раза. Структура почвы разрушалась под действием дождевых капель, механических обработок, потерь гумуса, за счет выноса с урожаем и эрозионными процессами, что привело к увеличению глыбистой и пылеватой фракции, уменьшая коэффициент структурности. Коэффициент структурности по сопоставимым вариантам снизился на 1,74 единицы. Так, в посевах многолетних трав он уменьшился на 0,9 единиц, овса 2,36; озимой ржи 3,5; картофеля 2,02. Среднее значение первого периода исследований обеспечивало в среднем по посевам величину 2,96, а в настоящее время составляет 1,52 единицы.

Ключевые слова: плодородие, структура почвы, агрегаты, коэффициент структурности

Для цитирования: Кучиев С.Э., Басиева Л.Ж., Мамсиров Н.И. Мониторинг агрегатного состава почвы под различными культурами в горной зоне Северной Осетии // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 46-53. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_46.

Scientific paper

Monitoring of the soil aggregate composition under various crops in the mountainous zone of North Ossetia

Sergey Ed. Kuchiev^{1✉}; Larisa Zh. Basieva²; Nurbiy I. Mamsirov³

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

³Research Institute of Agriculture of the Maykop State Technological University, Maykop, Russia

¹sergio_k73@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-1953-6724>

²alagirka@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0718-9056>

³nur.urup@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>

Abstract. Monitoring of soil agrophysical research in the conditions of development of erosion processes on slope and mountain soils is due to the need to preserve soil fertility for the future generations. The structural and aggregate composition is one of the indicators of the agrophysical soil fertility. It also justifies the changes occurring in the soil under the influence of the external environment (natural factors) and the intensity of its agricultural use. The research was carried out at the mountain long-term station of NCSCMFA (a branch of VSC RAS) in Dargavs village. The study of erosion processes on mountain meadow soils in the Dargavs basin led to the determination of many indicators of soil fertility (bulk mass, structure of the arable layer, soil moisture, water resistance of the soil structure, accounting for runoff and washout). The blocky structure amounted to 21.7-62.9 %, the macrostructure amounted to 35.6-78.0 % and the microstructure amounted to 0.3-7.4 %. Tillage with mechanical tools led to the destruction of the blocky structure and their number was reduced by half. The destruction of the blocky structure led to an increase in macroaggregates, while the content of silty fractions also significantly increased by 1.8-2.2 times. Soil structures were destroyed under the influence of raindrops, mechanical treatments and humus losses due to removal with crops and erosion processes, which led to an increase in the blocky and dusty fraction and a decrease in the structural coefficient. The structural coefficient for comparable options decreased by 1,74 units. So in crops of perennial grasses it decreased by 0.9 units, oats by 2,36, winter rye by 3.5, potatoes by 2.02. The average value of the first period of research provided an average value of 2.96 for crops and it is 1.52 units at present.

Keywords: *fertility, soil structure, aggregates, structural coefficient*

For citation: Kuchiev S.E., Basieva L.Zh., Mamsirov N.I. Monitoring of the soil aggregate composition under various crops in the mountainous zone of North Ossetia. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 46-53. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_46.

Введение. Возможность безопасного для плодородия почвы возделывания сельскохозяйственных культур на склоновых землях вызывает объективную необходимость изучения множества сопутствующих показателей, в том числе и агрофизических показателей.

Обзор литературы. Горные территории являются значительным резервом для расширения агропромышленного производства, однако их хрупкость и «экологическая ранимость» предполагают необходимость осторожного, возвышенного и научно обоснованного подхода к вопросу их вовлечения в активное использование [1, 2].

Структурой называются различные по форме и величине агрегаты, в которые склеены почвенные частицы. Способность почв распадаться на агрегаты называется структурностью. Структура почвы изменяется под воздействием произрастающей на ней растительности, часть культур оказывает положительное влияние, оструктурируя почву в процессе своей жизнедеятельности, часть снижает. Негативное действие выражается в изменение соотношения доли глыбистой и пылеватой фракций, глыбистая вызывает недостаточное обеспечение растений влагой, а пылеватые подвержены смыву в процессе эрозии [2, 3]. В агрономической науке принято считать, что увеличение доли агрегатов размером от 1 до 5 мм создает благоприятные условия для обеспечения растения воздухом, водой, элементами питания, а также обеспечивает оптимальное соотношение такого показателя как объемная масса [4-6].

В связи с этим **цель исследований** заключалась в мониторинге структурно-агрегатного состава горно-луговой субальпийской выщелоченной, с перегнойно-иллювиальным горизонтом, суглинисто-щебнистой на элювии глинистых сланцев почве, под сельскохозяйственными культурами.

Методика исследований Исследования проводились на землях Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» на горном многолетнем стационаре с. Даргавс. Исследования проводились в два этапа - 1996-1998 и 2008-2013 годы.

В опыте возделывались **многолетние травы:** «клевер различных лет пользования»; **зерновые культуры сплошного способа сева:** озимая пшеница, озимый ячмень, озимая рожь, овес, овес с подсевом многолетних трав; **пропашные культуры:** картофель, кукуруза, столовая свекла, капуста.

Закладку опыта, фенологические наблюдения, статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение. Произрастающая растительность и климатические условия оказывают влияние на структуру почвы. В 1996 году только закладывался длительный стационарный опыт. Участок был покрыт травянистой растительностью, подвергся распашке и в начале вегетации, после проведенной планировки и закладки опыта, на долю глыбистой фракции приходилось от 1,7 до 13,8% агрегатов. В первый рассматриваемый период 1996-1998 годы в среднем на глыбистые фракции более 10 мм, в слое 0-30 см, под всеми изучаемыми вариантами приходилось 22,4%. Рассматривая данные по слоям, можно проследить следующую тенденцию, в практически под всеми вариантами наибольшее их количество приходилось на слой 10-20 см и достигло 25,1% в слое 20-30 см - эта величина составила 23,9%, а в первом горизонте она составила 18,3%. На наш взгляд, это обусловлено обработкой почвы. Не только глубина оказывает влияние на данный показатель, значительное влияние оказывала культура и расположение основной массы корневой системы в разных слоях почвы. Так наименьшее количество глыбистой фракции в верхнем слое отмечалось в посевах озимой - 12,1%. Остальные культуры можно расположить в порядке возрастания - овес и овес с подсевом многолетних трав 16,2%; картофель 17,5; многолетние травы 19,1 первого года и 23,2 второго года пользования. Как уже отмечалось выше увеличение глубины оказывало влияние на содержание глыбистой фракции, в посевах озимой ржи он достиг значений 14,9%, овса 18,5, овса с подсевом 23,6, картофеля 24,2, многолетних трав 22,6 и 24,9%. На контрольных вариантах чистый пар и естественная горно-луговая растительность в первом слое составляло 18,9% и 23,3, а с глубиной достигал 27,2 и 43,9%. Большое количество глыбистой структуры в посевах естественной растительности обусловлено значительным количеством корневых волосков, обеспечивающих сохранность больших комков почвы.

Макроструктурой в агрономии принято считать совокупность агрегатов от 0,25 мм до 10 мм, их количество в почве и способствует созданию условий для жизни развития и продуктивности сельскохозяйственных культур. В рассматриваемом периоде в среднем под всеми культурами во всех слоях их количество составляло 73,2 %. Средняя величина суммы макроагрегатов по культурам наибольшая отмечалась в верхнем горизонте 0-10 см и составляла 77,1%, в слоях 10-20 и 20-30 см эта величина составляла 71,0 и 71,6 %. Различия наблюдались и под культурами, наибольшее количество отмечено в посевах озимой ржи 83,3 % в верхнем горизонте, с глубиной их количество снижалось до 79 и 74 %. Наименьшее под естественной растительностью их количество достигает величины 53-57 % в нижних горизонтах, что обуславливается сложением необрабатываемого участка.

В изучаемых почвах на склоновых землях регламентирующим показателем защищенности почв являются пылеватые фракции. В первый рассматриваемый период, в слое 0-30 см их наибольшее количество отмечено в посевах озимой ржи 5,65 %, овса 4,95, многолетних трав второго года пользования 4,78 и картофеля 4,68 %. Такое распределение на наш взгляд образуется обратной зависимостью к количеству смытой пылеватой фракции, чем больше ее наблюдается в посевах, тем меньше ее смыто на данный период.

Таблица 1. Структурно агрегатный состав, % 1996-1998 гг.
Table 1. Structural and aggregate composition, % (1996-1998)

Культуры / Crop	Слой / Layer	>10	10-7	7-5	5-3	3-1	2-1	1-0,5	0,5- 0,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Клевер 1/ Clover 1	0-10	19,12	7,65	7,92	17,68	18,33	16,51	3,67	4,94
	10-20	22,62	9,03	8,42	16,99	16,18	14,63	4,82	4,24
	20-30	21,84	8,98	8,51	16,52	16,37	15,34	3,58	4,96
Клевер 2/ Clover	0-10	23,23	8,02	8,39	17,22	16,98	15,02	3,18	4,22
	10-20	24,93	8,12	8,25	16,01	15,21	14,41	3,14	4,40
	20-30	26,49	7,96	8,09	15,86	14,91	14,30	2,85	4,45
Овес / Oat	0-10	16,26	7,46	8,23	17,86	18,40	18,00	3,83	5,52
	10-20	18,58	8,18	8,71	18,08	18,40	15,98	3,25	4,57
	20-30	15,15	7,75	7,22	17,21	18,83	18,07	4,17	5,42

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Озимая рожь/ Winter rye	0-10	12,10	6,34	8,03	19,34	20,76	20,40	3,38	5,14
	10-20	14,99	7,77	7,62	17,31	17,70	19,0	4,00	5,77
	20-30	15,52	7,80	7,93	17,28	17,58	17,78	3,90	5,61
Картофель / Potato	0-10	17,53	9,24	8,83	18,06	15,41	17,04	3,33	4,55
	10-20	24,24	9,78	9,33	17,44	15,70	13,79	2,66	3,60
	20-30	20,94	8,94	9,12	18,18	16,46	14,84	2,96	3,97
Овес+клевер / Oat+clover	0-10	16,23	7,66	8,37	19,27	18,76	17,85	3,33	4,78
	10-20	23,59	8,75	8,18	16,83	16,14	15,09	3,24	4,45
	20-30	25,60	9,39	8,94	16,69	15,35	13,83	2,87	4,15
Чистый пар / Pure steam	0-10	18,99	7,36	8,09	17,24	17,51	17,78	3,41	5,31
	10-20	27,20	9,67	8,63	16,74	14,47	13,69	2,73	3,81
	20-30	25,41	9,19	8,72	16,85	15,37	14,21	3,11	4,02
Естественная растительность / Natural vegetation	0-10	23,32	8,78	8,04	17,74	16,99	13,29	2,37	4,26
	10-20	43,93	11,41	8,87	12,58	9,53	7,63	1,84	1,91
	20-30	40,54	9,79	8,53	14,27	11,58	8,33	1,96	2,54

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных

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

Мониторинг развития эрозионных процессов в горно-луговых почвах обусловил необходимость возобновления исследований, в результате чего получены новые данные по исследуемой теме.

Таблица 2. Структурно агрегатный состав, % 2008-2013 гг.
Table 2. Structural aggregate composition, % (2008-2013)

Культуры / Crop	Слой /Layer	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5- 0,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Клевер / Clover	0-10	27,09	7,27	9,11	16,25	15,93	12,76	2,88	3,75
	10-20	33,07	7,53	8,79	15,01	13,60	10,85	2,89	3,89
	20-30.	33,94	6,82	9,09	14,23	13,54	11,54	3,18	3,22
Овес / Oat	0-10	39,60	8,44	7,60	15,25	12,86	10,53	1,49	2,31
	10-20	49,98	7,76	6,61	12,14	10,05	8,53	1,24	2,02
	20-30	39,24	8,71	7,58	15,38	13,21	10,79	1,47	2,17
Озимая рожь / Winter rye	0-10	49,83	8,18	5,91	10,45	8,06	6,63	1,48	1,54
	10-20	64,16	7,74	6,06	8,15	6,04	4,46	0,56	1,11
	20-30.	61,44	7,53	6,22	9,46	6,66	5,07	0,72	1,22
Оз. пшеница /Winter wheat	0-10	28,46	9,80	9,95	19,93	14,08	11,26	1,50	2,33
	10-20.	46,23	8,66	8,43	15,03	10,57	7,25	1,22	1,58
	20-30	40,16	9,33	7,97	14,77	12,15	9,02	1,52	2,30
Оз. ячмень / Winter barley	0-10	37,39	8,34	8,65	15,73	13,64	10,40	1,82	2,12
	10-20	41,95	8,91	8,72	14,56	11,72	8,38	1,68	1,97
	20-30	40,07	9,76	8,94	14,55	11,79	8,91	1,76	2,15

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Овес+клевер / Oat+clover	0-10	28,28	8,08	11,53	17,65	14,57	11,99	2,28	2,95
	10-20	22,00	4,88	9,57	19,13	18,83	14,25	3,10	4,04
	20-30	13,17	6,40	10,10	18,27	19,17	17,15	4,65	5,52
Картофель / Potato	0-10	45,82	7,80	7,44	11,52	10,60	9,16	2,37	2,57
	10-20	56,96	7,49	6,16	10,03	8,07	6,34	1,26	1,55
	20-30	48,74	8,26	7,52	11,52	10,03	8,00	1,82	1,94
Капуста / Cabbage	0-10	36,69	7,76	7,00	13,30	13,23	11,98	2,87	3,47
	10-20	40,47	6,53	6,28	12,00	12,66	11,65	3,34	3,51
	20-30	39,34	8,55	7,59	13,63	12,13	10,53	2,54	2,89
Свекла / Beet	0-10	28,53	7,10	7,46	15,49	15,42	14,67	2,94	4,22
	10-20	35,17	7,48	8,25	14,93	14,00	11,86	2,22	3,04
	20-30	35,74	7,81	7,68	13,96	13,70	11,64	2,75	3,40
Кукуруза / Corn	0-10	34,76	7,61	6,78	14,59	13,37	13,10	2,65	3,53
	10-20	44,26	8,13	7,58	12,81	11,21	9,44	1,87	2,24
	20-30	32,00	8,95	8,46	16,12	13,81	11,53	2,25	3,05
Яр. ячмень / Barley	0-10	34,05	8,45	10,47	14,29	14,11	10,90	2,90	2,48
	10-20	52,84	7,42	7,05	10,85	9,54	7,02	1,96	1,61
	20-30	36,23	7,99	8,89	13,28	15,40	11,42	3,17	2,84

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.

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

Доля глыбистых агрегатов под всеми культурами по сравнению с первым этапом исследований значительно возросла с 22,4 до 39,3 %, что, на наш взгляд, обусловлено влиянием интенсивных технологий механических обработок почвы, в результате происходят изменения в показателях плодородия, снижая эффективность использования пашни.

Суммарные изменения по количеству глыбистых фракций по горизонтам в среднем следующие, в слое 0-10 см он увеличился на 48,4 %, 10-20 на 50,2 %, а в слое 20-30 на 37,2 %.

Изменения в величине глыбистой структуры оказали пропорциональные изменения макроструктуры, на ее долю стало приходиться в среднем 57,7 %. Более значительно уменьшение коснулось среднего изучаемого горизонта 10-20 см и составило 53,1%, что почти на 18 % меньше прошлого периода. В верхнем слое 0-10 и слое 20-30 см она составляла 60,9 и 59,0 %.

Как и в предыдущем рассматриваемом периоде, культуры оказывали влияние на структурно-агрегатный состав. Их можно расположить в порядке уменьшения макроструктуры: овес с подсевом многолетних трав 74; клевер 64; столовая свекла 63; озимая пшеница 59,5; кукуруза 59; озимый ячмень 58; капуста, яровой ячмень 57; картофель 47; наименьший в посевах озимой ржи 38%. Анализируя данные, следует отметить, что интенсивное использование пашни приводит к неутешительным результатам. Так, наиболее стабильными посевами зарекомендовали себя поля клевера различных годов пользования и овса с подсевом клевера. Овес с подсевом многолетних трав обеспечивал практически неизменным состояние почвы, а под многолетними травами данный показатель снизился приблизительно на 6 %, это наименьшая величина изменений. В посевах он составил - картофеля 33 %, овса 24 %, озимой ржи 40 %.

Под микроструктуру в почве изначально отводится небольшое количество, в связи с чем изменения так же незначительны. Так в посевах многолетних трав в первый период в среднем величина микроструктуры составляла 4,25 %, во второй период она достигла значения 4,59, что на 5,6 % больше. В посевах овса она значительно сократилась - с 4,95 до 4,68. Так же уменьшилось их количество под посевом картофеля и озимой ржи - на 50 % и 34 %.

Структура почвы разрушалась под действием дождевых капель, механических обработок, потерь гумуса за счет выноса с урожаем и эрозионными процессами, что привело к увеличению глыбистой и пылевой фракции, уменьшая коэффициент структурности.

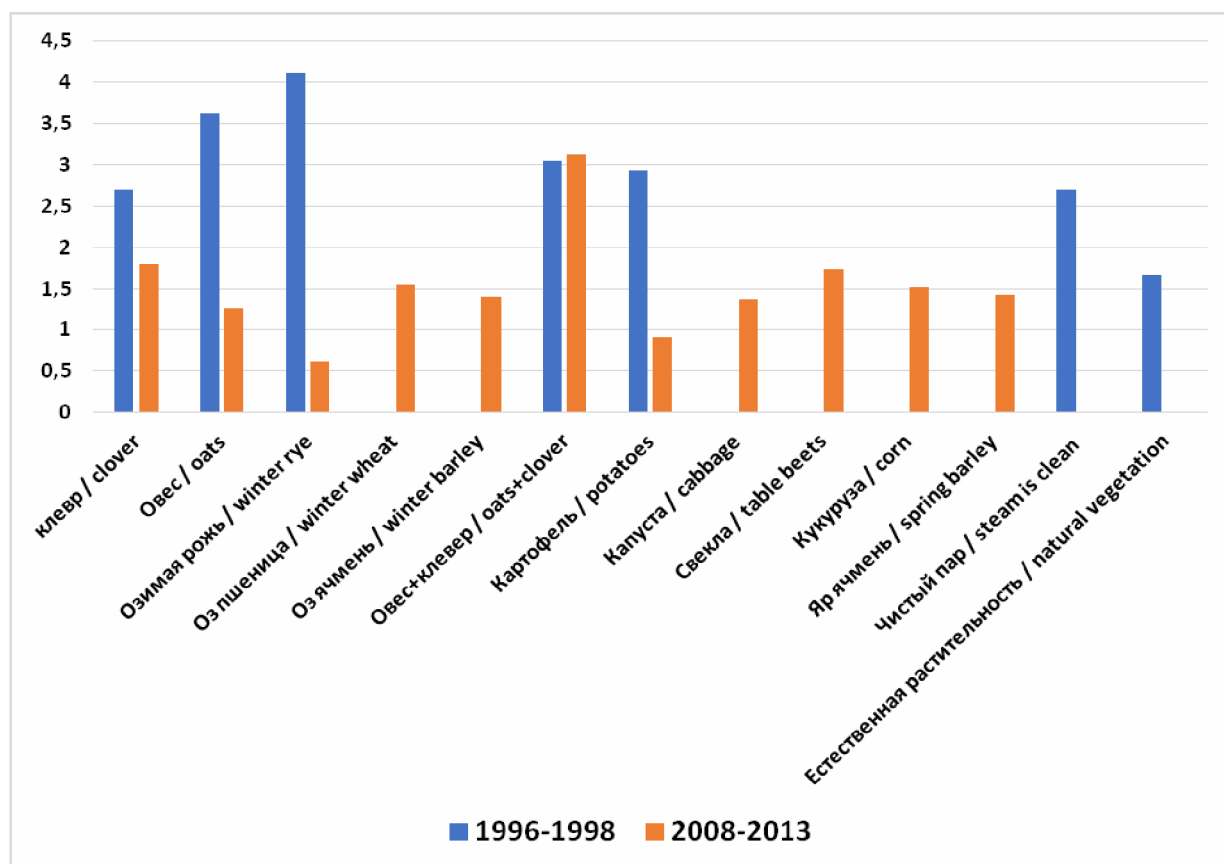


Рис. 1. Коэффициент структурности, %
Fig. 1. Structural coefficient, %

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.
Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

Коэффициент структурности значительно изменяется за период вегетации, так, после основной обработки почвы он может сильно превышать средние значения, представленные в таблицах, однако постепенное оседание почвы до равновесной плотности к середине вегетации приводят показатели коэффициента структурности до соизмеримых показателей. Продолжительность периода вегетации культуры оказывала, на наш взгляд, значительное влияние на коэффициент структурности. Так, в посевах овса после обработки на макроструктуру приходятся значительные величины, на эрозионно-опасные до 3%, защитное значение незначительно в связи с коротким периодом вегетации, а коэффициент структурности за этот период не успевает снизиться. А посевы озимых культур занимают поле более длительное время в наиболее эрозийно-опасный период, причем величина среднего коэффициента структурности значительно меньше овса.

Заключение

Рассматривая культуры, на которых проходили исследования во второй этап, можно с уверенностью отметить, что изменившееся состояние почвы всего опытного участка поспособствовало получившимся значениям величины глыбистой фракции. Так, в посевах озимой пшеницы и озимого ячменя на долю глыбистой фракции пришлось в среднем 38-39 %, яровой ячмень соответственно 41 %, а макроструктуры 58-59 %, соизмеримые показатели получились и в посевах пропашных культур, капусты, столовой свеклы, кукурузы - 33-38 % глыбистой фракции.

Полученные данные показывают, что коэффициент структурности по сопоставимым вариантам снизился на 1,74 единицы. Так, в посевах многолетних трав он уменьшился на 0,9 единиц, овса 2,36; озимой ржи 3,5; картофеля 2,02. Среднее значение первого периода исследований обеспечивало в среднем по посевам величину 2,96, а в настоящее время она составляет 1,52 единицы.

Список источников

1. Адиньяев Э.Д., Джериев Т.У. Ландшафтное земледелие горных территорий и склоновых земель России. – М.: Агропрогресс, 2001. 404 с. – EDN YRQLMT.
2. Адиньяев Э.Д., Джериев Т.У., Кучиев С.Э. Экологические аспекты совершенствования структуры посевных площадей в субальпийском поясе Северной Осетии // Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества и региональной политики горных районов : Тезисы докладов участников IV Международной конференции, Владикавказ, 23–26 сентября 2001 года. – Владикавказ: Ремарко, 2001. – С. 551. – EDN OFYYVK.
3. Кучиев С.Э., Басиева Л.Ж., Адиньяев Э.Д. Оценка возделывания сельскохозяйственных культур в горной зоне // Проблемы устойчивого развития горных территорий Кавказа : Тезисы докладов XI межвузовской региональной студенческой конференции, Владикавказ, 10 декабря 1998 года. – Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 1998. – С. 58-59. – EDN CLOOPS.
4. Кучиев С.Э., Рогова Т.А., Басиева Л.Ж. Защита земель от эрозионных процессов и формирование экологически устойчивых агроландшафтов для горной зоны Северной Осетии // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 8(175). С. 54-59. – EDN WXMLAW.
5. Адиньяев Э.Д., Кучиев С.Э., Басиева Л.Ж. Динамика агрегатного состава почвы под различными культурами в горной зоне Северной Осетии // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т. 47. № 2. С. 10-13. – EDN NCZPIL.
6. Монгуш Л.Т. Структурно-агрегатный состав почвы под многолетними травами в темно-каштановой почве в условиях Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12(177). С. 93-96. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-93-96. – EDN YCURVU.

References

1. Adinyaev ED, Djeriev TU. *Landscape agriculture of mountainous territories and slope lands of Russia*. Moscow: Agropgress; 2001. (In Russ.). – EDN: YRQLMT.
2. Adinyaev ED, Djeriev TU, Kuchiev SE. Ecological aspects of improving the structure of cultivated areas in the subalpine belt of North Ossetia. In: *Sustainable development of mountain territories: problems of regional cooperation and regional policy of mountain areas : Abstracts of reports of participants of the IVth International Conference, 23-26 September 2001, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Remarko; 2001. p. 551. (In Russ.). – EDN: OFYYVK.
3. Kuchiev SE, Basieva LZh, Adinyaev ED. Assessment of cultivation of agricultural crops in the mountainous zone. In: *Problems of sustainable development of mountainous territories of the Caucasus : Abstracts of the XI interuniversity regional student Conference, 10 December 1998, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov; 1998. p. 58-59. (In Russ.). – EDN: CLOOPS.
4. Kuchiev SE, Rogova TA, Basieva LZh. Protection of lands against erosion and formation of ecologically sustainable agrolandscapes for the mountain zone of North Ossetia. *Land management, cadastre and monitoring of lands*. 2019;8(175): 54-59. (In Russ.). – EDN: WXMLAW.
5. Adinyaev ED, Kuchiev SE, Basieva LZh. Dynamics of aggregate composition of soil under various crops in the mountainous zone of North Ossetia. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2010;47(2): 10-13. (In Russ.). – EDN NCZPIL.
6. Mongush LT. Structural and aggregate soil composition under perennial grasses in dark chestnut soil under the republic of Tyva conditions. *Bulletin of KrasGAU*. 2021;12(177): 93-96. (In Russ.). Available from: DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-93-96. – EDN YCURVU.

Информация об авторах

С. Э. Кучиев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Л. Ж. Басиева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Н. И. Мамсиров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 10.11.2022; одобрена после рецензирования 23.11.2022; принята к публикации 30.11.2022.

Information about the authors

S. E. Kuchiev – PhD (Agriculture), Associate Professor;
L. Zh. Basieva – PhD (Agriculture), Associate Professor;
N. I. Mamsirov – D.Sc (Agriculture), Associate Professor.

Contributions of the authors

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

The article was submitted to the editorial office on 10.11.2022; approved after review 23.11.2022; accepted for publication 30.11.2022.



ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.033

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_54

Влияние ряда факторов на жизнеспособность приплода коров калмыцкой породы при отгонно-горном содержании в условиях РСО-Алания

**Мурат Эхьяевич Кебеков¹, Олег Казбекович Гогаев²,
Рита Дмитриевна Бестаева³✉, Алена Владимировна Дзеранова⁴**

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

¹kebekob.murat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6835-513X>

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

³ritabestaeva@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-5129-2678>

⁴alena.dzeranova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9175-3256>

Аннотация. Факторы, влияющие на выживаемость телят калмыцкой породы в первый месяц жизни при отгонно-горном содержании, в условиях РСО-Алания изучаются впервые. С этой целью в условиях СПК Ардонского района РСО-Алания был изучен вопрос жизнеспособности приплода коров калмыцкой породы при отгонно-горном содержании. Общее число телят, участвовавших в опыте, составило 251 голова, в том числе 133 бычка и 118 телочек. Анализ результатов исследований сохранности телят по полу показал, что падеж у телочек составил в первый месяц после рождения 4,1 %, у бычков – 4,8 %. По времени рождения отход поздних телят был на 3,6 % больше, чем ранних телят. В том числе 1 % отхода случился по пути следования к местам летнего содержания. Среди ранних телят имел место падеж по причине желудочно-кишечных заболеваний. В данном опыте коровы калмыцкой породы имели возможность своевременно запуститься и сохранить энергию для вынашивания плода. Благодаря этому, в опыте был только один отход по причине позднего запуска матери.

Ключевые слова: наследственность, резистентность, отгонно-горное содержание, ранние отелы, постнатальное развитие, сухостойный период, деловой молодняк

Для цитирования: Кебеков М.Э., Гогаев О.К., Бестаева Р.Д., Дзеранова А.В. Влияние ряда факторов на жизнеспособность потомства калмыцких коров при отгонно-горном содержании в условиях РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 54-60. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_54.

Scientific paper

Impact of some factors on the viability of Kalmyk breed cows' offspring in the conditions of transhumance-mountain content (territory of North Ossetia-Alania)

Murat E. Kebekov¹, Oleg K. Gogaev², Rita D. Bestaeva^{3*}, Alena V. Dzeranova⁴

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

¹kebekob.murat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6835-513X>

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

³ritabestaeva@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-5129-2678>

⁴alena.dzeranova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9175-3256>

Abstract. Factors influencing the survival rate of Kalmyk calves in their life first month at transhumance-mountain content in the conditions of North Ossetia-Alania are studied for the first time. For this purpose the issue of the viability of the Kalmyk breed cows' offspring was studied at transhumance-mountain content in the conditions of the agricultural complex of the Ardon region (Republic of North Ossetia-Alania). The total number of calves participating in the experiment amounted to 251 heads (133 bulls and 118 heifers). Analysis of the results of the studies of the calves' safety by sex showed that the death rate in heifers in the first month after birth was 4.1 % and it amounted to 4.8 % in bulls. Late calves' mortality was 3.6 % more than that of the early calves according to the birth time. Moreover 1% of calves' mortality happened on the way to the places of summer detention. There were deaths due to gastrointestinal diseases among the early calves. During this experiment cows of the Kalmyk breed had the opportunity to start up in a timely manner and save energy for bearing the fetus. Due to this there was only one death in the experiment in the course of the late launch of the mother.

Keywords: *heredity, resistance, transhumance-mountain content, early calving, postnatal development, dry period, actual accretion of calves*

For citation: Kebekov M.E., Gogaev O.K., Bestaeva R.D., Dzeranova A.V. Impact of some factors on the viability of Kalmyk breed cows' offspring in the conditions of transhumance-mountain content (territory of North Ossetia-Alania). *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 54-60. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_54.

Введение. Даже при том, что сельское хозяйство в последнее санкционное время сделало прорывное поступательное движение, животноводство остается важнейшей отраслью сельского хозяйства.

Ряд последних лет в отрасли наблюдался устойчивый спад численности маточного поголовья, что обусловило сокращение поступления приплода крупного и мелкого рогатого скота.

В целом по России выход телят на 100 коров за последние 10 лет снизился с 65,2 до 62,5 голов. При этом картина была примерно одинаковой во всех регионах страны [10, с. 117-122].

Учитывая это, повышение сохранности приплода и одновременное изучение факторов и условий, влияющих на повышение жизнестойкости нарождающегося молодняка, остается вопросом из ряда наиважнейших.

Все это определило выбор направления научного исследования и тему нашей работы. Изучение влияния этих факторов и стало целью исследований.

Были изучены следующие факторы, влияющие, на наш взгляд, на жизнестойкость телят калмыцкой породы в первый месяц жизни: пол теленка, время рождения, вес при рождении, фактор производителя, продолжительность сухостоя матери, уровень естественной резистентности в зависимости от наследственности.

Научная новизна. Впервые в условиях РСО-Алания изучены факторы, влияющие на выживаемость телят калмыцкой породы в первый месяц жизни при отгонно-горном содержании данной породы.

Обзор литературы. Подобные исследования в нашей республике были проведены ранее кафедрой крупного рогатого скота ГСХИ, однако были изучены несколько другие факторы и не в условиях отгонно-горного содержания.

В исследованиях ГСХИ сохранность телят в первые 6 месяцев составила 94,6%, при горном содержании калмыцкого скота [1, с. 43-45].

Научные исследования имели и практическую значимость, ибо предусматривали ряд зоотехнических мероприятий, обеспечивающих высокий жизненный потенциал телят в постнатальный период [2, с. 86-91].

Материал и методы исследований. Материалом для исследования послужили коровы калмыцкой породы СПК «Ардон» Ардонского района РСО-Алания и их приплод за 2020-2021 годы, а также хозяйственные данные племенного и хозяйственного учета СПК «Ардон» за период с 2015 по 2021 годы.

Общее число телят, участвовавших в опыте, составило 251 голова, в том числе 133 бычка и 118 телочек.

В целом отгонно-горное содержание калмыцкого скота в нашей республике применяется впервые, поэтому к части положений научных исследований мы пришли методом проб и ошибок, при этом многие научные выводы пришлось перепроверять не один раз. Например, до наших исследований не было известно, что взрослые коровы калмыцкой породы в высокогорных условиях адаптируются значительно хуже, чем молодые коровы и молодняк, если и те и другие на высокогорье попали впервые. При этом возрастные коровы в свободном состоянии больше передвигаются даже при хорошем травостое [6, с.91-97].

Вывод об естественной резистентности телят был сделан только на том основании, что отцом телят, участвовавших в опыте, был один и тот же бык, от которого использовалось семя. Глубоких научных традиционных исследований по данному вопросу нам пока провести не удалось [9, с.64-72]. Немаловажный научный интерес представляет неизученный момент влияния определенного уровня атмосферного давления в условиях высокогорья. Однако известно, что мелкий рогатый скот в жаркое время дня стремится подняться выше в поиске более прохладного воздуха, хотя атмосферное давление на высоте предположительно менее комфортное для скота любого вида, чем в низине. Вопрос имеет перспективу для изучения. При этом нельзя сбрасывать со счетов адаптированность обслуживающего персонала к условиям высокогорья, как организаторов пастбы скота [3, с. 88; 4 с. 127-134].

В исследованиях ГСХИ в конце 20-го века освещены технологические аспекты предложенной применительно к горным условиям системы содержания мясного скота «Корова-теленка». Эта, в целом рациональная система, имеет несколько другой «окрас» при отгонно-горном содержании, ибо исходя из времени года коров перегонять приходится вместе с малыми телятами [7, с. 34-41].

С этим связана необходимость более ранних отелов, чтобы ко времени отгона телята окрепли и могли преодолевать большие расстояния до высокогорных пастбищ [8, с. 65-72].

По данным О.К. Гогаева и др., из СПК «Ардон» до мест летнего содержания коровы с телятами добираются традиционным способом отгона за 4-5 дней. При этом телята, рожденные в феврале - начале марта, прекрасно добираются до места назначения, а телята более поздние нуждаются в подвозе уже к дню прибытия коров. Причем в пути приходится устраивать подсос, что проблематично [12, с. 221-231].

Для поздних телят это сопровождается желудочно-кишечными расстройствами и другими стрессами. Соответственно среди поздних телят больше и отход почти на 3,5 % [13, с. 1084-1090].

По данным Шевхужева, отход телят в первые полгода при любой системе содержания мясного скота не должен превышать 4% [11, с.8-10].

Результаты исследований. Анализ результатов исследований сохранности телят по полу показал, что падеж у телочек составил в первый месяц после рождения 4,1 %, у бычков – 4,8 %. Характер и признаки, по которым случался отход, это: слаборожденные, желудочно-кишечные заболевания, плохая адаптация к постнатальным условиям жизни. Независимо от системы содержания, в любых районах обитания среди бычков отход наблюдается в большем количестве, чем среди телок. По времени рождения, результаты сложились так, что отход поздних телят был на 3,6 % больше, чем ранних телят. В том числе 1 % отхода случился по пути следования к местам летнего содержания. Среди ранних телят имел место падеж по причине желудочно-кишечных заболеваний.

Естественная резистентность у всех телят была одинаковой, судя по фактору одного отца. Вопрос не до конца изучен. Немаловажным признаком явился вес телят при рождении. Все телята, павшие в первый месяц жизни, были маловесными, ниже среднего веса по всей группе. При этом павшие бычки весили в среднем на 7 % больше, чем телочки. Данный факт таит в себе вопрос к науке.

Фактор производителя сам собой снят, поскольку производитель был в качестве отца один у всех, при искусственном осеменении.

В мясном скотоводстве чрезвычайно важным является своевременное отделение телят от матерей [5, с. 98-103].

Общепризнано, что это нужно делать у телят в возрасте 8 месяцев. В этом возрасте телята калмыцких коров весят примерно 200 кг, когда они самостоятельно обходятся без материнского молока.

В нормальном плановом варианте коровы мясных пород, а в нашем опыте калмыцкой породы, имели возможность своевременно запуститься и сохранить энергию для вынашивания плода. Благодаря этому, в опыте был только один отход по причине позднего запуска матери.

Из данных, приведенных в табл. 1 и 2, видно, что рожденные от изучаемых коров бычки весили при рождении в среднем 29 кг, телочки – 27 кг.

Таблица 1. Живая масса телят до 6-месячного возраста
Table 1. Live weight of calves up to 6 months of age

Коровы / Cows	Живая масса приплода / Live weight of the offspring							
	при рождении / at birth				в 1 мес. / at the age of 1 month.			
	бычки / bulls		телки / heifers		бычки / bulls		телки / heifers	
	кол-во/ quantity	масса/ weight	кол-во/ quantity	масса/ weight	кол-во/ quantity	масса/ weight	кол-во/ quantity	масса/ weight
I отел / I calving	16	464	21	567	15	795	20	960
II отел/ II calving	27	783	18	486	26	1378	17	816
III отел / III calving	21	609	19	513	20	1060	18	864
IV отел / IV calving	44	1276	32	864	42	2226	31	1488
V отел / V calving	25	725	28	756	24	1272	26	1248
Итого: / Total:	133	3857	118	3186	127	6731	112	5376

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.
Source: compiled by the authors on the basis of experimental data.

Таблица 2. Сохранность телят до 6-месячного возраста
Table 2. Safety of calves up to 6 months of age

Коровы / Cows	Сохранность / Safety							
	в 1 мес. / at the age of 1 month.				в 6 мес. / at the age of 6 months			
	бычки / bulls		телки / heifers		бычки / bulls		телки / heifers	
	кол-во/ quantity	% от рожд. / % of birth	кол-во/ quantity	% от рожд. / % of birth	кол-во/ quantity	% от рожд. / % of birth	кол-во/ quantity	% от рожд. / % of birth
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I отел / I calving	15	93,7	20	95,2	14	2268	20	3060
II отел/ II calving	26	96,3	17	94,4	26	4212	17	2601
III отел / III calving	20	95,2	18	94,7	20	3240	18	2754

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV отел / IV calving	42	95,4	31	96,8	42	6804	31	6564
V отел / V calving	24	96,0	26	92,8	24	3888	26	3978

Источник: составлено авторами на основании экспериментальных данных.

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

Бычки при рождении превосходили по живой массе телочек на 2 кг, или на 7 %, и это закономерно.

Первый месяц наблюдения показал, что среди бычков отход составил за месяц 6 голов, или 4,6 % от рожденного поголовья; среди телок также отход составил 6 голов – 5,1 % от рожденного поголовья.

В то же время по живой массе павшие бычки превосходили павших телок на 5 кг, или 9,5 %, что свидетельствует о более слабой адаптивной силе бычков, по сравнению с телками.

Другая картина наблюдалась в динамике рожденного поголовья и их живой массы за 6 месяцев постнатального периода. Отход за период после первого месяца жизни до 6-месячного возраста составил только 1 голову. Этот теленок был рожден от первотелки и с рождения был слабее, чем его сверстники.

В целом и сохранность телят и их динамика роста не выходили за рамки нормы, несмотря на стрессовые ситуации и смену климата, связанные с отгоном на высокогорные пастбища.

Обсуждение и заключение

Важнейшей задачей животноводства является повышение сохранности приплода и одновременное изучение факторов и условий, влияющих на повышение жизнестойкости нарождающегося молодняка.

Анализ результатов исследований сохранности телят по полу показал, что падеж у телочек составил в первый месяц после рождения 4,1 %, у бычков – 4,8 %. По времени рождения результаты сложились так, что отход поздних телят был на 3,6 % больше, чем ранних телят. В том числе 1 % отхода случился по пути следования к местам летнего содержания. Среди ранних телят имели место падеж по причине желудочно-кишечных заболеваний.

Отгон скота на горные пастбища в летнее время на 3-4 месяца является экономически выгодным мероприятием для хозяйств РСО-Алания. Особенно малозатратно это можно применять в мясном скотоводстве.

Своевременное отделение телят от матерей является чрезвычайно важным фактором в мясном скотоводстве.

Список источников

1. Годжиев С.А. Научные основы и практические аспекты увеличения производства говядины в горной и предгорной зонах Северного Кавказа.: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 - Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства. Краснодар, 1990. 45 с.

2. Годжиев Р.С., Гогаев О.К., Тукфатулин Г.С. Формирование мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота при использовании разных условий кормления // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 86-91.

3. Гогаев О.К., Кебеков М.Э., Кадиева Т.А. Связь живой массы телочек швицкой породы при рождении с последующей продуктивностью // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 2. С. 88-91.

4. Гогаев О.К., Кебеков М.Э., Битиева И.А. Сравнительная характеристика газоэнергетического обмена телок швицкой и калмыцкой пород // Научная жизнь. 2018. № 4. С.127-134.

5. Рост молодняка овец романовской породы в условиях предгорной зоны Северного Кавказа / Х.Е. Кесаев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 98-103. – EDN UZBUUX.

6. Кебеков М.Э., Гогаев О.К., Каиров В.Р. Мясные и убойные качества бычков Астраханской

(калмыцкой) породы и их помесей с герефордской породой при отгонно-горном содержании // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 91-97.

7. Использование системы «корова-теленки» в мясном скотоводстве горной зоны Республики Северная Осетия-Алания / М.Э. Кебеков [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 2. С. 34-41. DOI: 10.54258/20701047_2022_59_2_34. – EDN HYQQAD.

8. Кебеков М.Э., Гогаев О.К., Хацаев В.В. Мясная продуктивность молодняка швицкой и калмыцкой пород при отгонно-горном содержании // Научная жизнь. 2017. № 9. С. 65-72.

9. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф., Герасимов Н.П. Селекционно-племенная работа с калмыцкой породой скота на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 48. С. 64-72. – EDN ZOWYRR.

10. Сравнительная продуктивность скота калмыцкой породы заводских линий и родственных групп / В.Н. Приступа, [и др.]. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 90. С. 117-122. DOI 10.21515/1999-1703-90-117-122. – EDN PCOTNF.

11. Шехужев А., Мамбетов М., Бостанов А. Откорм бычков разных генотипов при промышленной технологии // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 6. С. 8-10. – EDN JTDAGR.

12. Gogaev O.K., Ostaev G.Ya., Khosiev B.N. Zootechnical And Management Accounting Factors Of Beef Cattle: Cost Optimization // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10. No 2. P. 221-231.

13. Gogaev O.K., Kebekov M.E., Kairov V.R. The Mountain Pasturing Of Cattle Plus Feeding Them On A Plain – Improving The Efficiency // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10. No 2. P. 1084-1090.

References

1. Gojiev SA. Scientific foundations and practical aspects of increasing beef production in the mountainous and foothill zones of the North Caucasus [dissertation abstract]. Krasnodar; 1990. (In Russ.).

2. Godzhiev RS, Gogaev OK, Tukfatulin GS. Formation of meat productivity in young cattle under different feeding conditions. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(1): 86-91. (In Russ.).

3. Gogaev OK, Kebekov M.Je, Kadieva TA. Relation between live weight of swiss heifers at birth and subsequent productivity. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(2): 88-91. (In Russ.).

4. Gogaev OK, Kebekov MJe., Bitieva IA. Gas-energy exchange comparative characteristic of the schwyz and kalmyk heifers. *Scientific Life*. 2018;(4): 127-134. (In Russ.).

5. Kesaev HE, Gatziev US, Demurova AR, Gogaev OK. The growth of young sheep of the Romanov breed in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(4): 98-103. (In Russ.). – EDN: UZBEKUX.

6. Kebekov MJe., Gogaev OK, Kairov VR. Meat and slaughter qualities of astrakhan (kalmyk) bull-calves and their crosses with hereford breed, when distant pasture-mountain housing. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(4): 91-97. (In Russ.).

7. Kebekov ME, Bestaeva RD, Dzeranova AV, Kozaeva VR. The use of the cow-calf system in beef cattle breeding in the mountain zone of the Republic of North Ossetia-Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022; 59(2): 34-41. (In Russ.). Available from: doi:0.54258/20701047_2022_59_2_34. EDN: HYQQAD.

8. Kebekov MJe., Gogaev OK, Hacaev VV. Meat productivity of the young stock of schwyz and kalmyk breeds kept in the driving-mountain system. *Scientific Life*. 2017;(9): 65-72. (In Russ.).

9. Kayumov FG, Shevkhezhev AF, Gerasimov NP. Selection and breeding work with the Kalmyk cattle breed at the present stage. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2017; (48): 64-72. (In Russ.). EDN: ZOWYRR.

10. Pristupa VN, Svyatogorov NA, Svitlenko OV, Torosyan DS, Gritsai AYU, Kalmykov ZT, et al. Comparative productivity of Kalmyk cattle of factory lines and related groups. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2021;(90): 117-122. (In Russ.). Available from: doi:10.21515/1999-1703-90-117-122. EDN: PCOTNF.

11. Shekhuzhev A, Mambetov M, Bostanov A. Fattening of bulls of different genotypes at industrial technology. *Journal of Dairy and beef cattle breeding*. 2008;(6): 8-10. (In Russ.). EDN: JTDAGR.

12. Gogaev OK, Ostaev GYa., Khosiev BN. Zootechnical And Management Accounting Factors Of Beef Cattle: Cost Optimization. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019;10(2): 221-231.

13. Gogaev OK, Kebekov ME, Kairov VR. The Mountain Pasturing Of Cattle Plus Feeding Them On A Plain – Improving The Efficiency. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019;10(2): 1084-1090.

Информация об авторах

М. Э. Кебеков - доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
О. К. Гогаев - доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Р. Д. Бестаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. В. Дзеранова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 08.09.2022; одобрена после рецензирования 23.09.2022; принята к публикации 30.09.2022.

Information about the authors

M. E. Kebekov – D.Sc (Agriculture), Professor;
O.K. Gogaev – D.Sc (Agriculture), Professor;
R. D. Bestaeva – PhD (Agriculture), Associate Professor;
A. V. Dzeranova – PhD (Agriculture), Associate 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 to the editorial office on 08.09.2022; approved after review 23.09.2022; accepted for publication 30.09.2022.



Научная статья

УДК 636.025

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_61

Эффективность совместного скармливания сорбента и антиоксиданта в рационе мясной птицы

Мария Карловна Павлиашвили¹, Валерий Рамазанович Каиров^{1,2✉}, Виктор Хамицевич Темираев¹, Залина Гавриловна Рамонова¹, Артур Валерьевич Каиров¹

¹Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, Владикавказский научный центр РАН России, Владикавказ, Россия

¹p.maria_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3161-3394>

^{1,2}kairov.valeriy@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6643-079X>

¹temiraev_v.kx@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2560-2425>

¹ramonova_zalina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8445-5429>

¹kair16071992@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2847-5388>

Аннотация. В целях интенсификации производства продукции птицеводства необходим поиск путей и методов, повышающих переваримость и использование питательных веществ организмом птицы, снижающих отрицательные факторы кормов местного производства. Так, в процессе хранения возрастает риск поражения зерна злаковых и бобовых культур плесневыми грибами, в том числе *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*, приводящие к накоплению в них метаболита афлатоксина В₁, который обладает ярко выраженным гепатотрофным действием. Для живого организма наибольшую опасность представляет цепное окисление полиненасыщенных жирных кислот, сопровождающееся образованием большого количества гидроперекисей (свободные радикалы), которые обладают высокой реакционной способностью, оказывающие мощное повреждающее действие на клетки организма. Исходя из этого, представляется актуальной проблема изучения добавок препаратов антиоксидантов и сорбентов в рационы цыплят-бройлеров, составленные из зернобобовых культур местного производства. Объектом исследований в ходе эксперимента послужила мясная птица кросса «Кобб-500». Было сформировано 4 группы по 200 голов в каждой. Скармливание совместно сорбента и антиоксиданта в составе рациона обеспечило у цыплят-бройлеров 3 опытной группы относительно контрольных аналогов достоверное повышение среднесуточных приростов живой массы 55,95 г против 49,35 г, что на 13,4 % больше, при меньшем расходе корма на 1 кг прироста живой массы на 12,7 %. При убое было установлено, что лучшее действие на убойные качества птицы оказали совместные добавки сорбента и антиоксиданта, что выразилось у цыплят-бройлеров 3 опытной группы в достоверно более высоких показателях массы полупотрошенной тушки на 287,1 г, или на 16,5 %, массы потрошенной тушки на 205,0 г, или на 14,9 %, а также убойного выхода на 1,03 %. Таким образом, в целях интенсификации обмена веществ, повышения количественных и качественных показателей мясной продуктивности цыплят-бройлеров в их комбикорма, составленные из зерно-бобовых культур местного производства, следует вводить совместно сорбент и антиоксидант.

Ключевые слова: рацион, мясные цыплята, сорбент, антиоксидант, среднесуточный прирост, обмен веществ, продуктивность

Для цитирования: Павлиашвили М.К., Каиров В.Р., Темираев В.Х., Рамонова З.Г., Каиров А.В. Эффективность совместного скармливания сорбента и антиоксиданта в рационе мясной птицы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 61-70. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_61.

Scientific paper

Efficiency of meat poultry's combined feeding with a sorbent and an antioxidant

Mariya K. Pavliashvili¹, Valeriy R. Kairov^{1,2✉}, Viktor Kh. Temiraev¹,
Zalina G. Ramonova¹, Artur V. Kairov¹

¹Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

²North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Science, Vladikavkaz, Russia

¹p.maria_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3161-3394>

^{1,2}kairov.valeriy@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0001-6643-079X>

¹temiraev_v.kx@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2560-2425>

¹ramonova_zalina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8445-5429>

¹kair16071992@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2847-5388>

Abstract. It is necessary to find ways and methods for increasing the digestibility and use of nutrients and reducing the negative factors of locally produced feed in order to intensify poultry production. Thus the risk of damage to cereal grains and legumes by mold fungi including *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* increases during the storage that leads to the accumulation of aflatoxin B1 metabolite (which has a pronounced hepatotropic effect). The chain oxidation of polyunsaturated fatty acids, accompanied by the formation of a large amount of hydroperoxides (free radicals) poses the greatest danger for a living organism. They are highly reactive and have a powerful damaging effect on the cells of the body. Based on this, the problem of studying the addition of antioxidants and sorbents to the diets of broiler chickens which are composed of locally produced leguminous crops seems to be an urgent problem. Meat poultry of the Cobb-500 cross served as an object of the research. Four groups of 200 heads each were formed. Feeding a sorbent and an antioxidant together as part of the diet provided a significant increase in average daily live weight gain of 55.95 g versus 49.35 g in broiler chickens of the third experimental group relative to control analogues, which was 13.4 % more with less feed consumption per 1 kg live weight gain by 12.7 %. During slaughter it was found that the joint additives of the sorbent and antioxidant had the best effect on the slaughter qualities of the poultry, which was expressed in broiler chickens of the third experimental group in significantly higher indicators of the weight of the half-gutted carcass (by 287.1 g or 16.5 %), the weight of the gutted carcasses (by 205.0 g or 14.9 %), as well as slaughter yield (by 1.03 %). Thus in order to intensify the metabolism, increase the quantitative and qualitative indicators of the meat productivity of broiler chickens a sorbent and an antioxidant should be introduced together into their compound feeds composed of locally produced grains and legumes.

Keywords: diet, meat chickens, sorbent, antioxidant, average daily gain, metabolism, productivity

For citation: Pavliashvili M.K., Kairov V.R., Temiraev V.Kh., Ramonova Z.G., Kairov A.V. Efficiency of meat poultry's combined feeding with a sorbent and an antioxidant. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 61-70. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_61.

Актуальность темы. С экономической точки зрения в кормлении птицы эффективным считается максимальное использование зерна собственного производства (кукуруза, ячмень, сорго, пшеница, соя и др.). При этом, для реализации генетически обусловленного потенциала современных высокопродуктивных мясных кроссов птицы с особой тщательностью необходимо следить за полноценностью кормления птицы. Несбалансированность рационов по элементам питания на фоне чрезвычайно высокого уровня обменных процессов, протекающих в организме птицы, приводит к ухудшению здоровья и снижению продуктивности.

Предгорная зона Северного Кавказа, в частности, территория Пригородного района РСО–Алания характеризуется повышенной влажностью воздуха. Поэтому в процессе хранения возрастает риск поражения зерна злаковых и бобовых культур плесневыми грибами, в том числе *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*, приводящие к накоплению в них метаболита афлатоксина В₁, который обладает ярко выраженным гепатотрофным действием [1-4].

Исходя из этого, в целях снижения вредного влияния микотоксинов в кормовых условиях региона в кормлении мясной птицы широко применяются различные препараты сорбенты, снижающие их негативное влияние на организм [5-7].

Наряду с сорбентами, положительное действие на организм птицы оказывают антиоксиданты. Применение антиоксидантов также в значительной степени решает задачу интенсификации обмена веществ и улучшения пищеварения, так как позволяет снизить негативное влияние продуктов перекисного окисления липидов. Известно, что входящие в состав комбикормов компоненты (жиры, жирорастворимые витамины, каротин и др.) под воздействием кислорода воздуха, света, а также повышенной влажности подвергаются окислению [8-13].

Для живого организма наибольшую опасность представляет цепное окисление полиненасыщенных жирных кислот, сопровождающаяся образованием большого количества гидроперекисей (свободные радикалы), которые обладают высокой реакционной способностью, оказывающий мощное повреждающее действие на клетки организма. Собственно, свободные радикалы и реакции с их участием являются причиной возникновения многих заболеваний у животных и птицы [14-18].

Использование препаратов антиоксидантов в составе рационов позволяет ингибировать процессы свободнорадикального окисления [19, 20].

С учетом вышесказанного, в целях интенсификации производства продукции птицеводства необходим поиск путей и методов, повышающих переваримость и использование питательных веществ организмом птицы, снижающих отрицательные факторы кормов местного производства.

Исходя из этого, нам представлялась актуальной проблема изучения добавок препаратов антиоксидантов и сорбентов в рационы цыплят-бройлеров, составленные из зернобобовых культур местного производства.

Цель исследований - изучение эффективности совместного использования сорбента экосил и антиоксиданта Окси-Нил драй в комбикормах мясной птицы с целью интенсификации обмена веществ в их организме, повышения количественных и качественных показателей мясной продуктивности.

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели в 2022 году был проведен научно-хозяйственный опыт в условиях Государственного унитарного племенного птицеводческого предприятия «Михайловский» Министерства сельского хозяйства и продовольствия РСО-Алания. Объектом исследований в ходе эксперимента послужила мясная птица кросса «Кобб – 500». Было сформировано 4 группы по 200 голов в каждой.

Кормление птицы в процессе эксперимента осуществлялось в соответствии с требованиями, изложенными в «Рекомендациях по кормлению сельскохозяйственной птицы» (2003), согласно схеме: цыплята-бройлеры контрольной группы получали основной рацион (ОР, комбикорм, составленный из зерновых ингредиентов местного производства), а в состав комбикорма птицы первой опытной группы к основному рациону добавляли сорбент экосил в дозе 1000 г/т комбикорма, второй опытной - антиоксидант Окси-Нил драй в дозе 150 г/т корма и третьей опытной - совместно сорбент экосил и антиоксидант Окси-Нил драй в указанных дозах.

Результаты исследований. По результатам научно-хозяйственного опыта было установлено, что более высокий показатель сохранности поголовья был установлен у цыплят-бройлеров 3 опытной группы, получавших в составе комбикорма совместно сорбент экосил и антиоксидант Окси-Нил драй, превзойдя контрольную группу на 5,0 %, то есть 98 % против 93 % в контрольной группе.

Таблица 1. Показатели сохранности поголовья, прироста живой массы и расхода корма на 1 кг прироста

Table 1. Livestock safety, live weight gain and feed consumption indicators per 1 kg of gain

n = 200

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	Контрольная / Control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Сохранность, %/ Safety, %	93	96	96	98
1	2	3	4	5
Живая масса 1 гол., г: / Live weight of 1 head, g:				
в начале опыта / at the beginning of the test	39,6±0,19	39,8±0,12	40,0±0,10	39,8±0,11

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
в конце опыта / at the end of the test	2112,4±14,4	2332,2±18,4	2322,9±17,8	2389,8±19,5
Прирост массы тела, г: / Body weight gain, g:				
абсолютный / absolute	2072,8±10,5	2292,4±13,4	2282,9±12,8	2350,0±14,6
среднесуточный / average daily	49,35±0,19	54,58±0,28	54,35±0,20	55,95±0,28
В % к контролю / % to control	100,0	110,6	110,1	113,4
Расход корма на 1 кг прироста, кг / Feed consumption per 1 kg of gain, kg	2,44	2,18	2,16	2,13
В % к контролю / % to control	100,0	89,3	88,5	87,3

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

Результаты исследований свидетельствуют, что скормливание сорбента экосил и антиоксиданта Окси-Нил драй, как в отдельности, так и совместно, в составе комбикормов, составленных из зерновых ингредиентов местного производства, оказало стимулирующее действие на динамику живой массы мясной птицы опытных групп, причем совместное их скормливание в составе рациона обеспечило у цыплят-бройлеров 3 опытной группы относительно контрольных аналогов достоверное повышение среднесуточных приростов живой массы 55,95 г против 49,35 г, что на 13,4% больше ($P>0,95$). Цыплята-бройлеры контрольной группы на 1 кг прироста живой массы в среднем израсходовали 2,44 кг корма, а птица 3 опытной группы 2,13 кг, что на 12,7% меньше.

Более высокое ростостимулирующее действие изучаемых препаратов мы связываем с тем, что сорбент способствует адсорбированию афлатоксинов в желудочно-кишечном тракте, а антиоксидант обеспечивает повышение антиоксидантной защиты.

Воздействие апробируемых кормовых добавок на эффективность использования питательных веществ комбикормов, составленных из зерновых культур местного производства, оценивали по результатам обменных опытов, что позволило рассчитать коэффициенты переваримости питательных веществ рационов подопытной птицы (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов подопытной птицы, %

Table 2. Indices of nutrients' digestibility in the diets of experimental poultry, %

n=5

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	Контрольная / Control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
1	2	3	4	5
Сухое вещество / Dry matter	81,2±0,19	83,9±0,21	83,6±0,24	85,0±0,34
Органическое вещество / Organic matter	82,6±0,21	85,5±0,33	85,2±0,26	86,4±0,30
Сырой протеин / Raw protein	86,4±0,25	89,0±0,31	88,9±0,23	90,8±0,37
Жир / Fat	86,6±0,23	87,3±0,39	87,3±0,21	88,2±0,28
Клетчатка / Fiber	14,8±0,16	15,0±0,21	15,2±0,32	15,5±0,44
БЭВ / Nitrogen-free extractive substances	86,8±0,39	90,4±0,28	90,1±0,31	91,8±0,33

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Баланс азота, г/ Nitrogen balance, g	1,698±0,009	1,791±0,010	1,786±0,009	1,797±0,012
Использовано азота от принятого, %/ Nitrogen used from accepted, %	50,44±0,31	52,86±0,40	52,85±0,27	53,16±0,39

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

По результатам физиологического опыта установлено, что наиболее высокий уровень перевариваемости питательных веществ комбикормов установлен у птицы 3 опытной группы, получавшие в составе рациона изучаемые препараты совместно. Так, цыплята-бройлеры 3 опытной группы достоверно лучше переваривали относительно контрольной группы сухое вещество рациона на 3,8 %, органическое вещество – на 3,8 %, сырой протеин – на 4,0 %, жир – на 3,1 %, сырую клетчатку – на 2,7 % и БЭВ – на 3,9 % больше ($P>0,95$). Это объясняется тем, что совместное скормливание в составе комбикормов сорбента экосил и антиоксиданта Окси-Нил драй оказало ингибирующее действие на афлатоксины в желудочно-кишечном тракте, а также снизило негативное действие продуктов перекисного окисления липидов на организм птицы.

По результатам физиологического опыта нами были изучены показатели обмена азота, кальция и фосфора, которые позволяют судить о функциональном состоянии систем и органов организма подопытной птицы при включении в состав комбикормов изучаемых препаратов.

Установлено, что в физиологическом опыте среднесуточное отложение азота в организме цыплят-бройлеров контрольной группы в среднем составило 1,708 г, а у мясных цыплят 3 опытной группы, получавших в составе рациона совместно изучаемые препараты, 1,797 г, что больше на 5,2 % ($P>0,95$). По использованию азота от принятого количества с кормом мясные цыплята 3 опытной группы достоверно превосходили контрольную группу на 2,72 % ($P>0,95$).

Современные мясные кроссы, обладая высоким уровнем генетически обусловленной продуктивности, предъявляют более высокие требования к обеспеченности кормовых рационов источниками доступного для усвоения организмом кальция и фосфора. Исходя из этого, изучению баланса и использования кальция и фосфора в организме птицы придается большое значение.

Исследованиями установлено, что совместное скормливание сорбента и антиоксиданта в составе комбикормов подопытной птицы оказало благоприятное действие на минеральный обмен в их организме, что выразилось у цыплят-бройлеров 3 опытной группы в достоверном повышении относительно контрольной группы уровня использования кальция и фосфора от принятого с кормами количества соответственно на 3,53 и 2,85 % ($P>0,95$).

Следовательно, для интенсификации обмена веществ у мясных цыплят в комбикорма, составленные из зерновых культур местного производства, следует совместно вводить сорбент экосил и антиоксидант Окси-Нил драй.

Как показали результаты исследований скормливание сорбента и антиоксиданта в составе комбикормов, как в отдельности, так и совместно, способствовало улучшению и убойных показателей подопытных цыплят-бройлеров (табл. 3).

Таблица 3. Результаты убоя подопытной птицы
Table 3. Results of slaughter of experimental poultry

(n=5)

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	Контрольная / Control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
1	2	3	4	5
Предубойная масса, г/ Pre-slaughter weight, g	2112,4±14,4	2332,2±18,4	2322,9±17,8	2389,8±19,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Масса полупотрошенной тушки, г / Weight of a half-gutted carcass, g	1741,6±15,2	1966,5±10,6	1955,9±14,0	2028,7±13,9
Масса потрошенной тушки, г / The mass of the gutted carcass, g	1373,9±10,6	1537,6±11,4	1529,6±10,3	1578,9±14,7
Убойный выход, % / Slaughter output, %	65,04	65,93	65,85	66,07
Масса съедобных частей, г / Mass of edible parts, g	1075,8±10,4	1257,1±9,7	1247,9±11,2	1304,1±10,9
Масса несъедобных частей, г / Weight of inedible parts, g	665,8±8,6	709,4±10,0	708,0±9,7	724,6±10,0
Отношение съедобных к несъедобным частям / The ratio of edible to inedible parts	1,61	1,77	1,76	1,80
Тушки, %: 1 категории / Carcasses, %: 1 category	72	83	81	85
2 категории / 2 category	28	17	19	15

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the data of scientific work.

При этом было установлено, что лучшее действие на убойные качества птицы оказали совместные добавки сорбента и антиоксиданта, что выразилось у цыплят-бройлеров 3 опытной группы в достоверно более высоких показателях массы полупотрошенной тушки на 287,1 г, или на 16,5 %, массы потрошенной тушки на 205,0 г, или на 14,9 %, а также убойного выхода – на 1,03 % ($P>0,95$).

Совместное скармливание препаратов сорбента и антиоксиданта способствовало снижению ингибирующего действия афлатоксинов и продуктов перекисного окисления на организм птицы, что обеспечило более высокий уровень синтеза мышечной ткани, что нашло отражение в положительном влиянии на показатели морфологического состава тушек подопытной птицы.

Исследованиями установлено, что показатель массы съедобных частей у птицы контрольной группы в среднем составил 1075,8 г, а в опытных соответственно 1257,1; 1247,9 и 1304,1 г, что соответственно достоверно больше на 16,8; 16,0 и 21,2 % ($P>0,95$).

При анализе полученных данных установлено, совместные добавки в комбикорма изучаемых препаратов способствовали получению у мясной птицы 3 опытной группы лучших показателей отношения массы съедобных частей к несъедобным 1,80 единицы против 1,61 единицы в контрольной группе, что на 0,19 единицы больше в пользу птицы опытной группы. Кроме того, совместное использование сорбента и антиоксиданта в составе комбикормов обеспечило у птицы 3 опытной группы достоверное повышение показателя количества тушек I категории на 13,0% ($P>0,95$).

Для более полной оценки потребительских качеств мяса подопытной птицы важно было изучить химический состав грудной мышцы, так как кормовой фактор оказывает существенное влияние на этот показатель (табл. 4).

Таблица 4. Химический состав грудной мышцы цыплят-бройлеров, %
Table 4. Chemical composition of the pectoral muscle of broiler chickens, %

n=5

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	Контрольная/ Control	1 опытная/ 1 test	2 опытная/ 2 test	3 опытная/ 3 test
Сухое вещество / Dry matter	26,39±0,04	27,11±0,06	26,99±0,04	27,28±0,08
Белок / Protein	22,61±0,04	23,14±0,03	23,06±0,03	23,27±0,04
Жир / Fat	2,42±0,02	2,39±0,03	2,41±0,02	2,39±0,03
Триптофан / Tryptophan	1,71±0,002	1,83±0,003	1,79±0,002	1,88 ± 0,005
Оксипролин / Oxypoline	0,46 ± 0,004	0,43±0,008	0,44 ± 0,006	0,43 ± 0,008
БКП, ед. / Protein-quality indicator, units	3,72±0,06	4,25±0,09	4,07±0,07	4,21±0,09

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

По результатам исследований установлено, что совместное скормливание сорбента и антиоксиданта в составе комбикормов способствовало у бройлеров 3-ей опытной группы относительно контрольной группы достоверному повышению в грудных мышцах сухого вещества и белка соответственно на 0,89 и 0,66 % в абсолютных единицах ($P>0,95$).

Считается, что пищевая и биологическая ценность мяса обусловлена его составляющими, которыми являются аминокислоты и полинасыщенные жирные кислоты. Исходя из этого, при оценке пищевой ценности мяса учитывают такой показатель как биологическая полноценность его белка, рассчитываемого по белково-качественному показателю (БКП).

При анализе данных установлено, что совместное скормливание изучаемых препаратов обеспечило относительно контрольной группы у цыплят-бройлеров 3 опытной группы достоверное повышение БКП грудной мышцы на 13,2 % ($P>0,95$).

Следовательно, для интенсификации обмена веществ, повышения количественных и качественных показателей мясной продуктивности цыплят-бройлеров в их комбикорма, составленные из зерно-бобовых культур местного производства, следует вводить совместно сорбент экосил в дозе 1000 г/т и антиоксидант Окси-Нил драй в дозе 150 г/т корма.

Список источников

1. Method to improve productive performance and digestion exchange of broiler chickens with reduced risk of aflatoxicosis / V.K. Temiraev, V.R. Kairov, R.B. Temiraev [et al.]. // Ecology, Environment and Conservation. 2017. Vol. 23. No 1. P. 554-561. - EDN: PRFWLJ.
2. Эффективность скормливания адсорбента биосорб цыплятам-бройлерам при детоксикации афлотоксинов / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 81-86. - EDN ZHELHF.
3. Морфологический и биохимический состав крови мясной птицы при применении в рационах биологически активных препаратов / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 91-97. – EDN VXHQTS.
4. Потребительские свойства мяса бройлеров при скормливания энтеросорбента и ферментного препарата / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 102-106. – EDN YRLMRF.
5. Каиров В.Р., Газзаева М.С., Гатчиев М.А. Продуктивность и качественные показатели мяса цыплят-бройлеров при скормливания в составе рациона антиоксидантов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 1. С. 68-73.
6. The influence of antioxidant on the productivity and activity of digestive broiler enzymes in reducing the risk of T-2 toxin / V.R. Kairov, A.V. Kairov, M.G. Chabaev [et al.] // Journal of Livestock Science. 2020. Vol. 4. Issue 2. p. 85-89.

7. Экологическое обоснование скармливания антиоксиданта для повышение переваримости и усвояемости питательных веществ рациона перепелов / Д.З. Кудухова [и др.]. // Вестник ИрГСХА. 2022. № 2(109). С. 129-139. DOI 10.51215/1999-3765-2022-109-129-139. – EDN FVJJLM.
8. Способ активизации пищеварительного обмена у бройлеров при элиминации различных токсиантов / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 1. С. 66-72.
9. Темираев В.Х., Баева А.А., Дзидзоева З.Г. Потребительская оценка качества мяса бройлеров // Мясная индустрия. 2011. №11. С. 53-55.
10. Темираев Р.Б., Баева А.А., Дзидзоева З.Г. Биологически активные добавки в рационах бройлеров // Птицеводство. 2011. № 9. С. 50-51.
11. Эффективность скармливания адсорбента биосорб цыплятам-бройлерам при детоксикации афлатоксинов / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 81-85.
12. Method to improve productive performance and digestion exchange of broiler chickens with reduced risk of aflatoxicosis / V.K. Temiraev, V.R. Kairov, R.B. Temiraev [et al.] // Ecology, Environment and Conservation. 2017. Vol. 23. No 1. P. 554-561.
13. Эффективность антиоксидантов в комбикормах поросят и цыплят-бройлеров / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т. 47. № 1. С. 63-67.
14. Потребительские свойства мяса бройлеров при скармливании энтеросорбента и ферментного препарата / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 102-106.
15. Снижение риска афлатоксикоза у цыплят-бройлеров / Ф.Ф. Кокаева [и др.]. // Мясная индустрия. 2012. №2. С. 59-61.
16. Effect of antioxidants and probiotics on the indicators of natural resistance and peroxidation of lipids in poultry S.F. Sukhanova, S.I. Kononenko, R.B. Temiraev [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Vol. 10. No 11. P. 2969-2971.
17. Темираев Р.Б., Кокаева М.Г., Баева А.А. Особенности пищеварительного обмена у бройлеров при добавках в рационы биологически активных веществ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 26. С. 88-91.
18. Каиров В.Р., Дзигоева Н.Ш. Пути повышения эффективности комбикормов для сельскохозяйственной птицы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 3. С. 119-121.
19. Каиров В.Р., Газзаева М.С., Дзигоева Н.Ш. Физиологический статус организма сельскохозяйственной птицы при комплексном скармливании биологически активных добавок // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 1. С. 119-124.
20. Влияние условий питания цыплят-бройлеров на их хозяйственно-биологические качества при риске афлатоксикоза / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 3. С. 107-110.

References

1. Temiraev VKh, Kairov VR, Temiraev RB, Kubatieva ZA, Gukezhev VM. Method to improve productive performance and digestion exchange of broiler chickens with reduced risk of aflatoxicosis. *Ecology, Environment & Conservation*. 2017;23(1): 554-561. EDN: PRFWLJ.
2. Kairov VR, Lokhov BR, Kozhokov, Vityuk LA, Ktsoeva II. Efficiency of adsorbent biosorb feeding to chicken-broilers when aflatoxines detoxication. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017; 54(3): 81-86. (In Russ.). – EDN: ZHELHF.
3. Temiraev RB, Kairov AV, Tsogoeva FN, Kozhokov MK, Lamarton SF, Kurbanova EA. Blood morphological and biochemistry of meat poultry when using biologically active preparations in their diets. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019; 56(1): 91-97. (In Russ.). – EDN: VXHQTS.
4. Kairov VR, Ktsoeva II, Khamitsaeva ZS, Dzodziewa ES, Lokhov BR, Kochieva IV, et al. Consumer characteristics of broilers meat when feeding enterosorbent and enzyme preparation. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018; 55(4): 102-106. (In Russ.). – EDN: YRLMRF.
5. Kairov VR, Gazzaeva MS, Gattsiev MA. Productivity and quality indicators of broiler chicken meat when feeding antioxidants as part of a diet. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020; 57(3): 68-73. (In Russ.).

6. Kairov VR, Kairov AV, Chabaev MG, Nekrasov RV, Temiraev KB, Tsagaraeva EF, et al. The influence of antioxidant on the productivity and activity of digestive broiler enzymes in reducing the risk of T-2 toxin. *Journal of Livestock Science*. 2020;4(2): 85-89.
7. Kudukhova DZ, Ktsoeva II, Kairov VR, Chabaev MG, Radzhabov FM. Ecological justification of feeding an antioxidant to increase the digestibility and digestibility of nutrients in the diet of quails Scientific and practical journal *Vestnik IrGSHA*. 2022;2(109): 129-139. (In Russ.). Available from: doi: 10.51215/1999-3765-2022-109-129-139. EDN: FVJJLM.
8. Temiraev RB, Baeva AA, Ktsoeva II, Vityuk LA. Way of activating the digestive metabolism in broilers during the elimination of various toxicants. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(1): 66-72. (In Russ.).
9. Temiraev VKh, Baeva AA, Dzidzoeva ZG. Consumer evaluation of the quality of broiler meat. *Meat industry*. 2011;(11): 53-55. (In Russ.).
10. Temiraev RB, Baeva AA, Dzidzoeva ZG. Biologically active additives in broiler diets. *Ptitsevodstvo*. 2011;(11): 50-51. (In Russ.).
11. Kairov VR, Lokhov AR, Kozhokov MK, Vityuk LA, Kcoeva II. Effectiveness of feeding the adsorbent biosorbent to chicken-broilers during detoxification of aflatoxins. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(3): 81-85. (In Russ.).
12. Temiraev VK, Kairov VR, Temiraev RB, Kubatieva ZA, Gukezhev VM. Method to improve productive performance and digestion exchange of broiler chickens with reduced risk of aflatoxicosis. *Ecology, Environment and Conservation*. 2017;23(1): 554-561.
13. Kairov VR, Karaeva ZA, Temiraeva DK, Tidzhiev ZT. Efficiency of antioxidants in animal feed piglets and chicken-broilers. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2010;47(1): 63-67. (In Russ.).
14. Kairov VR, Ktsoeva II, Khamitsaeva ZS, Dzodziewa ES, Lokhov AR, Kochieva IV, et al. Consumer properties of broiler meat in the feeding of enterosorbent and enzyme preparation. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(4): 102-106. (In Russ.).
15. Kokaeva FF, Temiraev RB, Stolbovskaya AA, Leontyeva OY. Reducing the risk of aflatoxicosis in broiler chickens. *Meat industry*. 2012;(2): 59-61. (In Russ.).
16. Sukhanova SF, Kononenko SI, Temiraev RB, Tarchokov TT, Baeva ZT, Bobyleva LA, et al. Effect of antioxidants and probiotics on the indicators of natural resistance and peroxidation of lipids in poultry. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018;10(11): 2969-2971.
17. Temiraev RB, Kokaeva MG, Baeva AA. Features of digestive metabolism in broilers with additives to the diets of biologically active substances. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarianskogo universiteta*. 2010;(26): 88-91. (In Russ.).
18. Kairov VR, Dzigoeva NSh. Ways to improve the efficiency of feed for agricultural poultry. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(3): 119-121. (In Russ.).
19. Kairov VR, Gazzaeva MS, Dzigoeva NSh. Physiological status of the organism of agricultural poultry in complex feeding of biologically active additives. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(1): 119-124. (In Russ.).
20. Temiraev RB, Vityuk LA, Baeva AA, Bazaeva LM, Savkhalova SCh, Kalagova RV. Influence of feeding conditions of chicken-broilers on their economic and biological qualities at the risk of aflatoxicosis. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(3): 107-110. (In Russ.).

Информация об авторах

- М. К. Павлиашвили** – аспирант;
В. Р. Каиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
В. Х. Темираев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
З. Г. Рамонова - кандидат биологических наук, доцент;
А. В. Каиров - кандидат сельскохозяйственных наук.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в сбор материала; обработка материала; подготовку и написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 02.09.2022; одобрена после рецензирования 23.09.2022; принята к публикации 30.09.2022.

Information about the authors

M. K. Pavliashvili - postgraduate student;
V. R. Kairov – D.Sc (Agriculture), Professor;
V. Kh. Temiraev – D.Sc (Agriculture), Professor;
Z. G. Ramonova – PhD (Biology), Associate Professor
A. V. Kairov – PhD (Agriculture).

Contribution of the authors

Contributors: All authors have made an equivalent contribution to the collection of material; material processing; preparation and writing of the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office on 02.09.2022; approved after review 23.09.2022; accepted for publication 30.09.2022.



Научная статья
УДК 636.22/.28.034
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_71

Применение комплексного показателя в оценке молочной продуктивности коров черно-пестрой породы

Наталья Владимировна Сулыга¹✉, Константин Александрович Катков²,
Галина Петровна Ковалева³, Марина Николаевна Лапина⁴

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

¹ natadivniok@gmail.com ✉, <https://orcid.org/0000-0002-9724-6271>

² kkatkoff@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4734-8656>

³ skotovodstvo-sniizhk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6655-2225>

⁴ skotovodstvo-sniizhk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7651-8450>

Аннотация. В последнее время актуален вопрос индексной селекции в молочном скотоводстве, все более популярными становятся способы подбора и отбора животных на основании комплексного подхода, а не по одному признаку. В данной статье представлена концепция применения комплексного показателя продуктивности (КПП) в сравнительной оценке молочного скота. В основу данного метода был взят «Метод главных компонент», широко применяемый в ряде наук, но для животноводства являющийся маловостребованным. Однако при его расчете возможно манипулировать с множеством показателей, что в конечном счете упрощает научный анализ в сравнительном аспекте. Целью исследований являлась разработка алгоритмов комплексной оценки молочных коров, учитывающих как продуктивные, так и воспроизводительные качества, позволяющая оценивать животных в зависимости от изучаемых факторов. Исследования проводились на коровах черно-пестрой породы, содержащихся в одинаковых условиях в Кочубеевском муниципальном округе Ставропольского края. Все животные (n=220) были поделены на 9 генеалогических групп с учетом их родословной (фактор: дочери быка-производителя). В результате представленных исследований определено, что по первой лактации наилучшими были дочери быка-производителя из 9 группы, а по второй, третьей и по всем лактациям лучшими были потомки быка №7. Таким образом, применение комплексного показателя продуктивности (КПП) в исследованиях на молочном скоте в зависимости от изучаемых факторов позволит значительно упростить сравнительный анализ.

Ключевые слова: индексная селекция, молочный скот, черно-пестрая порода, метод главных компонент

Для цитирования: Сулыга Н.В., Катков К.А., Ковалева Г.П., Лапина М.Н. Применение комплексного показателя в оценке молочной продуктивности коров черно-пестрой породы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. №4. С. 71-79. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_71.

Scientific paper

The use of a complex indicator in assessing the milk productivity of black-motley breed's cows

Natalia V. Sulyga¹✉, Konstantin A. Katkov², Galina P. Kovalova³, Marina N. Lapina⁴

^{1,2,3,4}North Caucasian Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

¹ natadivniok@gmail.com ✉, <https://orcid.org/0000-0002-9724-6271>

² kkatkoff@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4734-8656>

³ skotovodstvo-sniizhk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6655-2225>

⁴ skotovodstvo-sniizhk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7651-8450>

Abstract. Recently the issue of index selection in dairy cattle breeding is becoming relevant. Methods of animal selecting based on an integrated approach and not on the only basis are becoming increasingly popular. This article presents the concept of using a comprehensive performance index (CPI) in the comparative evaluation of dairy cattle. This method was based on the «Principal Component Method» which is widely used in a number of sciences but is of little demand for animal husbandry. However, when calculating it is possible to manipulate with a variety of indicators, which ultimately simplifies scientific analysis in a comparative aspect. The aim of the research was to develop algorithms for the comprehensive assessment of dairy cows taking into account both productive and reproductive qualities, which makes it possible to evaluate animals depending on the studied factors. The studies were carried out on black-motley cows kept under the same conditions in the Kochubeevsky municipal district of the Stavropol region. All animals (n=220) were divided into nine genealogical groups based on their pedigree (sire's daughters played a role of a factor). As a result of the presented studies it was determined that the sire's daughters from group 9 were the best for the first lactation. The descendants of bull No. 7 were the best for the second, third and for all other lactations. Thus, the use of a complex productivity indicator (CPI) in studies on dairy cattle depending on the factors studied will greatly simplify the comparative analysis.

Keywords: *index breeding, dairy cattle, black-and-white breed, principal component analysis*

For citation: Sulyga N.V., Katkov K.A., Kovaleva G.P., Lapina M.N. The use of a complex indicator in assessing the milk productivity of black-motley breed's cows. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 71-79. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_71.

Введение. Интенсификация отрасли молочного скотоводства стимулирует инновационное развитие прежде всего селекционно-племенной работы. Учитывая тесную взаимосвязь основных хозяйственно-полезных признаков и факторов, на них влияющих, все более популярными становятся способы подбора и отбора животных на основании комплексного подхода, а не по одному признаку.

В каждой стране используются свои индексы, применяемые при оценке молочного скота. Комплексная оценка подразумевает под собой соединение как фактических признаков, так и факторов, оказывающих на них влияние, однако нет единой методологии ведения селекционно-племенной работы в соответствии с индексной селекцией [1, 2].

В России используется множество индексов, но в основном они актуальны для быков-производителей [3, 4]. В маточных стадах нет традиции отбора коров с учетом комплексной оценки. Поэтому разработка новых способов оценки коров, обеспечивающих максимальную персонализированность, актуальна и востребована.

Целью исследований являлась разработка алгоритмов комплексной оценки молочных коров, учитывающих как продуктивные, так и воспроизводительные качества, позволяющая оценивать животных в зависимости от изучаемых факторов.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на коровах черно-пестрой породы, содержащихся в одинаковых условиях в Кочубеевском муниципальном округе Ставропольского края. Все животные (n=220) были поделены на 9 генеалогических групп с учетом их родословной (фактор: дочери быка-производителя) (табл. 1).

Таблица 1. Состав генеалогических групп животных
Table 1. Composition of genealogical groups of animals

№ группы / group №	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество животных, гол. / Quantity of animals, h.	12	19	24	27	5	48	9	52	24
Всего, гол. / Total, h	220								

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

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

Учитывались основные признаки, характеризующие их молочную продуктивность (удой, содержание жира, белка) и воспроизводительные качества (сервис-период). Все перечисленные показатели учитывались в течение трех лактаций (табл. 2).

Таблица 2. Набор измеряемых параметров молочной продуктивности
Table 2. A set of measured parameters of milk productivity

Номер параметра / Parameter number	Измеряемый параметр / Measured parameter
1	Сервис период лактации / Service lactation
2	Дойные дни лактации / Milk days of lactation
3	Удой за всю лактацию, кг / Milk yield for the entire lactation, kg
4	Жир за всю лактацию, % / Fat for the entire lactation%
5	Белок за всю лактацию, % / Protein for the entire lactation, %
6	Жир за всю лактацию, кг / Fat for the entire lactation, kg
7	Белок за всю лактацию, кг / Protein for the entire lactation, kg
8	Удой за 305 дней, кг / Milk yield for 305 days, kg
9	Жир за 305 дней, % / Fat in 305 days, %
10	Жир за 305 дней, кг / Fat in 305 days, kg
11	Белок за 305 дней, % / Protein for 305 days, %
12	Белок за 305 дней, кг / Protein for 305 days, kg

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

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

Для расчета комплексного показателя продуктивности (КПП) (comprehensive productivity indicator (CPI)) нами был выбран метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) [5-7]. Этот метод позволяет одновременно снизить размерность исходных данных, а также перейти к новым, не коррелируемым переменным [8-11].

«С помощью метода PCA сокращается количество переменных в исходном наборе данных. В выделенном подпространстве главных компонент определяется опорная точка MAX. Эта точка соответствует гипотетическому животному, у которого все используемые параметры молочной продуктивности имеют наилучшее значение. При этом наилучшие значения берутся из используемой выборки исходных данных» [12, с. 95-96; 13, с.175; 14, с. 64-66].

Наилучшими значениями для параметров, отвечающих принципу: «чем больше – тем лучше», являются максимальные значения в выборке. Соответственно наихудшими для таких параметров являются минимальные значения. Наоборот, для параметров, отвечающих принципу: «чем меньше – тем лучше», максимальные значения будут являться наихудшими, а минимальные – наилучшими. В результате получаем вектор параметров молочной продуктивности для точки MAX (X^{\max}).

«Применение метода PCA позволяет перейти к новым переменным (главным компонентам). При этом число отобранных главных компонент определяется на основании величины объясненной дисперсии исходных признаков (80% – 90%). Остальные компоненты отбрасываются. Если число отобранных главных компонент равно k , то каждому i -му животному в пространстве отобранных главных компонент будет соответствовать вектор, элементами которого будут координаты главных компонент из матрицы счетов PC :

$$\left[PC_1^i \quad PC_2^i \quad \dots \quad PC_k^i \right], \quad (i=1\dots h). \quad (1)$$

На следующем этапе определяются координаты точки MAX в новом подпространстве отобранных главных компонент:

$$PC_j^{\max} = \sum_{m=1}^n a_{mj} X_m^{\max}, \quad (j = 1 \dots k), \quad (2)$$

где a_{mj} – компонентная нагрузка исходного признака m по компоненте j ;
 n – количество исходных признаков молочной продуктивности, используемых для формирования КПП.

Таким образом, в подпространстве выбранных k главных компонент получаем h точек с координатами (1) и опорную точку с координатами, определяемыми выражением (2).

Далее в подпространстве выбранных главных компонент определяется евклидово расстояние между каждой из h точек, характеризующих оцениваемое животное, и опорной точкой МАХ (D_j^{\max}).

«Комплексный показатель продуктивности животного предлагается рассчитывать как величину обратную значению D_j^{\max} »:

$$KP_i = 1/D_i^{\max}. \quad (3)$$

Чем выше значение KP_i , тем ближе в координатном пространстве главных компонент к точке МАХ располагается точка, характеризующая оцениваемое животное, а, следовательно, тем ближе к наилучшим значениям находятся исходные параметры данного животного» [12, с. 95-96; 14, с. 64-66].

Исследования проводились с использованием табличного процессора MS Excel и интегрированного математического пакета Matlab, имеющего встроенные функции, позволяющие применить метод РСА.

Результаты исследований. Средние показатели изучаемых признаков представлены в таблице 3. Если анализировать каждый показатель, то четкой закономерности сформулировать не удастся. Однако, исходя из принципа «максимальное количество признаков в превосходстве», по I лактации наилучшим является генотип № 9, а по II и III лактации - генотип № 7.

Исходя из описанных выше алгоритмов, нами был рассчитан комплексный показатель продуктивности (КПП) отдельно по каждой лактации. При использовании метода РСА во всех трех случаях оставлялись четыре первые главные компоненты.

Такой выбор обусловлен тем, что при использовании четырех первых главных компонент кумулятивная доля объясненной дисперсии во всех трех случаях составляет более 90 % (рис. 1).

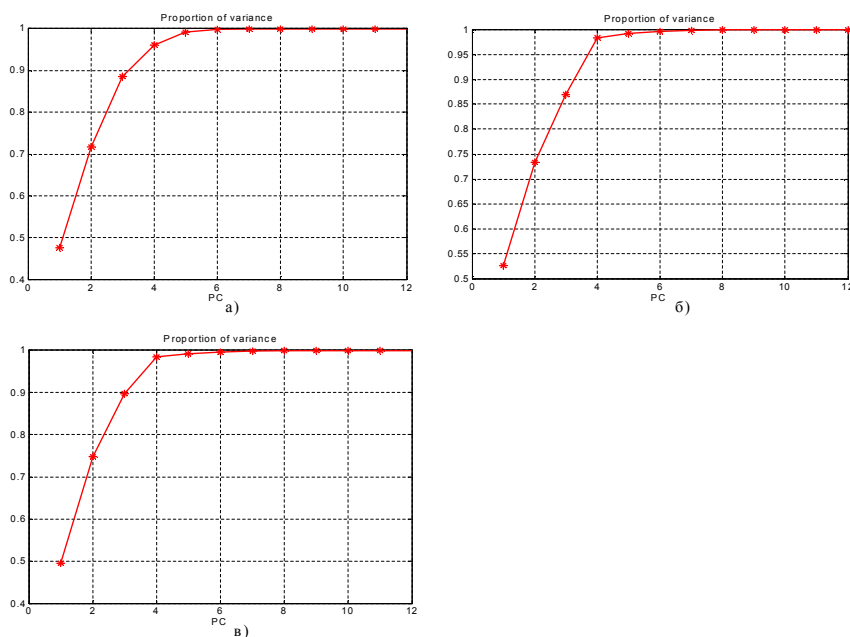


Рис. 1. Доля объясненной дисперсии при использовании метода РСА:
 а) для первой лактации; б) для второй лактации; в) для третьей лактации.

Fig. 1. The proportion of the explained variance when using the PCA method: а) for the first lactation;
 б) for the second lactation; в) for the third lactation.

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.
 Source: compiled by the authors on the basis of scientific research data.

Таблица 3 - Средние значения изучаемых признаков (Источник: составлено авторами.)
 Table 3. Average values of the studied features (Source: compiled by the authors)

Генотип	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 лактация / 1 lactation												
1	142,17	364,58	6238,83	3,91	3,12	244,14	194,89	5635,75	3,90	220,04	3,12	175,91
2	216,37	433,11	8717,63	3,95	3,17	345,03	276,12	6818,05	3,93	268,08	3,16	215,45
3	235,79	458,25	8540,13	3,94	3,16	336,54	270,10	6500,63	3,90	253,75	3,16	205,20
4	215,04	437,56	7736,70	3,88	3,13	299,79	241,99	6102,93	3,89	237,51	3,16	192,54
5	152,00	372,00	8335,40	3,97	3,16	330,94	263,74	7047,80	3,94	277,90	3,16	222,74
6	163,02	389,58	7964,69	3,94	3,16	313,91	251,93	6661,96	3,92	261,32	3,16	210,50
7	213,11	438,78	9883,22	3,93	3,16	388,92	312,26	7463,22	3,90	291,46	3,15	235,54
8	150,83	372,58	8108,73	3,91	3,13	316,72	253,73	7041,46	3,93	276,62	3,16	222,43
9	132,63	358,54	8634,38	3,99	3,17	344,39	273,39	7630,83	3,97	303,30	3,17	241,45
2 лактация / 2 lactation												
1	117,67	345,83	6457,83	3,90	3,14	251,94	202,68	6106,75	3,89	237,86	3,14	191,54
2	184,68	403,63	9252,37	3,96	3,16	367,19	292,76	7553,90	3,95	298,19	3,16	238,78
3	174,58	402,58	8699,29	3,94	3,16	342,75	274,95	7294,21	3,93	286,15	3,16	230,32
4	148,48	373,93	7318,33	3,93	3,16	287,79	231,17	6399,89	3,92	251,07	3,16	202,07
5	72,00	289,20	6535,60	3,91	3,11	255,68	202,38	6501,00	3,91	254,32	3,10	201,28
6	176,52	390,46	8926,15	3,97	3,16	354,24	282,47	7470,31	3,95	295,16	3,16	236,16
7	240,44	440,22	11554,33	3,97	3,16	458,57	365,57	9020,11	3,96	356,82	3,16	285,24
8	150,83	395,96	9325,50	3,95	3,16	368,45	294,78	7850,65	3,95	309,65	3,16	248,11
9	183,75	399,38	9620,13	3,90	3,15	375,62	303,30	7980,29	3,90	311,58	3,16	251,75
3 лактация / 3 lactation												
1	146,00	365,58	7868,00	3,91	3,16	307,99	248,33	7085,92	3,90	276,16	3,15	223,43
2	224,16	440,63	10141,79	3,95	3,16	400,88	320,59	7977,63	3,95	315,32	3,16	251,65
3	200,58	412,88	9054,50	3,94	3,16	357,11	285,78	7356,08	3,94	289,52	3,16	232,07
4	205,70	421,85	9303,85	3,96	3,16	368,45	294,12	7541,85	3,95	297,60	3,16	238,37
5	84,20	287,20	6000,00	4,38	3,07	258,52	181,64	5957,40	4,38	256,68	3,07	180,32
6	240,92	442,67	9882,38	3,94	3,14	389,71	310,23	7786,90	3,92	304,94	3,15	245,26
7	232,89	421,78	10336,22	3,98	3,10	412,17	320,13	8213,89	3,97	326,32	3,11	255,17
8	194,94	400,73	8721,64	3,99	3,10	346,95	270,37	7359,33	3,97	291,70	3,11	228,21
9	187,63	375,88	9057,88	4,11	3,00	371,10	271,90	8010,46	4,08	326,68	3,01	240,94

Для формирования опорной точки МАХ необходимо определить наилучшие значения исходных параметров, характеризующих оцениваемых коров. Все используемые параметры, кроме первых двух: «Сервис-период лактации» и «Дойные дни лактации» соответствуют принципу: «чем больше, тем лучше». Соответственно, указанные выше первые два признака соответствуют принципу: «чем меньше, тем лучше».

Сформированные в соответствии с выражением (3) комплексные показатели молочной продуктивности для каждой лактации показаны в виде точечных диаграмм на рис. 2.

Сформированные значения КПП включают в себя значения всех измеренных параметров молочной продуктивности и позволяют ранжировать животных.

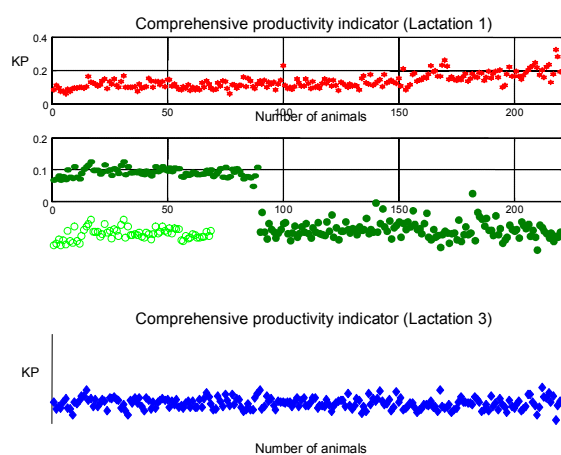


Рис. 2. Значения комплексных показателей продуктивности для первой, второй и третьей лактаций
Fig.2. Values of complex productivity indicators for the first, second and third lactation

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.
Source: compiled by the authors on the basis of scientific research data.

Стоит отметить, что дисперсия значений КПП от лактации к лактации снижается. Для первой лактации дисперсия значений КПП составила 0,0011; для второй лактации дисперсия КПП равна 0,0003; для третьей лактации дисперсия КПП равна 0,0001.

Поместив значения КПП для всех 3-х лактаций на одну координатную плоскость, получим картину, представленную на рис. 3.

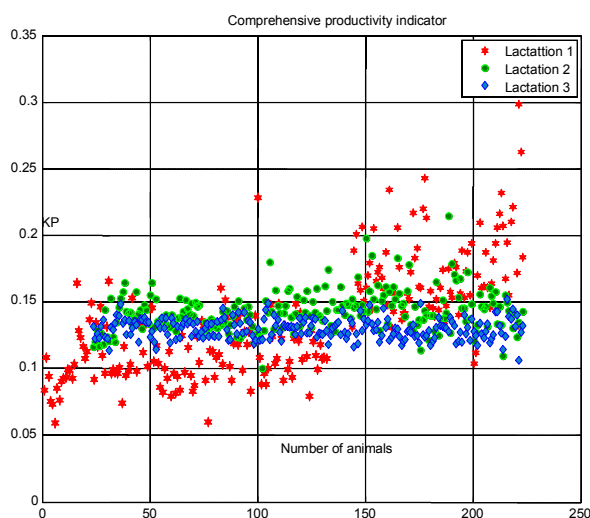


Рис. 3. Значения КПП для всех трех лактаций
Fig. 3. CPI values for all three lactations

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.
Source: compiled by the authors on the basis of scientific research data.

Анализ данных, представленных на рис. 2 и 3, показывает, что если в первой лактации наблюдается достаточно большой разброс значений КПП с дисперсией, равной 0,0011, то к третьей лактации значения КПП постепенно «выравниваются» и дисперсия составляет всего 0,0001 – в 11 раз меньше, чем в первой лактации и в 3 раза меньше, чем во второй.

Учитывая цель данного исследования, а именно возможность применения КПП в оценке животных в зависимости от изучаемого фактора, в табл. 4 приведены средние значения данного индекса. Что позволяет определить лучшие и худшие генотипы (группы)

Таблица 4. Средние значения КПП в группах
Table 4. Average CPI values in groups

Группа / Group	1-я лактация / 1 st lactation	2-я лактация / 2 nd lactation	3-я лактация / 3 rd lactation	Все лактации / All lactations
1	0,0859	0,0784	0,0798	0,0500
2	0,1224	0,1023	0,0875	0,0692
3	0,1118	0,0962	0,0830	0,0624
4	0,1019	0,0888	0,0847	0,0593
5	0,1310	0,0699	0,0741	0,0493
6	0,1183	0,1019	0,0842	0,0653
7	0,1328	0,1187	0,0880	0,0742
8	0,1263	0,1044	0,0810	0,0630
9	0,1572	0,0971	0,0834	0,0650

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

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

Анализ результатов, представленных в таблице, показывает, что по первой лактации, наилучшими были дочери быка-производителя из 9 группы, а вот по второй, третьей и по всем лактациям лучшими были потомки быка №7. Что говорит о большей стабильности при проявлении хозяйственно-полезных факторов, независимо от паратипических факторов.

Интересным является то, что фактические значения КПП уменьшались в зависимости от лактации, несмотря на увеличение некоторых показателей, учитываемых при расчете индекса. Подобный вывод требует дальнейших исследований, что выходит за рамки поставленной цели, однако является заделом для дальнейшего анализа.

Заключение

Применение комплексного показателя продуктивности (КПП) в исследованиях на молочном скоте в зависимости от изучаемых факторов, позволит значительно упростить сравнительный анализ, так как позволяет определить лучшую группу по ряду признаков, одновременно выделяя и лучших животных.

Список источников

1. Лефлер Т.Ф., Садыко С.Г. Сравнительная оценка молочной продуктивности коров разных линий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5 (146). С. 138-142.
2. Карымсаков Т.Н. Эффективность использования в селекции молочного скота методов индексной оценки // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 89-93.
3. Федяев П.М., Лукьянов К.И. Современные тенденции индексной оценки племенной ценности молочного скота // Генетика и разведение животных. 2016. № 4. С. 11-19.
4. Иванова И.П., Троценко И.В. Генетический потенциал молочной продуктивности племенного скота Омской области // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 4. С. 50-55. DOI: 10.54258/20701047_2021_58_4_50.

5. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. Финансы и статистика / С.А. Айвазян [и др.]. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
6. Зиновьев А.Ю. Визуализация многомерных данных. Красноярск: Изд-во КГТУ, 2000. 180 с.
7. Дьяконов А.Г. Анализ данных, обучение по прецедентам, логические игры, системы WEKA, RapidMiner и MatLab (Практикум на ЭВМ кафедры математических методов прогнозирования): Учебное пособие. М.: Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, 2010. 278 с.
8. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Мищенко З.В. Математическое моделирование задач метрологии. Стандартизации и сертификации в MATLAB. Электронное учебное пособие. Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2003. 314 с.
9. Информационные технологии: учебное пособие / К.А. Катков [и др.]. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. 254 с.
10. Никитин В.В., Бобин Д.В. Метод главных компонент для взвешенных данных в процедуре многомерного статистического прогнозирования // Статистика и Экономика. 2021. Т. 18. № 2. С. 4-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2021-2-4-11>.
11. Ширококов И.Г. О применении метода главных компонент в краниологии // Camera Praehistorica. 2020. № 1 (4). С. 121-138. DOI: 10.31250/2658-3828-2020-1-121-138.
12. Погодаев В.А., Катков К.А., Боташева В.А. Результаты анализа количественных и качественных показателей мясной продуктивности свиней // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 94-99. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp94-99>.
13. Криворучко А.Ю., Каниболоцкая А.А., Катков К.А. Оценка фенотипических показателей овец северокавказской мясо-шерстной породы методом анализа главных компонент // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (57). С. 174-181. DOI 10.18286/1816-4501-2022-1-174-181.
14. Катков К.А., Криворучко А.Ю., Каниболоцкая А.А. Использование комплексного показателя для оценки параметров продуктивности у овец породы российский мясной меринос // Вестник аграрной науки. 2021. № 4 (91). С. 62-72. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.4.62.

References

1. Lefler TF, Sadyko SG. Comparative assessment of dairy efficiency of cows of different lines. *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2019;5(146): 138-142. (In Russ.).
2. Karymsakov TN. Efficiency of the use of index assessment methods in the dairy cattle breeding. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021;90(3):89-93. (In Russ.).
3. Fedyaev PM, Lukyanov KI. Modern tendencies in index estimation of dairy cattle breeding value. *Genetics and breeding of animals*. 2016;(4): 11-19. (In Russ.).
4. Ivanova I.P, Trotsenko IV. Genetic potential of milk productivity of breeding cattle of the Omsk region. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(4):50-55. (In Russ.). Available from: [doi:10.54258/20701047_2021_58_4_50](https://doi.org/10.54258/20701047_2021_58_4_50).
5. Ajvazyan SA, Buxshaber VM, Enyukov IS, Meshalkin LD. *Prikladnaya statistika: Klassifikaciya i snizhenie razmernosti*. Moscow: Finansy i statistika; 1989. (In Russ.).
6. Zinovyev AYU. *Vizualizaciya mnogomernyh dannyh*. Krasnoyarsk: publisher Krasnoyarsk State Technical University; 2000. (In Russ.).
7. Dyakonov AG. *Analiz dannyh, obuchenie po precedentam, logicheskie igry, sistemy WEKA, RapidMiner i MatLab (Praktikum na EVM kafedry matematicheskikh metodov prognozirovaniya)*. Moscow: Publishing Department of the Faculty of the Lomonosov Moscow State University; 2010. (In Russ.).
8. Sergeev AG, Latyshev MV, Mishchenko ZV. *Matematicheskoe modelirovanie zadach metrologii. Standartizacii i sertifikacii v MATLAB. Elektronnoe uchebnoe posobie*. Vladimir: Publishing House of Vladimir State University; 2003. (In Russ.).
9. Katkov KA, Hvastova IP, Lebedev VI, Kosova EN, Servetnik OL, Pletuhina AA, et al. *Information technologies: textbook*. Stavropol: Publishing house of North Caucasian Federal University; 2014. (In Russ.).
10. Nikitin VV, Bobin DV. Principal component analysis for weighted data in the procedure of multidimensional statistical forecasting. *Statistics and Economics*. 2021;18(2): 4-11. (In Russ.) Available from: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2021-2-4-11>.

11. Shirobokov IG. On the application of the principal component analysis in cranial metric studies. *Camera Praehistorica*. 2020;4(1): 121-138. (In Russ.). Available from: doi:10.31250/2658-3828-2020-1-121-138.

12. Pogodaev VA, Katkov KA, Botasheva VA. Analysis results of quantitative and qualitative indicators of pork productivity. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;(12): 94–99 (In Russ.). Available from: <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp94-99>.

13. Krivoruchko AYu, Kanibolotskaya AA, Katkov KA. Evaluation of phenotypic parameters of sheep of the north caucasian meat and wool breed by the analysis of the main components. *Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;57(1): 174-181 (In Russ.). Available from: doi:10.18286/1816-4501-2022-1-174-181.

14. Katkov KA, Krivoruchko AYu, Kanibolotskaya AA. Using of a comprehensive indicator for estimating productivity parameters in Russian meat merino sheep. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021;91(4): 62-72. (In Russ.). Available from: doi:10.17238/issn2587-666X.2021.4.62.

Информация об авторах

Н. В. Сулыга - кандидат биологических наук;

К. А. Катков - кандидат технических наук, доцент;

Г. П. Ковалева - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

М. Н. Лапина - кандидат биологических наук.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Статья поступила в редакцию 24.08.2022; одобрена после рецензирования 26.09.2022; принята к публикации 04.10.2022.

Information about the authors:

N. V. Sulyga - PhD (Biology);

K. A. Katkov - PhD (Technical Sciences), Associate Professor;

G. P. Kovalova - PhD (Agriculture), Associate Professor;

M. N. Lapina - PhD (Biology).

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 to the editorial office 24.08.2022; approved after review 26.09.2022; accepted for publication 04.10.2022.



Научная статья

УДК 636.52

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_80

Действие разных доз витамина Е на морфологические и биохимические показатели крови бройлеров при нарушении экологии питания

Залина Зурабовна Туаева¹✉, Рустем Борисович Темираев^{2,3}, Ирина Ирбековна Кцоева¹, Лада Александровна Витюк², Мухамед Кадинович Кожоков⁴

¹Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия

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

⁴Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, Нальчик, Россия

¹zalina4ka_85@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5752-273X>

^{2,3}temiraev_v.kx@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1011-141X>

¹irulik15@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5501-8545>

²lada_vityuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5346-7128>

⁴muchkog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0499-9654>

Аннотация. В настоящее время на рынке появился большой ассортимент антиоксидантов нового поколения, обладающих сорбционными свойствами. Они эффективно участвуют в детоксикации всех известных микотоксинов. Из этих препаратов естественного происхождения высокими антиоксидантными качествами обладает препарат витамина Е 50. При постановке эксперимента по схеме, в ходе которого из цыплят кросса «Росс-708» в суточном возрасте в условиях КФХ Дигорского района РСО-Алания были сформированы 4 группы по принципу групп-аналогов. В каждой группе насчитывалось по 100 голов. Испытывались дозы добавок этого препарата 50, 100 и 150 г/т корма. При применении препарата витамин Е 10 в количестве 100 г/т корма против контроля лучшим состоянием морфологического состава крови обладали мясные цыплята 2 опытной группы. При наличии толерантного уровня анализируемого микотоксина добавки в состав рационов антиоксиданта в указанной дозе в несвернувшейся крови бройлеров этой группы обеспечили наращивание эритроцитов на $0,55 \times 10^{12}/л$ и наличия в них гемоглобина на 5,90 г/л. Разница в указанных случаях оказалась достоверной ($P < 0,05$). При скармливании витамина Е 50 в указанной лучшей дозировке наблюдалось благотворное влияние на метаболизм белка в сыворотке крови бройлеров. Благодаря этому у цыплят 2 опытной группы в сравнении с контрольными аналогами произошло обогащение крови общим белком на 5,13 г/л ($P < 0,05$), альбуминами – на 2,2 % ($P < 0,05$) и γ -глобулинами – на 3,0 % ($P < 0,05$). У птицы 2 опытной группы в сравнении с контролем в крови было отмечено нарастание бактерицидной активности на 9,76 % ($P < 0,05$) и лизоцимной – на 3,76 % ($P < 0,05$). У цыплят 2 опытной группы в крови произошло повышение глюкозы на 5,15 ммоль/л ($P < 0,05$) при параллельном снижении уровня холестерина на 0,98 ммоль/л ($P < 0,05$).

Ключевые слова: бройлеры, Т-2 токсин, антиоксидант, кровь, морфологические и биохимические показатели, состав

Для цитирования: Туаева З.З., Темираев Р.Б., Кцоева И.И., Витюк Л.А., Кожоков М.К. Действие разных доз витамина Е на морфологические и биохимические показатели крови бройлеров при нарушении экологии питания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 80-85. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_80.

Scientific paper

Vitamin E different doses' effect on the morphological and biochemical parameters of broilers blood in violation of the nutritional ecology

Zalina Z. Tuaeva¹✉, Rustem B. Temiraev^{2,3}, Irina I. Ktsoeva¹, Lada A. Vityuk², Mukhamed K. Kozhokov⁴

¹Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

²North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia

³North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia

⁴Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik, Russia

¹zalina4ka_85@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5752-273X>

^{2,3}temiraev_v.kx@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1011-141X>

¹irulik15@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5501-8545>

²lada_vityuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5346-7128>

⁴muchkog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0499-9654>

Abstract. Currently, a large assortment of new generation antioxidants with sorption properties has appeared on the market. They are effectively involved in the detoxification of all known mycotoxins. Vitamin E 50 has high antioxidant qualities among analogue products of natural origin. 4 groups were formed for the experiment from the chickens of the Ross-708 cross at the age of one day in the conditions of the farm of the Digorsky district (the Republic of North Ossetia-Alania) according to the principle of analogue groups. There were 100 heads in each group. The doses of additives of this drug were tested at 50, 100 and 150 g/t of feed. Meat chickens of the second test group had the best state of blood morphological composition when using vitamin E 10 in the amount of 100 g/t of feed against the control. In the presence of a tolerant level of the analyzed mycotoxin, the addition of an antioxidant to the composition of diets in the specified dose in the unclotting blood of broilers of this group ensured an increase in erythrocytes by $0.55 \times 10^{12}/l$ and the presence of hemoglobin in them by 5.90 g/l. The difference in these cases was significant ($P < 0.05$). A beneficial effect on protein metabolism in the blood serum of broilers was observed when feeding Vitamin E 50 at the indicated best dosage. Due to this, chickens' blood of the second test group was enriched with total protein by 5.13 g/l ($P < 0.05$), albumin by 2.2 % ($P < 0.05$) and γ -globulins by 3.0% ($P < 0.05$) in comparison with the control analogues. An increase in bactericidal activity by 9.76% ($P < 0.05$) and lysozyme activity by 3.76 % ($P < 0.05$) was noted in the chickens' blood of the second test group in comparison with the control. In chickens of the second test group, blood glucose increased by 5.15 mmol/l ($P < 0.05$) with a parallel decrease in cholesterol levels - by 0.98 mmol/l ($P < 0.05$).

Keywords: broilers, T-2 toxin, antioxidant, blood, morphological and biochemical parameters, composition

For citation: Tuaeva Z.Z., Temiraev R.B., Ktsoeva I.I., Vityuk L.A., Kozhokov M.K. Vitamin E different doses' effect on the morphological and biochemical parameters of broilers blood in violation of the nutritional ecology. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 80-85. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_80.

Актуальность темы. В последние годы в нашей стране наиболее интенсивно из всех отраслей животноводства развивается промышленное птицеводство, особенно мясное бройлерное производство. Причем мясо бройлеров отличается достаточно высокими диетическими свойствами, биологической полноценностью и органолептическими характеристиками. Однако на эколого-пищевые достоинства птичьего мяса и особенности обмена веществ у цыплят-бройлеров в значительной мере влияет полноценность питания, а также экологические характеристики всех ингредиентов их комбикормов. При фактах нарушений технологического режима хранения и обработки зерновых компонентов птичьих комбикормов из-за наличия высокого уровня влажности воздуха во многих субъектах России, в том числе в условиях РСО-Алания, последние достаточно часто оказываются зараженными плесневыми грибами. Серьезная опасность при этом для бройлеров обусловлена способностью плесени продуцировать крайне токсичные метаболиты – микотоксины [1-5].

Микотоксины – это крайне токсичные соединения, многие из которых термоустойчивы, оказывают угнетающее действие почти на все стороны метаболизма в организме птицы, обладают канце-

рогенным и ингибирующим влиянием на процессы пищеварения, дыхания и кроветворения. Они оказывают депрессивное воздействие на рост молодняка птицы, экологическую чистоту и безопасность мясной и яичной продукции. Из большого перечня ядов плесени для птичьего организма своеобразными существенными интоксикационными особенностями отличается Т-2 токсин (называемый также «Жёлтый Дождь»). Последний относится к производным трихоцетеновых плесневых ядов и выделяется в кормовые ингредиенты, контаминированные грибками из рода «фузариум». В случае отравления Т-2 токсином у птицы появляются многочисленные симптомы язвенных образований слизистой оболочки дыхательных путей (прежде всего – лёгких) и желудка, активирует процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) [6-9].

В настоящее время на рынке появился большой ассортимент БАД нового поколения, обладающие сорбционными и антиоксидантными свойствами природного и синтетического образования. Они эффективно участвуют в детоксикации всех известных микотоксинов. Из БАД естественного происхождения высокими антиоксидантными качествами обладает жирорастворимый витамин Е. Из всего разнообразия этого витамина весьма эффективным препаратом является препарат витамин Е 50, в его составе присутствует диоксид кремния с высокими сорбционными свойствами [10, 11].

Цель исследований – выявить воздействие разных дозировок ввода препарата витамин Е 50 в кормосмеси на основе дерти кукурузы, овса и рапсового шрота, при толерантном уровне присутствия Т-2 токсина, на изменения морфологического и биохимического состава крови выращиваемых цыплят-бройлеров.

Материал и методы исследований. Поставленная выше цель наших исследований решалась при постановке эксперимента по схеме, показанной в табл. 1, в ходе которого из цыплят кросса «Росс-708» в суточном возрасте в условиях КФХ «Батраз» Дигорского района РСО-Алания были сформированы 4 группы по принципу групп-аналогов. В каждой группе насчитывалось по 100 голов.

Таблица 1. Схема постановки научно-хозяйственного опыта
Table 1. Scheme of setting scientific and economic experiment

Исследуемые группы / Studied groups	Особенности кормления / Features of feeding
Контрольная / Control	Полноценный комбикорм (ПК) / Complete feed (CF)
1 опытная / 1 test	ПК + витамин Е 50 в количестве 50 г/т корма / CF + vitamin E 50 in the amount of 50 g/t feed
2 опытная / 2 test	ПК + витамин Е 10 в количестве 100 г/т корма / CF + vitamin E 100 in the amount of 50 g/t feed
3 опытная / 3 test	ПК + витамин Е 50 в количестве 150 г/т корма / CF + vitamin E 50 in the amount of 150 g/t feed

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

Продолжительность мясного выращивания в ходе самого опыта у подопытной птицы составила 42 дня. С учетом наличия в скармливаемых в составе кормосмесей партиях зерна кукурузы, овса и рапсового шрота разных микотоксинов, но, прежде всего, Т-2 токсина, благодаря приему смешивания вышеперечисленных компонентов с благополучными по данному микотоксину компонентами ПК, с помощью кормовых дозаторов корректировали уровень Т-2 токсина в рамках толерантного его количества – не более 0,1 мг/кг [11].

Исследования показателей морфологического и биохимического состава в крови подопытных бройлеров проводили по общепринятым методикам. Результаты исследований состава крови были подвергнуты нами статистической обработке при расчете критерия Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. При проведении нами настоящего научно-хозяйственного опыта особое значение придавали изучению изменений некоторых морфологических показателей в крови (табл. 2) у подопытной птицы под действием разных доз антиоксиданта.

Показано, что при применении препарата витамин Е 10 в количестве 100 г/т корма против контроля лучшим состоянием морфологического состава крови обладали мясные цыплята 2 опытной группы. При наличии толерантного уровня анализируемого микотоксина добавки в состав рационов антиоксиданта в указанной дозе в несвернувшейся крови бройлеров этой группы обеспечили наращивание эритроцитов на $0,55 \times 10^{12}/л$ и наличия в них гемоглобина – на 5,90 г/л. Разница в указанных случаях оказалась достоверной ($P < 0,05$).

Таблица 2. Морфологические показатели крови бройлеров
Table 2. Morphological parameters of broiler blood

n=5

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная/ control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Эритроциты, 10^{12} /л / Erythrocytes, 10^{12} /l	3,44±0,25	3,79±0,28	3,99±0,23	3,89±0,29
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	78,47±0,39	84,11±0,28	84,37±0,37	84,17±0,40
Лейкоциты, 10^9 /л / Leukocytes, 10^9 /l	8,87±0,49	8,94±0,53	8,91±0,52	8,86±0,35

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

По числу же лейкоцитов в жидкой внутренней среде у бройлеров из сравниваемых нами групп при обеспечении снижения риска Т-2 токсикоза неустановлено было достоверных ($P>0,05$) различий. Однако все анализируемые морфопараметры крови у подопытной птицы были в пределах физиологической нормы.

Как известно, микотоксины угнетающе действуют на метаболизм белковый в организме птицы, ведь они подавляют выработку протеиназ-синтеаз. С учетом сказанного, изучили изменения показателей белкового метаболизма (табл. 3) в крови птицы из сравниваемых групп.

Таблица 3. Данные белкового обмена и естественной резистентности птицы
Table 3. Data on protein metabolism and natural resistance of poultry

n=5

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	63,43±0,28	68,21±0,40	68,56±0,36	68,30±0,33
Альбумины, % / Albumins, %	47,3±0,31	49,9±0,28	50,5±0,39	50,0±0,36
α -глобулины, % / α -globulins, %	21,4±0,23	18,6±0,31	16,0±0,43	17,8±0,31
β -глобулины, % / β -globulins, %	14,0±0,30	12,4±0,26	13,2±0,32	12,6±0,43
γ -глобулины, % / γ -globulins, %	17,3±0,24	19,1±0,30	20,3±0,44	19,6±0,34
Индекс А/Г / Index A/G	0,90	0,99	1,02	1,00
Лизоцимная активность, % / Lysozyme activity, %	17,36±0,44	20,33±0,30	21,15±0,38	20,90±0,40
Бактерицидная активность, % / bactericidal activity, %	39,20±0,35	47,56±0,29	48,96±0,42	48,03±0,33

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

Как было установлено, при скармливании витамина Е 50 в указанной лучшей дозировке в составе кормосмесей наблюдалось благотворное влияние на метаболизм белка в сыворотке крови бройлеров. Благодаря данному фактору у мясных цыплят 2 опытной группы в сравнении с контрольными их аналогами произошло обогащение крови общим белком на 5,13 г/л ($P<0,05$), альбуминами – на 2,2 % ($P<0,05$) и γ -глобулинами – на 3,0 % ($P<0,05$), при одновременном обеднении α -глобулинами на 5,4 % ($P<0,05$). При этом, исходя из указанных пропорций в крови фракций альбуминов и глобулинов, величина индекса А/Г у бройлеров 2 опытной группы против контроля была выше на 0,12 ед.

В ходе гематологических исследований у аналогов из 2 опытной группы в сравнении с контролем в крови было отмечено нарастание бактерицидной активности на 9,76 % ($P<0,05$) и лизоцимной – на 3,76 % ($P<0,05$). Это показывает оптимизацию состояния естественного иммунитета у птицы лучшей группы благодаря лучшему уровню детоксикации Т-2 токсина.

Нами также было изучено влияние анализируемых дозировок скармливания апробируемого препарата БАД на некоторые показатели углеводного и липидного обмена (табл. 4) у подопытной птицы.

Таблица 4. Некоторые показатели углеводного и липидного обмена у птицы

Table 4. Some indicators of carbohydrate and lipid metabolism of poultry

n=5

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	44,29±0,33	48,87±0,34	49,44±0,41	49,12±0,29
Холестерол, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	3,10±0,003	2,52±0,005	2,12±0,005	2,45±0,004

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

Показано, что при скармливании лучшей дозы препарата витамин Е 50 в составе кормосмесей с толерантным присутствием Т-2 токсина из-за лучшего уровня элиминации изучаемого микотоксина против контрольных аналогов у цыплят 2 опытной группы в крови произошло повышение наличия глюкозы на 5,15 ммоль/л ($P<0,05$), при параллельном снижении уровня холестерина – на 0,98 ммоль/л ($P<0,05$). Все вышесказанное говорит о том, что за счет лучшей детоксикации Т-2 токсина при указанной дозе скармливания препарата БАД у мясных цыплят оптимизировались углеводный и жировой стороны метаболизма в организме.

Вывод

Для усиления элиминации Т-2 токсина и оптимизации у цыплят-бройлеров промежуточного обмена в их кормосмеси на основе дерти кукурузы, овса и рапсового шрота следует вводить препарат витамин Е 10 в количестве 100 г/т корма.

Список источников

1. Товароведная оценка птичьего мяса при нарушении экологии питания / А.А. Баева [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 2. С. 105-110.
2. Способ улучшения эколого-пищевой ценности птичьего мяса, применяемого в продуктах питания / И.Р. Тлецерук [и др.]. // Новые технологии. 2014. № 2. С. 37-40.
3. Снижение риска афлатоксикоза у цыплят-бройлеров / Ф.Ф. Кокаева [и др.]. // Мясная индустрия. 2012. № 2. С. 36-37.
4. Способ повышения диетических качеств мяса и улучшения метаболизма у цыплят-бройлеров в условиях техногенной зоны РСО–Алания / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 4. С. 130-133.
5. Кизинов Ф.И., Цогоева Ф.Н., Атарова М.Т. Источники селена и витамина Е в рационах птицы // Комбикорма. 2007. № 1. С. 89.
6. Темираев Р.Б., Баева А.А., Дзидзоева З.Г. Потребительская оценка качества мяса бройлеров // Мясная индустрия. 2011. № 11. С. 53-55.
7. Морфологический и биохимический состав крови перепелов при применении в питании пробиотика и витамина С / Д.О. Сенцова [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 115-120.
8. Показатели морфологического и биохимического состава крови и перекисного окисления липидов перепелок при добавках разных доз антиоксиданта / В.Х. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 4. С. 132-137.
9. Качество мяса птицы при использовании в кормах пробиотиков и антиоксидантов / В.Х. Воронков [и др.]. // Мясная индустрия. 2011. № 10. С. 25-27.
10. Повышение переваримости и усвояемости питательных веществ рационов при риске афлатоксикоза / Л.А. Витюк [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 3. С. 104-107.
11. Использование антиоксиданта и ингибитора плесени в кормах для бройлеров / Р.Х. Гадзаонов [и др.]. // Птицеводство. 2009. № 4. С. 23-24.

References

1. Baeva AA, Vitjuk LA, Abaeva SK, Buzoeva LB, Abaev AV. Evaluation of chicken-broiler's meat when disturbing the nutritive ecology. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(2): 105-110. (In Russ.).
2. Tletseruk IR, Temiraev RB, Tukkaev OV, Abaev AV, Kazinets ChI, Lyashenko NV. Method for improving environmental and nutrition values of poultry used in food product. *New technologies*. 2014;(3): 128-134. (In Russ.).
3. Kokaeva FF, Temiraev RB, Stolbovskaya AA, Leontieva OYu. Reducing the risk of aflatoxicosis in broiler chickens. *Meat industry*. 2012;(2):36-37. (In Russ.).
4. Temiraev RB, Kokoeva FF, Tedtova VV, Baeva AA, Khadikova MA, Abaev AV. The way for increasing dietetic meat quality and improving chicken – broilers' metabolism in conditions of technogenic zone in North Ossetia–Alania. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(4): 130-133. (In Russ.).
5. Kizinov FI, Tsogoeva FN, Atarova MT. Sources of selenium and vitamin E in poultry ration. *Compound feed*. 2007;(1): 89. (In Russ.).
6. Temiraev RB, Baeva AA, Dzidzoeva ZG. Consumer quality assessment of broiler meat. *Meat industry*. 2011;(11): 53-55. (In Russ.).
7. Sentsova DO, Temiraev RB, Kozyrev SG, Baeva AA, Baeva ZT, Kubatieva (Gutieva) ZA, et al. Morphology and biochemistry of quails blood when using probiotic and vitamin C in their feeding. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(4): 115-120. (In Russ.).
8. Temiraev VKh, Kozyrev SG, Mamukaev MN, Osikina RV, Baeva AA, Tedtova VV, et al. Indices of morphological and biochemical blood composition and lipid peroxidation of quails when using different antioxidant doses. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016; 53(4): 132-137. (In Russ.).
9. Vorokov VKh, Temiraev RB, Stolbovskaya AA, Gusova YuS. Quality of poultry meat when using probiotics and antioxidants in feed. *Meat industry*. 2011; (10): 25-27. (In Russ.).
10. Vituyk LA, Baeva AA, Bazaeva LM, Savhalova SCh, Kalagova RV. Raise of digestibility and assimilation of nutrient substances in rations at the risk of aflotoxicosis. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(3): 104-107. (In Russ.).
11. Gadzaonov R, Stolbovskaya A, Baeva A, Kibizov G. The use of an antioxidant and mold inhibitor for broilers. *Ptitsevodstvo*. 2009;(2): 23-24. (In Russ.).

Информация об авторах

З. З. Туаева – аспирант;

Р. Б. Темираев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

И. И. Кцоева – кандидат биологических наук, доцент;

Л. А. Витюк – кандидат технических наук, доцент;

М. К. Кожоков – доктор биологических наук, профессор.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в сбор материала; обработку материала; подготовку и написание статьи. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

Information about the authors

Z. Z. Tuaeua – postgraduate student;

R. B. Temiraev – D.Sc (Agriculture), Professor;

I. I. Ktsoeva – PhD (Biology), Associate Professor;

L. A. Vityuk – PhD (Technical Sciences), Associate Professor;

M. K. Kozhokov – D.Sc (Biology), Professor.

Contribution of the authors

All authors have made an equivalent contribution to the collection of material; material processing; preparation and writing of the article. The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office 16.11.2022; approved after review 29.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.

Научная статья

УДК 636.52

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_86

Изучение биолого-продуктивных особенностей бройлеров при скармливании разных доз антиоксиданта для снижения риска Т-2 токсикоза

Залина Зурабовна Туаева¹✉, Анжелика Ахсарбековна Баева², Лада Александровна Витюк², Залина Алимбековна Гутиева (Кубатиева)¹, Мария Сергеевна Газзаева¹

¹Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия

¹zalina4ka_85@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0001-5752-273X>

²angelika_baeva69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

²lada_vityuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5346-7128>

¹zalinafabulous@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3651-484X>

¹gazzaevamarie@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4981-2558>

Аннотация. В последнее время для элиминации микотоксинов, в том числе Т-2 токсина, и устранения их негативного воздействия на биолого-продуктивные показатели бройлеров все больше внимания уделяется расширению рационального применения в кормах мясной птицы биологически активных добавок, обладающих антиоксидантными характеристиками с проявлением сорбционных свойств. В условиях КФХ Дигорского района РСО–Алания провели эксперимент, в ходе которого объектами исследований были цыплята кросса «Росс-708». В соответствии со схемой опыта сформировали из 4 групп мясной птицы по 100 голов в каждой. По итогам выполненного эксперимента более весомое влияние на основные хозяйственно-полезные показатели мясной птицы было обеспечено при скармливании препарата витамин Е 50 в дозе 100 г/т корма. Исходя из этого, бройлеры 2 опытной группы по сравнению с контролем имели преимущество по сохранности поголовья на 3,0%, по валовому и среднесуточному показателям прироста – на 8,9% ($P < 0,05$), при наличии экономии затрат корма на единицу прироста на 8,8%. У бройлеров 2 опытной группы против аналогов контрольной группы произошло снижение массы печени на 6,84% ($P < 0,05$), концентрация в ней нейтральных липидов в 1,54 раза ($P < 0,05$) и холестерина – в 1,50 раза ($P < 0,05$), при одновременном повышении активности щелочной фосфатазы на 16,0% ($P < 0,05$). Установлено, что при введении в состав кормов лучшей дозы испытуемого препарата в организме бройлеров 2 опытной группы оптимизировались процессы окислительно-восстановительных реакций. Это подтверждается улучшением у них функционирования «биологического фильтра» - печени, что в сравнении с мясной птицей контрольной группы было подтверждено повышением активности изоцитратдегидрогеназы на 44,77% ($P < 0,05$) и лактатдегидрогеназы – на 20,07% ($P < 0,05$).

Ключевые слова: бройлеры, Т-2 токсин, витамин Е, хозяйственно-полезные показатели, печень, химический состав, активность энзимов

Для цитирования: Туаева З.З., Баева А.А., Витюк Л.А., Гутиева (Кубатиева) З.А., Газзаева М.С. Изучение биолого-продуктивных особенностей бройлеров при скармливании разных доз антиоксиданта для снижения риска Т - 2токсикоза // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 86-92. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_86.

Scientific paper

The study of broilers biological and productive characteristics when fed with different doses of an antioxidant for reducing the T-2 toxicosis's risk

Zalina Z. Tuaeva¹✉, Anzhelika A. Baeva², Lada A. Vityuk²,

Zalina A. Gutieva (Kubatieva)¹, Maria S. Gazzaeva¹

¹Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

²North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia

¹zalina4ka_85@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5752-273X>

²angelika_baeva69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

²lada_vityuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5346-7128>

¹zalinafabulous@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3651-484X>

¹gazzaevamarie@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4981-2558>

Abstract. Recently more attention has been paid to expanding the rational use of biologically active additives in poultry feed, which have antioxidant characteristics with the manifestation of sorption properties, in order to eliminate mycotoxins (including T-2 toxin) and to eliminate their negative impact on the biological and productive indicators of broilers. Chickens of the Ross-708 cross were the objects of the research conducted in the conditions of the farm of the Digorsky district (the Republic of North Ossetia–Alania). In accordance with the experimental scheme, 4 groups of meat poultry were formed (100 heads each). According to the results of the experiment, a more significant effect on the main economic and useful indicators of meat poultry was ensured with Vitamin E 50 (fed at a dose of 100 g/t). Based on this, broilers of the second experimental group had an advantage in livestock safety (by 3.0 %), in terms of gross and average daily growth rates (by 8.9 % (P<0.05)), in the presence of savings in feed costs per unit of growth (by 8.8 %) compared with the control. Broilers of the second experimental group had a decrease in liver weight (by 6.84 % (P<0.05)), the concentration of neutral lipids (by 1.54 times (P<0.05)), cholesterol (by 1.50 times (P<0.05)) with a simultaneous increase in the activity of alkaline phosphatase (by 16.0 % (P<0.05)) compared to analogues of the control group. It was established that the processes of redox reactions were optimized in the body of broilers of the second experimental group with the best dose of the test product. This is confirmed by the liver improvement, which was stated by an increase in the activity of isocitrate dehydrogenase (by 44.77 % (P<0.05)) and lactate dehydrogenase (by 20.07% (P<0, 05)) in comparison with the meat poultry of the control group.

Keywords: broilers, T-2 toxin, vitamin E, economic indicators, liver, chemical composition, enzyme activity

For citation: Tuaeva Z.Z., Baeva A.A., Vityuk L.A., Gutieva (Kubatieva) Z.A., Gazzaeva M.S. The study of broilers' biological and productive characteristics when fed with different doses of an antioxidant for reducing the T-2 toxicosis's risk. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 86-92. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_86.

Актуальность темы. Откорм мясной птицы на кормосмесях, основными компонентами которых выступают местного производства зернозлаковые культуры и в качестве протеиновых ингредиентов – жмыхи и шроты, может содействовать снижению их себестоимости и производимой мясной продукции. С другой стороны, широкое применение указанных местных кормовых средств в составе кормосмесей для мясной птицы при нарушениях технологических условий хранения (температурного режима и влажности воздуха) в зернохранилищах чревато заражением их плесневыми грибами, в том числе рода фузариум. Ряд их представителей продуцирует крайне токсичный метаболит – Т-2 токсин, относящийся к группе трихоцетеновых микотоксинов. Он обладает ярким своеобразным гепатотрофным воздействием, поражает слизистую оболочку легких и пищеварительного тракта птицы, приводя зачастую к язвенным проявлениям [1-4].

Кроме того, при загрязнении кормовых средств Т-2 токсином при кормлении мясной птицы проявляется нарушение обменных процессов, ухудшается усвояемость сырого протеина рационов, что приводит к задержке в росте откармливаемого молодняка, снижению мясной продуктивности и худ-

шению эколого-биологических показателей производимого птичьего мяса. При этом отрасль мясного птицеводства несет большие зоотехнические и экономические потери [5-8].

С учетом сказанного, в последнее время для элиминации токсичных плесневых ядов и устранения их негативного воздействия на биолого-продуктивные показатели бройлеров все больше внимания уделяется расширению рационального применения в кормосмесях для мясной птицы биологически активных добавок (БАД), обладающих естественными антиоксидантными характеристиками с проявлением сорбционных свойств. Они содействуют элиминации микотоксинов, активизируют процессы метаболизма, тем самым содействуя оптимизации хозяйственно-полезных особенностей при выращивании бройлеров [9-12].

Целью исследований в ходе проведенного опыта послужило изучение воздействия разных дозировок введения препарата витамин Е 50 в кормосмеси для бройлеров на основе дерти кукурузы, овса и рапсового шрота на их биолого-продуктивные качества при наличии в рационе толерантного показателя Т-2 токсина.

Материал и методы исследований. В условиях КФХ «Батраз» Дигорского района РСО-Алания провели эксперимент, в ходе которого в роли объектов исследований выступили цыплята быстрорастущего кросса «Росс-708». В соответствии со схемой организации кормления (табл. 1) птицы из 4 групп (по 100 голов в каждой), образованных по принципу групп-аналогов, продолжительность данного опыта составила 42 сутки.

Таблица 1. Схема постановки научно-хозяйственного опыта
Table 1. Scheme of setting scientific and economic test

Исследуемые группы / Studied groups	Особенности кормления / Features of feeding
Контрольная / Control	Полноценный комбикорм (ПК) / Complete feed (CF)
1 опытная / 1 test	ПК + витамин Е 50 в количестве 50 г/т корма / CF + vitamin E 50 in the amount of 50 g/t feed
2 опытная / 2 test	ПК + витамин Е 50 в количестве 100 г/т корма / CF + vitamin E 100 in the amount of 50 g/t feed
3 опытная / 3 test	ПК + витамин Е 50 в количестве 150 г/т корма / CF + vitamin E 50 in the amount of 150 g/t feed

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

В течение всего эксперимента определяли по общепринятым методам данные по сохранности поголовья (подсчетом падежа у цыплят – ежедневно), прироста живой массы (весовым способом раз в неделю) и оплату корма продукцией, исходя из количества потребленных кормов и результатов валового прироста.

Изучение некоторых биологических показателей (активность ферментов в мышцах, массу печени и наличие в ней холестерина и общих липидов) проводилось у бройлеров в сравниваемых группах по общепринятым методам.

Полученный в процессе опыта материал исследований обработали биометрически с расчетом критерия Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. Типовые кормосмеси рациона у подопытных мясных цыплят были приготовлены на основе кукурузы, овса и рапсового шрота, контаминированных грибами фузариум и их метаболитом Т-2 токсином. Путем ступенчатого смешивания с помощью кормовых дозаторов вышеперечисленных местных кормовых средств с благополучными по изучаемому плесневому яду остальными компонентами нам удалось добиться присутствия Т-2 токсина в скармливаемых кормосмесях в толерантных дозах – 0,25 мг/кг [13].

При завершении проведенного опыта мы определили изменения главных хозяйственно-полезных параметров у мясных цыплят (табл. 2) при скармливании разных дозировок препарата витамин Е 50.

Таблица 2. Главные хозяйственно-полезные показатели у мясных цыплят
Table 2. The main economic and useful indicators of meat chickens

n = 100

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Сохранность птицы, % / Preservation of the bird, %	94	95	97	96
Живая масса 1 головы, г / Live weight of 1 head, g				
в начале опыта / at the start of the test	40,6±0,19	40,7±0,32	40,6±0,40	40,8±0,33
в конце опыта / at the end of the test	2309,6±4,4	2442,0±4,9	2512,3±4,8	2468,2±4,7
В % к контролю / In % to control	100,0	105,7	108,8	106,9
Прирост живой массы, г / Live weight gain, g				
валовой / gross	2269,9±2,9	2401,3±2,7	2471,7±2,5	2427,4±2,3
среднесуточный / average daily	54,02±0,38	57,17±0,29	58,85±0,28	57,79±0,33
В % к контролю / In % to control	100,0	105,8	108,9	107,0
Расход корма на 1 кг прироста, кг / Feed consumption per 1 kg of growth, kg	1,98	1,87	1,78	1,82
В % к контролю / In % to control	100,0	94,4	90,2	91,9

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

По итогам выполненного эксперимента более весомое влияние на основные хозяйственно-полезные показатели мясной птицы было обеспечено при скормливание препарата витамин Е 50 в дозе 100 г/т корма.

Исходя из сказанного, бройлеры 2 опытной группы по сравнению с контролем имели преимущество по сохранности поголовья на 3,0%, по валовому и среднесуточному показателям прироста – на 8,9% (P<0,05), при наличии существенной экономии затрат кормосмесей на единицу валового прироста на 8,8%.

С учетом того, что Т-2 токсин оказывает на птицу гепатотрофное действие, угнетаются процессы ферментации и активируются процессы жирового обмена, поэтому нами было изучено влияние разных доз препарата витамин Е 50 на массу печени, активность щелочной фосфатазы и особенности обмена липидов (табл. 3).

Таблица 3. Масса печени, активность щелочной фосфатазы и особенности обмена липидов у цыплят
Table 3. Liver weight, alkaline phosphatase activity and lipid metabolism of chickens

n=5

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Масса печени, г / Weight of the liver, g	55,27±0,24	52,33±0,28	51,49±0,36	52,00±0,34
Массовая доля, мг/кг: / Mass fraction, mg/kg:				
нейтральных липидов / neutral lipids	6,35±0,35	4,26±0,26	3,34±0,30	4,13±0,36
холестерина / cholesterol	0,412±0,004	0,309±0,003	0,275±0,004	0,301±0,003
Щелочная фосфатаза, ед./г / Alkaline phosphatase, units/g	873±2,7	978±3,3	1013±2,8	989±3,0
В % к контролю / In % to control	100,0	112,0	116,0	113,3

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

Выяснено, что при применении указанной лучшей дозы испытуемого препарата для детоксикации Т-2 токсина у цыплят 2 опытной группы было отмечено физиологическое улучшение функциональной деятельности их печени. Это у них проявилось против сверстников в контрольной группе в снижении массы этой железы на 6,84 % ($P < 0,05$), концентрации в ней нейтральных липидов в 1,54 раза ($P < 0,05$) и холестерина – в 1,50 раза ($P < 0,05$), при одновременном повышении активности щелочной фосфатазы на 16,0 % ($P < 0,05$).

При элиминации анализируемого микотоксина в организме мясной птицы повышается активность синтеза в печени НАД и НАДФ, которые служат производными витамина В₅ (никотиновой кислоты). Эти кофакторы в печени корректируют активность основных оксидоредуктаз, в первую очередь энзимов лактат- и изоцитратдегидрогеназы (табл. 4).

Таблица 4. Активность в печени лактат- и изоцитратдегидрогеназы птицы
Table 4. Activity of lactate and isocitrate dehydrogenase in the poultry liver

n= 5

Энзимы / Enzymes	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Изоцитратдегидрогеназа, ммоль НАД/мин/г белка / Isocitrate dehydrogenase, mmol NAD/min/g protein	26,22±0,37	35,98±0,39	37,96±0,24	36,95±0,43
Лактатдегидрогеназа, ммоль НАДФ/мин/г белка / Lactate dehydrogenase, mmol NADP/min/g protein	573±1,9	659±2,5	688±1,7	673±2,8

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

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

Установлено, что при введении в состав кормосмесей лучшей дозы испытуемого препарата в организме бройлеров 2 опытной группы оптимизировались процессы окислительно-восстановительных реакций. Это подтверждается улучшением у них функционирования «биологического фильтра» – печени, что в сравнении с мясной птицей контрольной группы было подтверждено повышением активности изоцитратдегидрогеназы на 44,77 % ($P < 0,05$) и лактатдегидрогеназы – на 20,07 % ($P < 0,05$).

Выводы

1. Для повышения сохранности поголовья, интенсификации роста и улучшения оплаты корма продукцией в кормосмеси цыплят-бройлеров на основе зерна кукурузы, овса и рапсового шрота с толерантным наличием Т-2 токсина следует вводить антиоксидант витамин Е 50 в количестве 100 г/т корма.

2. Скармливание мясной птице данного препарата в указанной дозе улучшает функциональную деятельность печени, окислительно-восстановительные процессы и метаболизм липидов в этом кроветворном органе.

Список источников

1. Показатели морфологического и биохимического состава крови и перекисного окисления липидов перепелок при добавках разных доз антиоксиданта / В.Х. Темираев [и др.]. 2016. Т. 53. № 4. С. 132-137.

2. Способ повышения потребительских качеств осетинского сыра / Р.Б. Темираев [и др.]. Л.А. Витюк, М.Г. Кокаева, Н.С. Джибилова, А.М. Кануков // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 3. С. 169-173.

3. Использование автолизата винных дрожжей для откорма свиней / Л.В. Цалиева [и др.]. // Мясная индустрия. 2011. № 11. С. 36-38.

4. Способ улучшения эколого-пищевых качеств птичьего мяса / И.Р. Тлецерук [и др.]. // Новые технологии. 2013. № 3. С. 128-134.
5. Потребительские качества говядины при добавках адсорбентов в рационы откармливаемых бычков / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 4. С. 113-116.
6. Морфологический и биохимический состав крови мясной птицы при применении в рационах биологически активных препаратов / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 91-97.
7. Качество мяса птицы при использовании в кормах пробиотиков и антиоксидантов / В.Х. Ворочков [и др.]. // Мясная индустрия. 2011. № 10. С. 25-27.
8. Снижение риска афлатоксикоза у цыплят-бройлеров / Ф.Ф. Кокаева [и др.]. // Мясная индустрия. 2012. № 2. С. 36-37.
9. Морфологический и биохимический состав крови перепелов при применении в питании пробиотика и витамина С / Д.О. Сенцова [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 115-120.
10. Товароведная оценка птичьего мяса при нарушении экологии питания / А.А. Баева [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 2. С. 105-110.
11. Способ активизации пищеварительного обмена у бройлеров при элиминации различных токсиантов / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 1. С. 66-72.
12. Изучение переваримости и усвояемости питательных веществ рациона лактирующих коров при скармливании адсорбента и антиоксиданта / З.В. Бурнацева [и др.]. // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. № 1 (23). С. 103-108.
13. Использование антиоксиданта и ингибитора плесени в кормах для бройлеров / Р.Х. Гадзаонов [и др.]. // Птицеводство. 2009. № 4. С. 23-24.

References

1. Temiraev VKh, Kozyrev SG, Mamukaev MN, Osikina RV, Baeva AA, Tedtova VV, et al. Indices of morphological and biochemical blood composition and lipid peroxidation of quails when using different antioxidant doses. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016;53(4): 132-137. (In Russ.).
2. Temiraev RB, Vityuk LA, Kokaeva MG, Djibilova NS, Kanukov AM. Method for increasing consumer qualities of the ossetian cheese. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(3): 169-173. (In Russ.).
3. Tsalieva LV, Temiraev RB, Balikoeva FR, Pyshmantseva NA. The use of wine yeast autolysate for fattening pigs. *Meat industry*. 2011;(11): 36-38. (In Russ.).
4. Tletseruk IR, Temiraev KB, Tukkaev OV, Abaev AV. Method for improving the ecological and nutritional qualities of poultry meat. *New technologies*. 2013;(3): 128-134. (In Russ.).
5. Kairov VR, Mamukaev MN, Gutieva ZA, Tsugkieva VB, Dzodzieva ES, Shiolashvili DG. Consumer beef quality when using adsorbents in the diet of fattening bulls. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016;53(4): 113-116. (In Russ.).
6. Temiraev RB, Kairov AV, Tsogoeva FN, Kozhokov MK, Lamarton SF, Kurbanova EA. Blood morphology and biochemistry of meat poultry when using biologically active preparations in their diets. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(1): 91-97. (In Russ.).
7. Vorokov VKh, Temiraev RB, Stolbovskaya AA, Gusova YuS. Quality of poultry meat when using probiotics and antioxidants in feed. *Meat industry*. 2011;(10): 25-27. (In Russ.).
8. Kokaeva FF, Temiraev RB, Stolbovskaya AA, Leontieva OYu. Reducing the risk of aflatoxicosis in broiler chickens. *Meat industry*. 2012;(2):36-37. (In Russ.).
9. Sentsova DO, Temiraev RB, Kozyrev SG, Baeva AA, Baeva ZT, Kubatieva (Gutieva) ZA, et al. Morphology and biochemistry of quails blood when using probiotic and vitamin C in their feeding. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(4): 115-120. (In Russ.).
10. Baeva AA, Vitjuk LA, Abaeva SK, Buzoeva LB, Abaev AV. Evaluation of chicken-broiler's meat when disturbing the nutritive ecology. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(2): 105-110. (In Russ.).
11. Temiraev RB, Baeva AA, Ktsoeva II, Vityuk LA. Way of activating the digestive metabolism in broilers during the elimination of various toxicants. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(1): 66-72. (In Russ.).

12. Burnatseva ZV, Temiraev RB, Kokaeva MG, Baeva ZT, Pliyeva ZK, Lamarton SF. Study of digestibility and digestibility of nutrients of the diet of lactating cows when feeding an adsorbent and antioxidant. *Innovations and food safety*. 2019;1(23): 103-108. (In Russ.).

13. Gadzaonov R, Stolbovskaya A, Baeva A, Kibizov G. The use of an antioxidant and mold inhibitor for broilers. *Ptitsevodstvo*. 2009;(2): 23-24. (In Russ.).

Информация об авторах

З. З. Туаева – аспирант;

А. А. Баева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Л. А. Витюк – кандидат технических наук, доцент;

З. А. Гутиева (Кубатиева) – доктор биологических наук, профессор;

М. С. Газзаева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в сбор материала; обработку материала; подготовку и написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

Information about the authors

Z. Z. Tuaveva – postgraduate student;

A. A. Baeva – D.Sc (Agriculture), Professor;

L. A. Vityuk – PhD (Technical Sciences), Associate Professor;

Z. A. Gutieva (Kubatieva) – D.Sc (Biology), Professor;

M. S. Gazzaeva – D.Sc (Agriculture), Professor.

Contribution of the authors

All authors have made an equivalent contribution to the collection of material; material processing; preparation and writing of the article.

The authors state that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office 16.11.2022; approved after review 28.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.



Научная статья
УДК: 636.064.6
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_93

Динамика живой массы потомства тушинских овец в зависимости от возраста родителей

Олег Казбекович Гогаев^{1, 2}, Алина Алановна Абаева^{2✉}, Мурат Эхьяевич Кебеков¹, Сослан Германович Козырев², Альбина Руслановна Демурова¹

¹Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, Владикавказский научный центр РАН России, Владикавказ, Россия

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

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

kebekov.murat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6835-513X>

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

demurova.albina.68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8731-793X>

Аннотация. Для устранения последствий негативного влияния инбридинга на овец тушинской породы необходимо консолидировать наследственные свойства племенных овец путем рационального использования генетических ресурсов за счет интенсификации селекционного процесса на основе возрастного подбора родительских пар. На базе АО Пригородного района РСО-Алания в 2019 году были сформированы 4 разновозрастные группы маток тушинской породы, соответствующих требованиям первого класса и выше: I группа - ярки 1,5 лет, II - матки в возрасте 2,5-3,5 года; III - 4,5-5,5 лет и IV - 6,5 и старше по 300 голов в каждой группе, а также 9 баранов разного возраста, по три головы в каждой группе: I группа в возрасте 1,5 лет; II – 2,5-4,5 лет и III – старше 6,5 каждого возраста. Живую массу определяли путем индивидуального взвешивания при рождении с точностью до 0,1 кг, а в остальные периоды до 0,5 кг. На основании данных живой массы рассчитывали данные абсолютного и относительного прироста. Наибольшую живую массу при рождении имеют ягнята, полученные от 3,5-4,5-летних маток. Хорошо развиваются до 6,5-месячного возраста ярочки и баранчики от средне- и старшевозрастных маток, однако к годовалому возрасту достоверной разницы в массе потомства в зависимости от возраста маток не наблюдается. Возраст отцов на массу ягнят при рождении и к отбивке оказал незначительное влияние. К годовалому возрасту баранчиков более крупное было потомство от 5,5-летних и старше баранов и при этом получена достоверная разница. С учетом разных возрастных сочетаний родителей лучшим является спаривание как для баранчиков, так и для ярочек ♂2,5-4,5 x ♀4,5-5,5 лет. От спаривания одновозрастных старых и особенно молодых родителей получено потомство с наименьшей живой массой.

Ключевые слова: *возрастной подбор, живая масса, баран-производитель, матка, баранчик, прирост живой массы, коэффициент роста*

Для цитирования: Гогаев О.К., Абаева А.А., Кебеков М.Э., Козырев С.Г., Демурова А.Р. Динамика живой массы потомства тушинских овец в зависимости от возраста родителей // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 93-101. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_93.

Scientific paper

Dynamics of the live weight of the Tushino sheep's offspring depending on the age of the parents

Oleg K. Gogaev^{1,2}, Alina A. Abaeva^{2✉}, Murat E. Kebekov², Soslan G. Kozyrev², Albina R. Demurova¹

¹ Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

² North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia

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

²alina444abaeva@gmail.com[✉], <https://orcid.org/0000-0002-4403-1226>

³kebekov.murat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6835-513X>

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

⁵demurova.albina.68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8731-793X>

Abstract. It is necessary to consolidate the hereditary properties of breeding sheep through the rational use of genetic resources and the intensification of the breeding process based on the age of parental pairs for elimination of the negative impact on the Tushino sheep's inbreeding. 4 different-age groups of female sheep of the Tushino breed (300 heads in each) were formed on the basis of the JSC Prigorodny district (the Republic of North Ossetia-Alania) in 2019. All sheep met the requirements of the first class. The groups consisted of 1) ewes (1.5 years old); 2) (2.5-3.5 years old); 3) female sheep (4.5-5.5 years old); 4) female sheep (6.5 years old and older). Also there were 9 rams of different ages - three heads in each group (1) 1.5 years; 2) 2.5-4.5 years; 3) over 6.5 years). Live weight was determined by individual weighing at birth with accuracy of 0.1 kg and up to 0.5 kg in other periods. Absolute and relative gain data were calculated on the basis of live weight data. Lambs which were obtained from 3.5-4.5 year old female sheep had the highest live weight at birth. Ewes and rams from middle-aged and older female sheep developed well up to the age of 6.5 months. However there was no significant difference in the weight of the offspring depending on the age of female sheep by the age of a year. The age of the fathers had little effect on the weight of the lambs at birth and to beating. By the age of one year, the rams had larger offspring from 5.5-year-old and older rams. A significant difference was obtained. Taking into account different age combinations of parents, mating is the best for both rams and ewes >2.5-4.5 x +4.5-5.5 years. From the mating of the same age old and especially young parents, offspring with the lowest live weight was obtained.

Keywords: age selection, live weight, sire ram, uterus, ram, live weight gain, growth factor.

For citation: Gogaev O.K., Abaeva A.A., Kebekov M.E., Kozyrev S.G., Demurova A.R. 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: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_93.

Введение. Северный Кавказ обладает большим потенциалом для эффективного ведения овцеводства. В регионе сосредоточено большое количество аборигенных пород овец, которые отличаются высокой адаптационной способностью к условиям разведения [1-4].

По утверждению А.И. Сурова, С.Н. Шумаенко и З.К. Гаджиева [10] «Аборигенные грубошерстные овцы во многих горных регионах Северного Кавказа издавна являются важным средством обеспечения жителей продуктами питания, а также сырьем для одежды и различных бытовых нужд. Наряду с этим овцеводство здесь решает и важную задачу – обеспечивает проведение религиозных и культовых обрядов местного населения».

Основными породами грубошерстных овец, разводимых на Северном Кавказе в предгорной и горной зонах, являются: карачаевская, лезгинская, тушинская, андийская, осетинская и др., которые характеризуются хорошей приспособленностью к отгонно-горному содержанию, что возможно за счет крепкой конституции, нетребовательности к условиям кормления и содержания и высокой резистентностью к болезням [11, 14].

Вышеотмеченные породы хорошо переносят экстремальные условия высокогорных пастбищ. Но, к сожалению, начиная с 90-х годов прошлого столетия овцеводы мало внимания уделяли селекционно-племенной работе, то есть допускали бессистемное спаривание, нередко близкородственное, что привело к снижению продуктивных качеств овец.

По данным К.Г. Чухно [12] «Наиболее важными звеньями селекционного процесса являются целенаправленный отбор и подбор овец, получение и выращивание крепкого здорового молодняка, его полноценное бесперебойное кормление и правильное содержание взрослых животных. При этом максимальный эффект достигается в том случае, если все эти требования выполняются одновременно и согласованно».

Для устранения последствий негативного влияния инбридинга на овец тушинской породы необходимо консолидировать наследственные свойства племенных овец путем рационального использова-

ния генетических ресурсов за счет интенсификации селекционного процесса на основе возрастного подбора родительских пар.

Живая масса как при рождении, так и в возрастном аспекте является показателем крепости конституции, которая зависит от целого ряда факторов. Наиболее значимыми из них являются величина и возраст родителей, условия кормления и содержания, время ягнения, количество ягнят в помете [5-9; 13].

Цель исследования – изучение динамики живой массы под влиянием разновозрастного подбора родительских пар.

Методика и условия проведения исследований. Для достижения поставленной цели в АО «Саниба» Пригородного района РСО-Алания в 2019 году было сформировано 4 разновозрастные группы маток тушинской породы, соответствующих требованиям первого класса и выше: I группа - ярки 1,5 лет, II-матки в возрасте 2,5-3,5 года; III - 4,5-5,5 лет и IV - 6,5 и старше по 300 голов в каждой группе, а также 9 баранов разного возраста, по три головы в каждой группе: I группа в возрасте 1,5 лет; II – 2,5-4,5 лет и III – старше 6,5 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 5,5 и старше.

Матки каждой группы осенью осеменялись баранами всех трех групп в равном количестве. В результате такого подбора было получено 12 групп приплода. В период эксперимента подопытный молодняк находился в идентичных условиях кормления и содержания, с использованием рационов, составленных в соответствии с рекомендациями ВИЖ и ВНИИОК. В летнее время ягнята паслись на высокогорных пастбищах.

Живую массу определяли путем индивидуального взвешивания при рождении с точностью до 0,1 кг, а в остальные периоды до 0,5 кг. На основании данных живой массы рассчитывали данные абсолютного и относительного прироста.

Результаты исследований. Исследования по изучению живой массы ягнят, полученных от разновозрастных родителей, проводили путем взвешивания баранчиков и ярочек при рождении, 4-х и 8-месячном возрасте и по достижении годовалого возраста. Интенсивность роста приплода определяли путем вычисления среднесуточных приростов по периодам и коэффициента роста. Коэффициент роста определялся путем деления живой массы в конце изучаемого периода на массу в начале этого периода.

Данные по живой массе ярочек и баранчиков в зависимости от возраста родителей приведены в табл. 1 и 2, из показателей которых видно, что на фоне баранов всех возрастов живая масса ярочек при рождении с увеличением возраста маток от 1,5 до 5,5 лет увеличивается от 3,45 до 4,30 кг, то есть на 0,85 кг, или 24,64 % ($P \leq 0,999$). Дальнейшее увеличение возраста маток до 6,5 лет и старше приводит к уменьшению массы приплода по яркам до 3,99 кг, то есть снижается на 0,31 кг, или 7,21 % ($P \leq 0,99$) по отношению к массе ягнят от маток 4,5-5,5 лет.

В период подсоса ярочки от маток среднего возраста растут хорошо и в 4-месячном возрасте потомство маток 4,5-5,5 летнего возраста превосходило сверстников от маток 1,5 лет на 3,03 кг, или 16,31 % ($P \leq 0,999$). Интенсивный рост приплода от маток старших возрастов в подсосный период можно объяснить лучшей молочностью и повышенным материнским инстинктом взрослых маток.

К годовалому возрасту живая масса ярочек по всем группам, за исключением потомства, рожденного от 1,5-летних маток, почти уравнивается и не имеет достоверной разности. Живая масса ярочек от 1,5-летних маток меньше живой массы сверстниц, полученных от средневозрастных маток, на 2,79 кг и разность достоверна при $P \leq 0,99$.

Влияние возраста отцов на живую массу ярочек при рождении и к отбивке незначительное. Наиболее крупные ярочки получены как при рождении, так и в 4-, 8- и 12-месячном возрасте от маток 4,5-5,5-летнего возраста, спариваемых с баранами 2,5-4,5 лет (4,35; 22,64; 30,60 и 35,15 кг).

Наименьшие показатели живой массы соответственно (3,30; 18,23; 26,00 и 29,70 кг) имели ярочки от молодых маток, спаренных с молодыми баранами. Кроме того, 1,5-летние матки дали относительно мелких ягнят и с баранами остальных возрастных групп. Спаривание старых маток со старыми баранами также дало потомство с более низкими показателями живой массы при рождении (3,95 кг). Разность по отношению к массе ягнят от средневозрастных родителей достоверна при $P \leq 0,99$. К годовалому возрасту разность (2,10 кг) в живой массе ярочек, полученных от старых родителей, по отношению к массе ярочек от средневозрастных родителей математически достоверна при $P \leq 0,99$.

Таблица 1. Живая масса ярок, полученных от разновозрастных родителей, кг
Table 1. Live weight of ewes obtained from parents of different ages, kg

Группа / Group	Возраст / Age			
	при рождении / at birth	4 месяцев / 4 months	8 месяцев / 8 months	12 месяцев / 12 months
1,5 ♂ x 1,5 ♀	3,30 ± 0,08	18,23±0,26	26,00 ± 0,36	29,70 ± 0,12
1,5 ♂ x 2,5-3,5 ♀	3,95 ± 0,09	19,51±0,19	28,20 ± 0,29	31,20 ± 1,02
1,5 ♂ x 4,5-5,5 ♀	4,26 ± 0,08	21,74±0,29	29,05 ± 0,26	32,10 ± 1,07
1,5 ♂ x 6,5 и старше / and older ♀	3,83 ± 0,18	19,14±0,26	28,23 ± 0,34	30,55 ± 0,55
2,5 – 4,5 ♂ x 1,5 ♀	3,62 ± 0,12	19,38±0,31	26,96 ± 0,43	32,15 ± 0,91
2,5 – 4,5 ♂ x 2,5-3,5 ♀	4,05 ± 0,07	20,49±0,28	28,74 ± 0,51	33,50 ± 0,89
2,5 – 4,5 ♂ x 4,5-5,5 ♀	4,35 ± 0,07	22,64±0,35	30,60 ± 0,56	35,15 ± 0,60
2,5 – 4,5 ♂ x 6,5 и старше / and older ♀	4,14 ± 0,11	20,16±0,31	29,17 ± 0,75	33,65 ± 0,51
5,5 и старше ♂ x 1,5 ♀	3,44 ± 0,08	18,12±0,24	26,75 ± 0,44	31,55 ± 0,55
5,5 и старше / and older ♂ x 2,5-3,5 ♀	3,95 ± 0,05	19,06±0,32	27,95 ± 0,50	32,70 ± 0,71
5,5 и старше ♂ x 4,5-5,5 ♀	4,30 ± 0,05	20,45±0,26	28,80 ± 0,49	34,51 ± 0,42
5,5 и старше / and older ♂ x 6,5 и старше / and older ♀	4,00 ± 0,13	19,18±0,33	28,00 ± 0,71	32,05 ± 0,87

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

Source: compiled by the authors based on research results.

Таблица 2. Живая масса ярок в среднем по группам баранов-производителей и маток
Table 2. Live weight of ewes on average for groups of sires and female sheep

Возраст родителей / Parents' age	Возраст / Age			
	при рождении / at birth	4 месяцев / 4 months	8 месяцев / 8 months	12 месяцев / 12 months
По баранам-производителям / By sires				
1,5	3,84 ± 0,09	19,66±0,24	27,87 ± 0,31	30,89 ± 0,35
2,5 – 4,5	4,03 ± 0,04	20,67±0,32	28,78 ± 0,32	33,61 ± 0,44
5,5 и старше / and older	3,95 ± 0,04	19,20±0,27	27,70 ± 0,32	32,70 ± 0,47
По маткам / By female sheep				
1,5	3,45 ± 0,06	18,58±0,25	26,57 ± 0,36	31,13 ± 0,42
2,5-3,5	3,98 ± 0,06	19,69±0,25	28,30 ± 0,34	32,47 ± 0,52
4,5-5,5	4,30 ± 0,06	21,61±0,29	29,48 ± 0,32	33,92 ± 0,48
6,5 и старше ♀ / and older	3,99 ± 0,09	19,49±0,31	28,47 ± 0,43	32,08 ± 0,52

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

Source: compiled by the authors based on research results.

Таблица 3. Живая масса баранчиков, полученных от разновозрастных родителей, кг
Table 3. Live weight of rams obtained from parents of different ages, kg

Группа / Group	Возраст / Age			
	при рождении / at birth	4 месяцев / 4 months	8 месяцев / 8 months	12 месяцев / 12 months
1,5 ♂ x 1,5 ♀	3,52 ± 0,10	19,37±0,12	27,05 ± 0,80	34,32 ± 1,48
1,5 ♂ x 2,5-3,5 ♀	4,14 ± 0,08	20,69±0,16	29,45 ± 0,81	35,35 ± 0,69
1,5 ♂ x 4,5-5,5 ♀	4,35 ± 0,08	22,68±0,21	30,71 ± 0,69	37,35 ± 0,66
1,5 ♂ x 6,5 и старше/ and older ♀	3,96 ± 0,07	19,83±0,17	29,40 ± 1,00	34,76 ± 1,14
2,5 – 4,5 ♂ x 1,5 ♀	3,87 ± 0,10	20,12±0,21	27,43 ± 0,45	35,91 ± 1,09
2,5 – 4,5 ♂ x 2,5-3,5 ♀	4,20 ± 0,15	21,09±0,17	31,76 ± 0,29	36,83 ± 0,81
2,5 – 4,5? x 4,5-5,5 ♀	4,46 ± 0,07	23,05±0,12	34,52 ± 0,37	38,70 ± 0,70
2,5 – 4,5 ♂ x 6,5 и старше / and older ♀♀	4,08 ± 0,16	20,94±0,14	31,55 ± 0,43	35,58 ± 0,89
5,5 и старше/ and older ♀ ♂ x 1,5 ♀	3,68 ± 0,07	18,97±0,16	26,95 ± 0,35	34,65 ± 0,47
5,5 и старше/ and older ? ♂ x 2,5-3,5 ♀	4,12 ± 0,07	20,73±0,12	30,76 ± 0,45	35,81 ± 0,38
5,5 и старше ♂ x 4,5-5,5 ♀	4,32 ± 0,07	22,87±0,16	32,10 ± 0,48	37,42 ± 0,30
5,5 и старше/ and older ♀ ♂ x 6,5 и старше/ and older ♀♀	3,98 ± 0,17	19,63±0,11	30,23 ± 0,86	34,51 ± 0,43

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

Таблица 4. Живая масса баранчиков в среднем по группам баранов-производителей и маток
Table 4. Live weight of rams on average for groups of rams and female sheep

Возраст родителей / Parents' age	Возраст / Age			
	при рождении / at birth	4 месяцев / 4 months	8 месяцев / 8 months	12 месяцев / 12 months
По баранам-производителям / By sires				
1,5	3,99 ± 0,08	20,64±0,15	29,15 ± 0,43	35,44 ± 0,56
2,5 – 4,5	4,15 ± 0,09	21,30±0,16	31,32 ± 0,33	36,76 ± 0,54
5,5 и старше / and older	4,03 ± 0,04	20,55±0,13	30,01 ± 0,43	35,60 ± 0,41
По маткам / By female sheep				
1,5	3,69 ± 0,06	19,49±0,37	27,14 ± 0,49	34,96 ± 0,44
2,5-3,5	4,15 ± 0,04	20,84±0,35	30,66 ± 0,25	36,00 ± 0,56
4,5-5,5	4,38 ± 0,04	22,87±0,43	32,44 ± 0,33	37,82 ± 0,45
6,5 и старше ♀ / and older	4,38 ± 0,04	22,87±0,43	32,44 ± 0,33	37,82 ± 0,45

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

Независимо от возраста отцов, наименьшие показатели живой массы при рождении (3,69 кг) имели баранчики от 1,5-летних маток. От маток остальных возрастов получены баранчики с живой массой – 4,15 – 4,38 – 4,01 кг. В подсосный период лучше развивались баранчики от 4,5-5,5-летних маток. Разность в массе равна 3,38 кг к массе баранчиков от молодых маток в 4-месячном возрасте, достоверна при $P \leq 0,95$. Имеющаяся незначительная разница у ягнят других групп в массе как к концу подсосного периода, так и в годовалом возрасте не достоверна.

На фоне маток всех возрастов в группах ягнят от разновозрастных баранов существенных отклонений в живой массе при рождении и в 4-месячном возрасте не наблюдается.

Влияние возраста отцов на живую массу баранчиков проявляется к годовалому возрасту последних. К 12 месяцам живая масса баранчиков составляла 35,44 – 36,76 – 35,60 кг, разность – 1,32-1,16 кг достоверна только между живой массой приплода молодых и средневозрастных родителей ($P \leq 0,90$).

Наиболее крупные баранчики при рождении, при отбивке, в 8-месячном и годовалом возрасте были получены от спаривания средневозрастных баранов с матками среднего возраста (4,46; 23,05; 34,52 и 38,70 кг).

Низкие показатели в живой массе (3,52 кг) имели баранчики от молодых маток, спаренных с молодыми баранами. Отставали они в живой массе и в последующие учетные периоды (19,37; 27,05 и 34,32 кг). Разность имеет достоверность при $P \leq 0,99$. Баранчики, полученные от спаривания молодых баранов с матками всех возрастов, в сравнении с другими сверстниками также имели низкую живую массу и в 12-месячном возрасте (34,32; 35,35; 37,35 и 34,76 кг). Однако разность по отношению к живой массе баранчиков от средневозрастных баранов – 1,59; 1,48; 1,35 и 0,82 кг достоверна ($P \leq 0,90$) по баранчикам от спаривания: ♀ 4,5-5,5 x ♂ 2,5-4,5.

Для получения более ясного представления о росте ягнят, на основе данных взвешивания, вычислены среднесуточные приросты приплода, полученного от спаривания разновозрастных родителей. Установлено, что материнский организм и возраст маток в большей степени влияют на рост ягнят, чем отцовский.

В первый период после рождения суточные приросты ягнят с увеличением возраста маток до 4,5-5,5 лет в среднем увеличиваются и составляют у ярок – 144,25 г, баранчиков – 154,08 г. У потомства старшевозрастных маток приросты меньше.

После 4-месячного возраста до одного года наблюдается другая картина: как у ярок, так и баранчиков скорость роста с увеличением возраста маток замедляется, то есть интенсивнее растут ягнята от молодых маток. Из таблицы 4 можно заметить, что независимо от возраста маток на среднесуточные приросты ярок и баранчиков незначительное влияние возраста отцов оказал во втором периоде роста (до 12 месяцев). Более высокие суточные приросты имело потомство, полученное от средне- и старшевозрастных баранов.

В результате применения при спаривании различных возрастных сочетаний родителей, их потомство в скорости роста имело еще больше различия. Высокие суточные приросты в период подсоса имели ярочки и баранчики, полученные от спаривания ♂♂ 2,5-4,5 x ♀♀ 4,5-5,5; соответственно – 145; 155,5 г, более низкие от ♂♂ 1,5 x ♀♀ 1,5 (117-133,5 г).

По прибытии с гор, попадая в более скудные кормовые условия, плохо развивались ярочки. Покармливаемые с целью племенной реализации баранчики имели относительно высокие суточные приросты. При этом при спаривании ♂♂ 5,5 и старше x ♀♀ 1,5-2,5 не уступали в росте приплоду от остальных родителей.

Средние показатели среднесуточных приростов с увеличением возраста маток у ярок до 4-месячного возраста увеличиваются, в последующем – до 12-месячного уменьшаются. У баранчиков, от средневозрастных маток, скорость прироста в первом периоде выше, а во втором рост по всем группам проходит почти одинаково.

Выводы

1. Наибольшую живую массу при рождении имеют ягнята, полученные от 3,5-4,5-летних маток. Хорошо развиваются до 6,5-месячного возраста ярочки и баранчики от средне- и старшевозрастных маток, однако к годовалому возрасту достоверной разницы в массе потомства в зависимости от возраста маток не наблюдается.

2. Возраст отцов на массу ягнят при рождении и к отбивке оказал незначительное влияние. К годовалому возрасту баранчиков более крупное было потомство от 5,5-летних и старше баранов и при этом получена достоверная разница.

3. С учетом разных возрастных сочетаний родителей лучшим является спаривание как для баранчиков, так и для ярок $\sigma 2,5-4,5 \times \text{♀} 4,5-5,5$ лет. От спаривания одновозрастных старых и особенно молодых родителей получено потомство с наименьшей живой массой.

Список источников

1. Весовой рост молодняка овец в зависимости от происхождения / Р.Д. Бестаева [и др.]. // Достижения науки - сельскому хозяйству: Материалы региональной научно-практической конференции, Владикавказ, 19–20 декабря 2016 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2016. С. 90-93.

2. Возрастные изменения линейных размеров костей осевого скелета овец / Х.Е. Кесаев [и др.]. // Ветеринария Кубани. 2017. № 2. С. 15-17.

3. Гогаев О.К. Продуктивные качества и морфобиологические особенности кроссбредных овец разного происхождения в условиях отгонно-горного содержания Северного Кавказа: дисс. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.02.04 - Ветеринарная хирургия. Владикавказ, 2003. 388 с.

4. Живая масса баранчиков дагестанской горной породы и помесей, полученных от скрещивания с баранами породы российский мясной меринос / А.М. Абдулмуслимов [и др.]. // Аграрная наука. 2021. № 2. С. 29-32. DOI 10.32634/0869-8155-2021-345-2-29-32.

5. Исаенков Е.А., Дюмин М.С., Пронин В.В. Динамика и закономерности морфометрических изменений крестцового отдела скелета у овец в пренатальном онтогенезе // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 4(33). С. 69-72. – DOI 10.35523/2307-5872-2020-33-4-69-72.

6. Нагул молодняка овец романовской породы в условиях предгорной зоны Северного Кавказа / О.К. Гогаев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 93-98.

7. Оценка роста и развития овец породы суффолк на этапе адаптации / И.В. Сучкова [и др.]. // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 1(57). С. 56-61. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.009.

8. Рост молодняка овец романовской породы в условиях предгорной зоны Северного Кавказа / Х.Е. Кесаев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 98-103.

9. Селекционно-генетические основы повышения продуктивности овец / А.И. Ерохин [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 292 с. – ISBN 978-5-8114-6961-1.

10. Суворов А.И., Шумаенко С.Н., Гаджиев З.К. Грубошерстное овцеводство Северного Кавказа // Овцы, козы, шерстяное дело. 2022. № 2. С. 32-35. – DOI 10.26897/2074-0840-2022-2-32-35.

11. Характеристика роста и общего развития ягнят, рожденных в числе одинцов и двоен / В.А. Кусова [и др.]. // Перспективы развития АПК в современных условиях : Материалы 7-й Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 12–14 апреля 2017 года. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. С. 54-57.

12. Чухно К.Г. Хозяйственно-полезные признаки молодняка овец породы маньчский меринос, полученного от разных вариантов возрастного подбора : дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 - Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных. Ставрополь, 2008. 24 с.

13. Юлдашбаев Ю., Салаев Б., Арилов А. Внутривисцеральное развитие ягнят калмыцкой курдючной породы овец // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2017. № 5-6. С. 47-54.

14. Formation of skin and hair coat of the Romanov sheep in the conditions of the piedmont of the north caucasus / О.К. Gogaev, К.Е. Kessaev, В.С. Kaloev [et al.] // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. 2016. Vol. 18. No 4. P. 1029-1038.

References

1. Bestaeva RD, Bitieva IA, Dzeranova AV, Demurova AR. Weight growth of young sheep depending on origin. In: *Achievements of science - agriculture : materials of the regional scientific and practical conference, 19-20 December 2016, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2016. p. 90-93. (In Russ.).
2. Kessaev KhE, Demurova AR, Bestaeva RD, Dzeranova AV, Kusova VA, Gogaev OK. Age-related changes in linear proportions of sheep axial skeleton bones. *Veterinary medicine of Kuban*. 2017;(2): 15-17. (In Russ.).
3. Gogaev OK. *Productive qualities and morphobiological features of crossbred sheep of different origin in the conditions of the North Caucasus mining co-existence* [abstract dissertation]. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2003. (In Russ.).
4. Abdulmuslimov AM, Khozhokov AA, Mirzaev AR, Yuldashbaev YuA. Live weight of rams of dagestan mountain breed and crossbreeds obtained from crossing with rams of the russian meat merino breed. *Agrarian science*. 2021;(2): 29-32. (In Russ.). Available from: DOI 10.32634/0869-8155-2021-345-2-29-32.
5. Isaenkov EA, Dyumin MS, Pronin VV. Dynamics and regularities of morphometric changes sacral section of the skeleton in sheep in prenatal ontogenesis. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2020;4(33): 69-72. (In Russ.). Available from: DOI 10.35523/2307-5872-2020-33-4-69-72.
6. Gogaev OK, Kessaev KhE, Gatsiev US, Demurova AR. Fattening of romanov young sheep in the foothill zone of the North Caucasus. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(4): 93-98. (In Russ.).
7. Suchkova IV, Zayats OV, Linnik LM, German YI, Grekova IE. Assessment of the growth and development of the suffolk sheep breed at the adaptation stage. *Bulletin of the Agroindustrial complex of the Upper Volga region*. 2022;1(57): 56-61. (In Russ.). Available from: DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.009.
8. Kessaev KhE, Gatsiev US, Demurova AR, Gogaev OK. The growth of young romanov sheep in the foothill zone of the North Caucasus. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(4): 98-103. (In Russ.).
9. Erokhin AI, Karasev EA, Yuldashbaev YuA, Erokhin SA, Murzina TV, Salaev BK. *Breeding and genetic foundations of university productivity*. St. Petersburg: Lan; 2021. (In Russ.).
10. Suvorov AI, Shumayenko SN, Gadziev ZK. Rough-wool sheep breeding of the North Caucasus. *Sheep, goats, wool business*. 2022;(2): 32-35. (In Russ.). Available from: DOI 10.26897/2074-0840-2022-2-32-35.
11. Kusova VA, Kebekov ME, Bestaeva RD, Demurova AR. Characteristics of the growth and general development of lambs born among males and twins. In: *Prospects for the development of the agro-industrial complex in modern conditions: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, 12-14 April 2017, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2017. p. 54-57. (In Russ.).
12. Chukhno KG. Economically useful signs of young sheep of the Manych merino breed, obtained from different age selection options [abstract dissertation]. Stavropol: 2008. (In Russ.).
13. Yuldashbaev YuA, Salayev BK, Arilov AN. Pre-natal development of lambs of the kalmyk fat tail sheep breed. *Farm animal veterinary medicine*. 2017;(5-6): 47-54. (In Russ.).
14. Gogaev OK, Kessaev KE, Kaloev BS, Kebekov ME, Tarchokov TT. Formation of skin and hair coat of the Romanov sheep in the conditions of the piedmont of the North Caucasus. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 2016;18(4): 1029-1038.

Информация об авторах

- О. К. Гогаев** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. А. Абаева – аспирант;
М. Э. Кебеков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
С. Г. Козырев – доктор биологических наук, профессор;
А. Р. Демурова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 08.11.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

Information about the authors

O. K. Gogaev – D.Sc (Agriculture), Professor;

A. A. Abaeva – postgraduate student;

M. E. Kebekov – D.Sc (Agriculture), Professor;

S. G. Kozyrev – D.Sc (Biology), Professor;

A. R. Demurova – PhD (Agriculture), Associate 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 to the editorial office 08.11.2022; approved after review 29.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.



Научная статья
УДК: 636.59.082.4
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_102

Циркадные ритмы перепелов

Анжела Андреевна Перезва¹, Наталья Васильевна Агаркова²,
Андрей Анатольевич Свистунов³,
Александра Александровна Данилова⁴, Денис Анатольевич Юрин^{5✉}

^{1,2,3,4,5}Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар,
Знаменский, Россия

¹dsa9212@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4566-9141>

²nata.agarkova.9696@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9721-2058>

³a.swistunov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6180-7946>

⁴aledana2207@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9113-3850>

⁵4806144@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-1517-4858>

Аннотация. Вопрос изучения циркадных ритмов весьма актуален, так как для реализации продуктивного потенциала сельскохозяйственной птицы необходимо учитывать все возможные факторы. Целью работы было изучение циркадных ритмов перепелов породы «Техасский белый» путем наблюдения за локомоторной активностью птицы. Исследования были проведены в условиях вивария кафедры ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» в 2020-2021 гг. С момента посадки велось круглосуточное наблюдение за локомоторной активностью перепелят. Основным показателем для изучения являлось количество активных и пассивных перепелят за пятиминутный отрезок времени. Период кормления приходился на 7:00 и 19:00 с ручной раздачей корма и поением вволю. В ходе экспериментов, проведенных в лаборатории кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий, был выявлена закономерность формирования биологических ритмов перепелят при постоянном круглосуточном освещении. Изучены ритмы локомоторной активности перепелов с момента вывода до 14-дневного возраста. В первые сутки наблюдалась низкая подвижность перепелят. Большая часть отдыхала (спала) под лампой, не имея заинтересованности в потреблении корма или воды. Во второй период первых суток происходила смена периода покоя на период активности. Перепелята проявляли интерес к кормушке с кормом и воде, повышалась локомоторная активность. Период двигательной активности при свободно текущем циркадном ритме составил 23:45 минут. Интервалы покоя и локомоторной активности менялись в течение смежных суток со сдвигом фазы на 45 минут.

Ключевые слова: циркадианные ритмы, перепел, двухвершинный профиль, локомоторная активность

Для цитирования: Перезва А.А., Агаркова Н.В., Свистунов А.А., Данилова А.А., Юрин Д.А. Циркадные ритмы перепелов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 102-107. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_102.

Scientific paper

Quail circadian rhythms

Anzhela A. Perezva¹, Natalya V. Agarkova², Andrey A. Svistunov³,
Alexandra A. Danilova⁴, Denis A. Yurin^{5✉}

^{1,2,3,4,5}Krasnodar Scientific Center of Zootechnics and Veterinary Medicine,
Krasnodar, Znamensky, Russia

¹dsa9212@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4566-9141>

²nata.agarkova.9696@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9721-2058>

³ a.swistunov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6180-7946>

⁴ aledana2207@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9113-3850>

⁵ 4806144@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-1517-4858>

Abstract. The issue of studying circadian rhythms is very relevant. In order to realize the productive potential of poultry, it is necessary to take into account all possible factors. The aim of the work was to study the circadian rhythms of Texas White quails by observing the locomotor activity of the bird. The studies were carried out in the vivarium of the Department of the FSBEI HE Kuban State Agrarian University in 2020-2021. Round-the-clock monitoring of the locomotor activity of the quails was carried out from the moment of implantation. The main indicators for the study were the number of active and passive quails for a five-minute period of time. The feeding period was at 7 a.m. to 7 p.m. with manual distribution of feed and watering ad libitum. Regularity in the formation of biological rhythms of quails with constant round-the-clock lighting was revealed in the course of the experiment conducted in the laboratory of the Department of Breeding Farm Animals and Zootechnics. Rhythms of locomotor activity of quails were investigated from the moment of hatching to 14 days of age. Low mobility of quails was observed on the first day. The majority of quails rested (slept) under the lamp, having no interest to food or water. In the second part of the first day, there was a change in the period of rest for a period of activity. The quails showed interest in food and water and their locomotor activity increased. The period of motor activity with a free flowing circadian rhythm was 23:45 minutes. The intervals of rest and locomotor activity changed during the adjacent day with a phase shift of 45 minutes.

Keywords: *circadian rhythms, quail, bimodal profile, locomotor activity*

For citation: Perezva A.A., Agarkova N.V., Svistunov A.A., Danilova A.A., Yurin D.A. Quail circadian rhythms. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 102-107. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_102.

Введение. Многие изменения в окружающей среде имеют регулярно повторяющиеся периодичности, в том числе в суточных и годовых масштабах времени. Большинство биологических ритмов обусловлено не периодическими воздействиями внешней среды, а подчиняются эндогенным биологическим часам. Механизм биологических часов позволяет организму предвидеть предстоящие изменения во внешней среде и готовиться к ним. Один из таких механизмов отсчета времени, обнаруженный у большинства животных, циркадианные часы, которые отсчитывают 24-часовые интервалы времени [1, с. 11]. Почти все организмы меняют физиологическую и поведенческую активность в течение суток. У птиц, как и у большинства свободноживущих организмов, развилась эндогенная система биологического времени, или биологические часы, позволяющие как предсказывать изменения окружающей среды, так и временно координировать многочисленные физиологические процессы. Синхронизации циркадных ритмов с суточными циклами свет – темнота осуществляется через контроль со стороны супрахиазматического ядра, которое расположено над перекрестом зрительных нервов в гипоталамусе [9, с. 1; 10, с. 1163].

Супрахиазматическое ядро поддерживает суточные (циркадные) и годовые (циргодовые) циклы в физиологии и поведении. Основной набор реакций, контролируемых этим механизмом, включает время секреции гормонов [2, с. 126].

Птицы эволюционировали в ритмичной среде, в которой ежедневное вращение Земли приводит к ежедневным изменениям освещенности, температуры, магнитного поля, атмосферного давления и других абиотических факторов. Эти изменения также вызывают ежедневные колебания в биотических аспектах окружающей среды, включая присутствие хищников, добычи, паразитов, пищи и партнеров [3, с. 9].

Таким образом, птицы, как и большинство свободноживущих организмов, развили эндогенную биологическую систему отсчета времени, или биологические часы, как для прогнозирования изменений окружающей среды, так и для временной координации множества физиологических процессов [4, с. 4184].

Регистрация ритмов локомоторной активности можно регистрировать у отдельных изучаемых животных и птиц; колебания в локомоторной активности непосредственно связаны с фундаментальными ритмами в организме, а именно в центральной нервной системе. Для проявления высокой продуктивности птицы необходимо учитывать все возможные факторы, влияющие на их рост и развитие, включая циркадные ритмы [5, с. 225; 6, с. 159; 7, с. 128; 8, с. 15].

Целью работы было изучение циркадных ритмов перепелов путем наблюдения за локомоторной активностью птицы.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Определить локомоторную активность перепелов с рождения до достижения возраста 2-х недель.
2. Установить циркадные ритмы локомоторной активности и покоя перепелов при круглосуточно включенном освещении.

Материалы и методы. Исследования были проведены в лаборатории кафедры Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина в 2020-2021 гг. Для опытов были использованы перепела породы «Техасский белый».

При постановке опыта учитывалось время, когда птица впервые увидит свет. Поэтому предварительно вывод перепелят проводился в темноте с момента наклева до посадки. Опыт проводился в течение 14 суток. Освещение перепелят было постоянным и составляло 35 люксов. Показатели микроклимата при содержании птицы соответствовали нормам содержания молодняка перепелят.

Для содержания перепелят использовался брудер. Группа для исследования подбиралась методом случайной выборки в количестве 15 голов. С момента посадки велось круглосуточное наблюдение за локомоторной активностью перепелят. Основные показатели для изучения – количество активных и пассивных перепелят за 5-минутный отрезок времени. Период кормления приходился на 7:00 и 19:00 с ручной раздачей корма и поением вволю.

Результаты. В ходе экспериментов, проведенных в лаборатории кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий, нами были выявлены закономерности формирования биологических ритмов перепелят.

В первые сутки опыта перепелята были менее активны, почти все время проводя под источником тепла. Только спустя несколько часов демонстрировали активность, вставая на ноги, проявляя интерес к кормушке с кормом.

К утру вторых суток ярко проявляется тенденция к формированию продолжительного периода покоя (рис. 1).



Рис. 1. Локомоторная активность перепелят на 2 сутки
Fig.1. Locomotor activity of quails on the second day

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

В первый период суток наблюдается малая подвижность перепелят. Большая часть отдыхает (спит) под лампой, не имея заинтересованности в потреблении корма или воды. Не выявлено игровое поведение. Во второй период происходит смена периода покоя на период активности. Перепелята проявляют интерес к кормушке с кормом и воде. Наблюдается развитие локомоторной активности (рис. 2).

Были изучены ритмы локомоторной активности перепелов с момента вывода до 14-дневного возраста. Циркадные ритмы перепелов значительно разнятся с суточными ритмами у кур. На рис. 3 представлены графики смещения фазы локомоторной активности молодняка перепелов на 7-8 сутки.

В этот период и последующие дни наблюдения наиболее ярко прослеживается смещение активности перепелов при использовании стабильного освещения (рис. 2).

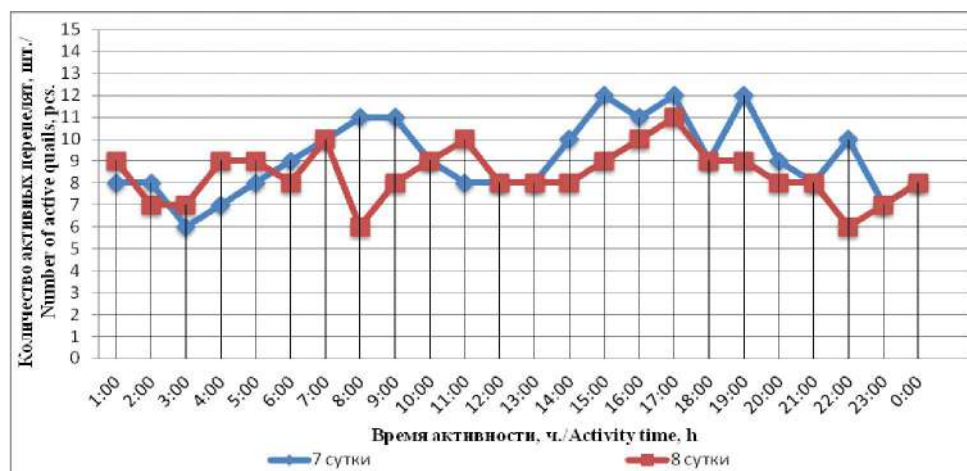


Рис. 2. Локомоторная активность перепелат на 7-8 сутки.
Fig.2. Locomotor activity of quailed on the 7-th and 8-th day

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

В ходе обработки данных, полученных при данном эксперименте, нами наблюдались циркадные ритмы перепелов. Профиль локомоторной активности при этом имеет два ярко выраженных всплеска. Данные всплески активности характеризуются потреблением большей части корма. В периоды между данными всплесками птица менее активна, больше лежит или спит. Подача корма не вызывает сильной активности, лишь кратковременное беспокойство.

Почти вся активность птицы в естественных условиях обитания направлена на получение и добычу питательных веществ. Дикая птица имеет двухвершинный профиль активности. Сравнение профилей активности дикой перепелки в естественных условиях и домашней перепелки в условиях лаборатории дает основание для подтверждения эндогенного происхождения циркадных ритмов.

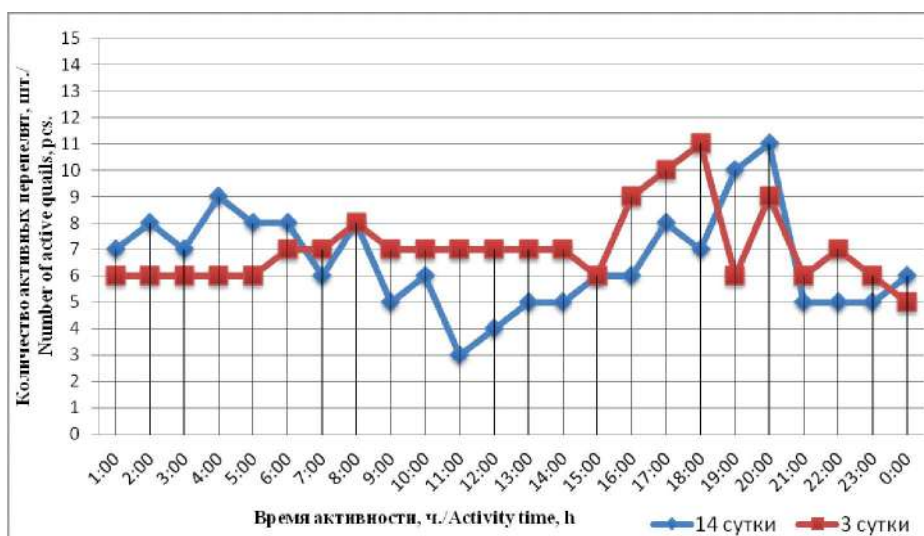


Рис. 3. Локомоторная активность перепелат на 3 и 14 сутки.
Fig.3. Locomotor activity of quails on the 3-rd and 14-th day.

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

На рис. 3 наглядно видно смещение фазы локомоторной активности к вечерним часам. В ходе визуального наблюдения за перепелятами в течение опыта было установлено, что интервалы покоя и локомоторной активности меняются в течение смежных суток со сдвигом. Сдвиг фазы был равен 45 ± 2 минуты.

Обсуждения. Таким образом, установлено, что продолжительность циркадного ритма составляет 23,25 часа. Установленная нами продолжительность биологических суток перепелов и ежесуточное смещение фазы их активности дает основание предположить, что такая же ритмичность и смещение фазы будет наблюдаться и при других частных формах двигательной активности перепелов и, в частности, в яйцекладке.

Заключение

Определены циркадианные ритмы локомоторной активности при содержании перепелов в условиях постоянного освещения. Продолжительность периода локомоторной активности перепелов при свободно протекающем циркадном ритме составила 23,25 часа. Ритм локомоторной активности у перепелов каждые сутки смещается на 45 минут.

Список источников

1. Андреев Д.С., Щербатов В.И. Суточные биоритмы кур // Животноводство России. 2009. № 4. С.11–12.
2. Аристакесян Е.А. Эволюционные аспекты формирования цикла бодрствование-сон в подтипе позвоночных (современное состояние теории эволюции сна И. Г. Кармановой) // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2016. Т. 52. № 2. С. 126–142.
3. Годовые суточные движения земли, циркадные ритмы и молекулярные механизмы контроля циркадных ритмов / Т.В. Дмитриева [и др.]. // Globus. 2019. № 8 (41). С. 8–12.
4. Кузько В.О., Щербатов В.И. Биологические ритмы птиц // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко, Краснодар, 26–30 ноября 2016 года / Отв. за вып. А.Г. Коцаев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2017. С. 225-226. - EDN YNMJBF.
5. Псахчиева З.В., Юрина Н.А., Каиров В.Р. Сорбенты различного происхождения в комбикормах для цыплят-бройлеров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 2. С. 96-99.
6. Кормовые добавки для цыплят-бройлеров / З.В. Псахчиева [и др.]. // Консолидация интеллектуальных ресурсов как фундамент развития современной науки: Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 26 августа 2021. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2021. С. 72-76. EDN FOYVAW.
7. Щербатов В.И., Бачинина К.Н. Предынкубационный отбор перепелиных яиц // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 89. С.127–130. doi: 10.21515/1999-1703-89-127-130
8. Щербатов В.И., Петренко Ю.Ю., Бачинина К.Н. Птицеводство. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. 199 с. - EDN ZDKTUT.
9. Elderbrock E.K., Nau M., Greives T.J. Sex steroids modulate circadian behavioral rhythms in captive animals, but does this matter in the wild? // Hormones and Behavior. 2021. Vol. 128. P.104900. doi: 10.1016/j.yhbeh.2020.104900.
10. Cassone V.M., Kumar V. Chapter 42 - Circadian rhythms // Sturkie's Avian Physiology (Seventh Edition). 2022. P. 1163-1181. doi: 10.1016/b978-0-12-819770-7.00050-5.

References

1. Andreev DS, Shcherbatov VI. Daily biorhythms of chickens. *Animal husbandry of Russia*. 2009;(4): 11–12. (In Russ.).
2. Aristakesyan EA. Evolutionary aspects of sleep-wake cycle development in vertebrates (modern state of the I.G. Karmanova's sleep evolution theory). *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2016;52(2): 126–142. (In Russ.).
3. Dmitrieva TV, Minenko IA, Zolotavin SV, Ivanova EV, Boykov AV. Annual daily movements of the earth, circadian rhythms and molecular mechanisms of control of circadian rhythms. *Globus*. 2019;8(41): 8–12. (In Russ.).

4. Kuzko VO, Shcherbatov VI. Biological rhythms of birds. In: Koshaev AG (eds.) *Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the X All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 120th anniversary of I. S. Kosenko, 26–30 November 2016, Krasnodar*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 2017. p. 225-226. (In Russ.). EDN: YNMJBF.

5. Pskhatsieva ZV, Yurina NA, Kairov VR. Sorbents of different origin in mixed feeds for broiler chickens. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(2): 96-99. (In Russ.).

6. Pskhatsieva ZV, Kairov VR, Bulatseva SV, Tletseruk IR, Yurina NA. Feed additives for broiler chickens. In: *Consolidation of intellectual resources as a foundation for the development of modern science: Collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference, 26 August 2021, Petrozavodsk*. Petrozavodsk: New Science; 2021. p. 72-76. (In Russ.). EDN FOYVAW.

7. Shcherbatov VI, Bachinina KN. Pre-incubating quail eggs sampling. *Proceedings of Kuban State Agrarian University*. 2021;(89): 127–130. (In Russ.). Available from: doi:10.21515/1999-1703-89-127-130.

8. Shcherbatov VI, Petrenko Yu Yu, Bachinina KN. *Poultry*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Tubilin; 2018. (In Russ.). EDN: ZDKTUT.

9. Elderbrock EK, Hau M, Greives TJ. Sex steroids modulate circadian behavioral rhythms in captive animals, but does this matter in the wild? *Hormones and Behavior*. 2021;(128): 104900. Available from: doi:10.1016/j.yhbeh.2020.104900.

10. Cassone VM, Kumar V. Chapter 42 – Circadian rhythms. In: Scanes CG, Dridi S. (eds.) *Sturkie's Avian Physiology*. 7th ed. Charlotte Cockie; 2022. p. 1163-1181. Available from: doi:10.1016/b978-0-12-819770-7.00050-5.

Информация об авторах

А. А. Перезва – младший научный сотрудник;

Н. В. Агаркова – аспирант, научный сотрудник;

А. А. Свистунов – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;

А. А. Данилова – аспирант, научный сотрудник;

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

Вклад авторов

Перезва А.А. – фиксация первичных данных в эксперименте; участие в написании исходного текста.

Агаркова Н.В. – обработка полученных первичных данных.

Свистунов А.А. – обработка полученных первичных данных.

А.А. Данилова – написание обзора литературы.

Д.А. Юрин – развитие методологии; итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 18.10.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 25.11.2022.

Information about the authors

A. A. Perezva – Junior Researcher;

N. V. Agarkova – postgraduate student, Researcher;

A. A. Svistunov – PhD (Agriculture), Leading Researcher;

A. A. Danilova – postgraduate student, Researcher;

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

Contribution of the authors

Perezva A. A. – fixation of primary data in the experiment; participation in writing the original text.

Agarkova N. V. – processing of received primary data.

Svistunov A. A. – processing of received primary data; participation in writing the original text.

Danilova A. A. – writing a literature review.

Yurin D. A. – development of methodology; final conclusions.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office on 18.10.2022; approved after review 18.11.2022; accepted for publication 25.11.2022.

Научная статья
УДК 636.087.8
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_108

Влияние пробиотика «Румит» на биохимические параметры крови и прирост телят

Юлия Михайловна Смирнова¹✉, Анастасия Сергеевна Литонина²,
Мария Владимировна Петухова³, Елгуджа Елвардиевич Хоштария⁴

^{1,2,3} Вологодский научный центр Российской академии наук, Вологда, Россия

⁴ «Зазеркалье», Грязовецкий район, Вологодская область, Россия

¹ julya_smirnova_35@list.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-9155-5110>

Аннотация. Для повышения эффективности производства и конкурентоспособности животноводческой продукции важное значение имеет выращивание ремонтного молодняка, одним из главных условий которого является полноценное кормление. Неотъемлемая задача при этом – создать условия в рубце жвачных животных, при которых кормовые смеси максимально перевариваются и усваиваются организмом, а также служат профилактическими средствами против болезней. Для этих целей в условиях ООО Грязовецкого района Вологодской области был проведен научно-хозяйственный опыт по использованию пробиотического препарата «Румит» в кормлении молодняка крупного рогатого скота. В задачи исследований входила оценка влияния биопрепарата на биохимические показатели крови и интенсивность роста молодняка. Для этих целей было сформировано две группы телят по 10 голов (контрольная и опытная). Опытной группе дополнительно к основному рациону скармливали добавку «Румит» по 15 г в сутки на голову. Установлено, что у телят, получавших дополнительно к основному рациону биопрепарат, по сравнению с контрольной группой отмечалось повышение содержания общего белка в крови на 3,8 %, глюкозы на 0,51 %, а также снижение концентрации мочевины и креатинина на 8,2 и 8,1 % соответственно. При анализе роста молодняка установлено, что у телят по окончании скармливания препарата отмечено увеличение живой массы на 4,6 кг, по сравнению с контрольной группой. Следовательно, использование пробиотика на основе целлюлозолитических бактерий в кормлении телят положительно повлияло на уровень обменных процессов и интенсивность роста молодняка.

Ключевые слова: *молодняк крупного рогатого скота, пробиотик «Румит», живая масса, выращивание, прирост*

Для цитирования: Смирнова Ю.М., Литонина А.С., Петухова М.В., Хоштария Е.Е. Влияние пробиотика «Румит» на биохимические параметры крови и прирост телят // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 108-115. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_108.

Scientific paper

The influence of the probiotic «Rumit» on the blood biochemical parameters and on the calves' growth

Yuliya M. Smirnova¹✉, Anastasiya S. Litonina², Mariya V. Petukhova³, Elgudzha E. Khoshtariya⁴

^{1,2,3} Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda, Russia

⁴ Zazerkalye, Gryazovetsky District, Vologda Region, Russia

¹ julya_smirnova_35@list.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-9155-5110>

Abstract. The rearing of replacement young animals is of great importance for increasing the efficiency of production and the competitiveness of livestock products. Complete feeding is one of the main conditions. An integral task in the case of ruminants is to create conditions in their rumens under which feed mixtures are digested and assimilated to the maximum extent and also serve as prophylactic agents against diseases.

For these purposes, a scientific and economic experiment on the use of the probiotic preparation «Rumit» in feeding young cattle was carried out in the conditions of LTD of Gryazovetsky district (the Vologda region). The objectives of the research included assessing the effect of the biological product on the blood biochemical parameters and the growth rate of young animals. For these purposes, two groups of calves of 10 heads each (control and experimental) were formed. In addition to the basic diet, the experimental group was fed with the Rumit supplement (15 g per head per day). It was found that there was an increase in total protein in the blood by 3.8 %, glucose by 0.51 %, as well as a decrease in the concentration of urea and creatinine by 8.2 and 8.1 % respectively in calves receiving a biological product in addition to the main diet (compared with the control group). When analyzing the growth of young animals, it was found that at the end of feeding the drug, an increase in live weight by 4.6 kg was noted in calves receiving a biological product in addition to the main diet (compared with the control group). Therefore, the use of a probiotic based on cellulolytic bacteria in feeding calves had a positive effect on the level of metabolic processes and the growth rate of young animals.

Keywords: young cattle, Rumit probiotic, live weight, rearing, growth

For citation: Smirnova Yu.M., Litonina A.S., Petukhova M.V., Khoshtaria E.E. The influence of the probiotic «Rumit» on the blood biochemical parameters and on the calves' growth. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 108-115. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_108.

Введение. Как показывает опыт работы ведущих сельхозпредприятий, для повышения молочной продуктивности и увеличения производства конкурентоспособной животноводческой продукции неотъемлемой частью является выращивание молодняка сельскохозяйственных животных [1].

Один из важных факторов, влияющих на рост и развитие молодняка, это полноценное, сбалансированное по всем питательным веществам, минеральным и биологически активным веществам кормление. Для достижения этого все корма, применяемые в кормлении молодняка, особенно в ранние периоды жизни, должны быть только высокого качества [2]. Недостаток и низкое качество кормов усложняют проблему организации научно обоснованного кормления животных [3]. Проблема качества кормов актуальна и для Вологодской области. Так, по данным исследований Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства отмечается преобладание кормов II и III класса. Сена и сенажа первого класса практически не заготовлено, силоса I класса – 33,3 % [4].

В связи с этим возникает необходимость в разработке эффективных для каждого региона способов повышения биологической полноценности их кормления и увеличения коэффициента полезного действия рационов с учетом фактического состава кормов по питательности. Применение в практике животноводства различных кормовых добавок позволяет восполнить рационы сельскохозяйственных животных и удешевить производство единицы продукции [5,6].

Так, в последние годы особое внимание специалистов уделено таким препаратам, как пробиотики. За счёт содержания в своём составе полезных бактерий, их применение благоприятно влияет на микробиоценоз кишечника животного [7]. В отечественной практике достаточно широко изучается применение пробиотиков сельхозпредприятиями. Так, в своей работе О.Н. Тюкавкина (2018) проводила исследование по изучению влияния пробиотика «Целлобактерин» на показатели роста молодняка крупного рогатого скота. Результаты данного исследования показали увеличение среднесуточных приростов живой массы у животных опытной группы на 100 г [8].

Также положительный результат по влиянию пробиотической добавки на рост молодняка был отмечен в трудах И.Н. Миколайчика в соавт. (2017). Авторы указывают, что при использовании в рационах тёлочек до 6-месячного возраста дрожжевой пробиотической добавки «Оптисаф» в дозе 10 г на голову в сутки живая масса была больше на 5,03 %, чем у животных, в рационе которых данная добавка не применялась. Помимо этого, авторами также была отмечена позитивная динамика при формировании телосложения [9].

Согласно исследованиям ученых ВИЖа В.М. Дуборезова и Т.А. Дуборезовой (2016), эффективность использования рационов телятами-молочниками в период скармливания пробиотического препарата «Амилоцин» была выше и в конце периода среднесуточные приросты живой массы телят опытной группы превышали показатели контрольной на 11,8 % [10]. Таким образом, необходимо как можно шире внедрять данные добавки, как малозатратный, многократно окупающий себя способ повышения продуктивности и качества животноводческой продукции.

Большинство современных пробиотиков весьма эффективны, но в то же время мониторинг рынка пробиотиков показал, что некоторые из них не востребованы практикой из-за высокой стоимости. Поэтому разрабатываются новые, более эффективные и дешёвые препараты [11]. Примером такого препарата служит ферментативный пробиотик «Румит», который разработан компанией ООО «Биотроф» [7]. Биопрепарат «Румит» предназначен для применения в рационах крупного рогатого скота разных возрастных групп и выполняет функцию не только пробиотика, но кормового фермента. Как известно, кормовые ферменты выполняют работу биологического катализатора и ускоряют все биохимические реакции, протекающие в организме животного. За счёт этого улучшается усвояемость питательных веществ получаемого корма, что позволяет увеличить производство животноводческой продукции и, как следствие, повысить процент рентабельности работы животноводческого предприятия [12].

В связи с этим целью исследований являлось изучение биохимических параметров крови и интенсивности роста телят при использовании ферментативного пробиотика «Румит».

Материалы и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведён на базе ООО «Зазеркалье» Вологодской области. Для этого были сформированы две группы телок (табл. 1) в возрасте 2 месяцев по 10 голов методом пар-аналогов по происхождению, полу, возрасту, живой массе. Продолжительность скармливания добавки – 90 дней. Содержание животных групповое (по 10 голов в клетке), идентичное для контрольной и опытной групп, соответствующее нормам зоогигиенического контроля.

Таблица 1. Характеристика групп экспериментальных животных (n=10, $X \pm m_x$)
Table 1. Characteristics of groups of experimental animals (n=10, $X \pm m_x$)

Группа животных / Group of animals	Кровность, %/ Bloodline, %	Возраст, дней / Age, days	Живая масса, кг / Live weight, kg
Контрольная/ Control	85,5±1,3	59,3±3,2	88,2±5,8
Опытная/ Test	85,2±1,4	59,2±2,8	88,7±6,4

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

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

Рацион кормления телят в период проведения эксперимента предусматривает постепенный переход от молочного кормления к объемистым кормам в сочетании с концентратами и разработан согласно общепринятым нормам [13]. В период проведения научно-хозяйственного опыта телята контрольной группы потребляли рацион, принятый в хозяйстве, а телята опытной группы дополнительно к основному рациону получали ферментативно-пробиотическую добавку «Румит» по 15 г в сутки на голову.

Рост телят оценивался по данным систематического индивидуального взвешивания, которое проводили в одно и то же время утром до поения и кормления животных в начале, в конце учетного периода, а также ежемесячно. На основании полученных результатов рассчитан абсолютный и среднесуточный прирост живой массы. Кроме этого, по окончанию эксперимента был проведен забор крови у подопытных животных из яремной вены по 5 голов из каждой группы для оценки биохимического статуса животных. Полученные данные обрабатывали биометрически с использованием программного пакета анализа данных Microsoft Excel. Сравнение между собой данных проводилось с применением t-критерия Стьюдента при трех уровнях вероятности (*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001).

Результаты и обсуждения. Внутренняя среда организма является отражением обмена веществ [14, 15]. Для поддержания активных обменных процессов в нем необходимо поступление с рационами в оптимальном количестве всех нормируемых веществ и элементов. Недостаток и или избыток даже одного из них вызывает различные нарушения обмена веществ [16]. Кровь осуществляет перенос питательных веществ, продуктов обмена, ферментов, различных биологически активных соединений и обеспечивает стабилизацию (гомеостаз) внутренней среды, необходимую для жизнедеятельности клеток и тканей, а также функциональное единство организма [14]. Ряд авторов отмечает изменение отдельных показателей со стороны систем крови при использовании в кормлении животных пробиотиков. Их влияние заключается в нормализации уровня обменных процессов в

организме животных [8,17,18]. В связи с этим в исследованиях по окончании эксперимента были определены биохимические показатели крови телят (табл. 2).

Таблица 2. Биохимические показатели крови подопытных животных
Table 2. Biochemical blood parameters of experimental animals

Показатели / Indicators	Единицы измерения / Units	Контрольная / Control	Опытная / Test
Белок общий / Total protein	г/л	71,8±1,0	75,6±1,2*
Альбумины / Albumin	г/л	34,6±0,96	35,1±0,50
Мочевина / Urea	ммоль/л	3,28±0,59	3,01±0,12
Глюкоза / Glucose	ммоль/л	4,34±0,24	4,85±0,15
Билирубин общий / Total bilirubin	ммоль/л	1,28±0,20	1,28±0,34
Креатинин / Creatinine	мкмоль/л	96,5±4,70	88,7±8,6
Холестерин общий / Total cholesterol	ммоль/л	2,60±0,29	2,78±0,16

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

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

*P<0,05

В основе всех жизненных процессов в организме животных лежит обмен белков. Все изменения, протекающие в организме, отражаются на белковом составе крови, поскольку он связан с процессами протеинообразования в других органах и тканях и отвечает за весь комплекс обменных процессов [19].

За период эксперимента содержание общего белка в крови телят опытной и контрольной групп находилось в пределах допустимых значений. По окончании скармливания добавки «Румит» у телят опытной группы наблюдалось повышение общего белка в крови по сравнению с контрольной группой на 5,3 % (P<0,05), что может быть связано с активизацией процессов синтеза и обновления белков, а также с более интенсивным использованием аминокислот не для образования мочевины, а в синтезе других соединений у телят, потреблявших пробиотик.

По окончании скармливания биопрепарата концентрация мочевины в крови телок опытной группы снизилась на 8,2 %, что свидетельствует о повышении эффективности использования азота корма для синтеза микробного белка. Кроме этого, в крови опытной группы телят установлен рост концентрации глюкозы по сравнению с контролем на 11,8 %, что позволит в полной мере обеспечить организм животного энергией, расходуемой на метаболические процессы.

Креатинин является ангидридом креатина и образуется в результате отщепления фосфорного остатка от креатинфосфата, содержание которого в миофибриллах довольно высоко. В процессе распада креатинфосфата выделяется энергия, используемая в процессах метаболизма внутри самой клетки, поэтому понижение его количества в крови свидетельствует о расходовании энергии в метаболических реакциях [20]. Содержание креатинина в опытной группе по сравнению с контрольной группой снизилось на 8,1%.

Важнейшими показателями развития и состояния здоровья телят являются приросты живой массы их тела. Кроме этого они отражают уровень и полноценность кормления телят. Абсолютный прирост живой массы тела в определенной степени позволяет судить о скорости роста животного, имеет важное народнохозяйственное значение, так как быстрорастущие животные затрачивают значительно меньше питательных веществ корма на единицу продукции, чем животные, растущие медленно [8]. Динамика живой массы телят представлена в табл. 3.

Из данных таблицы следует, что более высокий абсолютный прирост живой массы (174,2 кг) был отмечен в группе телят, получавших дополнительно к основному рациону кормовую добавку и разница с контрольной группой составила 5,0 %. Среднесуточный прирост телят опытной группы составил 968 г, что на 4,8 % было выше по сравнению с телятами контрольной группы. Телята опытной группы превзошли контрольную на указанную величину за счет более интенсивного их роста в период проводимого эксперимента.

Таблица 3. Динамика живой массы телят
Table 3. Live weight dynamics of calves

Группы / Group	n	Живая масса в начале опыта, кг / Live weight at the beginning of the experiment, kg	Живая масса в конце опыта, кг / Live weight at the end of the experiment, kg	Абсолютный прирост, кг / Absolute gain, kg	Средне-суточный прирост, г / Average daily gain, g
Контрольная / Control	10	88,2±5,8	169,6±8,9	81,4±3,8	924±39,8
Опытная / Test	10	88,7±6,4	174,2±9,4	85,5±3,7	968±42,7

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

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

Увеличение среднесуточных приростов живой массы телят опытной группы по-видимому объясняется тем, что используемый в кормлении пробиотический препарат, характеризующийся высокой антагонистической активностью в подавлении патогенной микрофлоры, способствует повышению переваримости питательных веществ рациона.

Заключение

Проведенные исследования биохимического статуса и показателей роста животных позволили сделать вывод, что использование пробиотика «Румит» в кормлении телят положительно повлияло на обменные процессы в организме животных и способствовало увеличению интенсивности роста телят на 5,0 %.

Список источников

1. Тукфатулин Г.С., Годжиев Р.С. Рост и развитие телок черно-пестрой породы при скармливании объемистыми кормами // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 1. С. 93-100.
2. Выращивание телят с использованием заменителей цельного молока с разным количеством молочного сахара / В.Ф. Радчиков [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. №. 3. С. 53-58.
3. Гамко Л. Теоретические основы кормления высокопродуктивных коров // Главный зоотехник. 2011. № 9. С. 24-29.
4. Гусаров И.В., Фоменко П.А., Богатырева Е.В. Химический состав и питательность кормов Вологодской области за 2019 год. – Вологда: ВолНЦ РАН, 2020. – 37 с.
5. Миронова И.В., Тагиров Х.Х. Рациональное использование биоресурсного потенциала бес-тужевского и чёрно-пёстрого скота при чистопородном разведении и скрещивании. М.: Лань, 2013. 402 с.
6. Химичева С. Н., Мошкина С.В. Применение кормовых добавок в рационах кормления коров черно-пестрой породы // Приоритетные направления регионального развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курган, 06 февраля 2020 года. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. С. 832-836. – EDN GYHAJZ.
7. Смирнова Ю.М., Литонина А.С., Платонов А.В. Современные тенденции молочного животноводства: результаты эксперимента по применению биопрепаратов в кормлении животных. Вологда: ВолНЦ РАН, 2021. 131 с.
8. Тюкавкина О.Н., Краснощекова Т.А. Влияние скармливания пробиотика «Целлобактерин» на рост и показатели крови молодняка крупного рогатого скота // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов / отв. ред.: В.А. Гоголов. - Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 50-55. – EDN JQDXRW.

9. Влияние дрожжевых пробиотических добавок на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота / И.Н. Миколайчик [и др.]. // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 86-92.
10. Дуборезов В.М., Дуборезова Т.А. Пробиотическая кормовая добавка в рационах телят-молочников // Комбикорма. 2016. № 5. С. 79-80.
11. Салимов Д.Д. Эффективность применения пробиотиков при содержании мясных кур // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. №4(42). С. 145-148. – EDN RAJAFX.
12. Мохова Е.В. Биохимическая оценка ферментов в кормлении животных // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Материалы XVI Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры разведения и генетики сельскохозяйственных животных УО БГСХА, Горки, 13–14 июня 2016 года. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – С. 169-172. – EDN PWQMYA.
13. Некрасов Р.В., Головин А.В., Махаева Е.А. и др. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Посвящается 100-летию со дня рождения академика Алексея Петровича Калашникова (1918–2010); Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста; под ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. М.: Российская академия наук, 2018. 290 с. – EDN XVLDML.
14. Тараканов Б.В. Методы исследования микрофлоры пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. М.: Научный мир, 2006. 187 с. – EDN QKPCYR.
15. Краснощекова Т.А., Тюкавкина О.Н., Плавинский С.Ю. Влияние пробиотика Витацелл на показатели роста и обмена веществ телят в молочном периоде // Концепция «общества знаний» в современной науке : сборник статей Международной научно-практической конференции, Челябинск, 11 декабря 2018 года. Т. 4. – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2018. – С. 58-61. – EDN YQRAFV.
16. Тюренкова Е.Н. Основные нарушения обмена веществ высокопродуктивных молочных коров. СПб.: Плинон, 2013. 84 с.
17. Шевченко С.А., Шевченко А.И., Рядинская Н.И. Показатели роста и морфобиохимического статуса крови телят под влиянием пробиотика «Ветом 1.1» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. – № 1(99). С. 082–084. – EDN PVLMLJ.
18. Смирнова Ю.М., Платонов А.В., Лаптев Г.Ю. Биохимический состав крови и динамика роста телят-молочников при скармливании биопрепарата // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 4. С. 42-45.
19. Веротченко М.А. Биохимические особенности обмена веществ у коров при скармливании им вермикулита // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. №. 4. С. 39-42.
20. Продуктивность и обмен веществ телят-молочников при обогащении рационов пробиотическим препаратом «А₂» / М. Чабаев [и др.]. // Молочное и мясное скотоводство. 2013. №. 4. С. 22-24.

References

1. Tukfatulin GS, Godzhiev RS. Growth and development of Black-and-White breed heifers when fed with bulky feed. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(1): 93-100. (In Russ.).
2. Radchikov VF, Kot AN, Tsai VP, Pilyuk SN. Calves rearing using whole milk substitutes with different amounts of milk sugar. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(3): 53–58. (In Russ.).
3. Gamko L. Theoretical principles of feeding of highly productive cows. *Head of Animal Breeding*. 2011;(9): 24–29. (In Russ.).
4. Gusarov IV, Fomenko PA, Bogatyreva EV. *Himicheskij sostav i pitatel'nost' kormov Vologodskoj oblasti za 2019 god*. Vologda: VolNC RAN; 2020. (In Russ.).
5. Mironova IV, Tagirov HH. *Racional'noe ispol'zovanie bioresursnogo potenciala bestuzhevskogo i chyorno-pyostrogo skota pri chistopородnom razvedenii i skreshchivanii*. Moscow: Lan'; 2013. (In Russ.).
6. Khimicheva SN, Moshkina SV. Applications of feed additives in the feeding diets of black-and-white cows. In: *Priority directions of regional development: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation, 06 February 2020, Kurgan*. Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev; 2020. p. 832–836. (In Russ.). – EDN: GYHAJZ.

7. Smirnova YuM, Litonina AS, Platonov AV. *Sovremennye tendencii molochного zhivotnovodstva: rezul'taty eksperimenta po primeneniyu biopreparatov v kormlenii zhivotnyh*. Vologda: VolNC RAN; 2021. (In Russ.).
8. Tyukavkina ON, Krasnoshchekova TA. Vliyanie skarmlivaniya probiotika «Cellobakterin» na rost i pokazateli krovi molodnyaka krupного rogatого skota. In: Gogulov VA. (eds.) *Problemy zootekhnii, veterinarii i biologii zhivotnyh na dal'нем Vostoke*. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University; 2018. p. 50–55. (In Russ.). – EDN: JQDXRW.
9. Mikolaychik IN, Morozova LA, Stupina ES, Subbotina NA. Influence of yeast probiotic supplements on growth and development of young cattle. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017;1(97): 86–92. (In Russ.).
10. Duborezov VM, Duborezova TA. Probioticheskaya kormovaya dobavka v racionah telyat-molochnikov. *Kombikorma*. 2016;(5):79–80. (In Russ.).
11. Salimov DD. Efficiency of using probiotics in meat chicken rearing. *Proceedings of Orenburg State Agrarian University*. 2013;4(42): 145–148. (In Russ.). - EDN: RAJAFX.
12. Mohova EV. Biochemical evaluation of enzymes in animal feeding. In: *Actual problems of intensive development of animal husbandry : Materials of the XVI International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the Department of Breeding and Genetics of farm animals UO BGSHA, 13-14 June 2016, Gorki*. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy; 2013. p. 169–172. (In Russ.). - EDN: PWQMYA.
13. Nekrasov RV, Golovin AV, Makhaev EA, Anikin AS, Pervov NG, Strekozov NI, et al. In: Nekrasov RV, Golovin AV, Makhaev EA. (eds.) *Standards requirements of dairy cattle and pigs in nutrients*. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2018. (In Russ.). – EDN: XVLDML.
14. Tarakanov BV. *Metody issledovaniya mikroflory pishchevaritel'nogo trakta sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh i pticy*. Moscow: Nauchnyj mir; 2006. (In Russ.). - EDN: QKPCYR.
15. Krasnoshchekova TA, Tyukavkina ON, Plavinskij SYu. Vliyanie probiotika Vitacell na pokazateli rosta i obmena veshchestv telyat v molochном periode. In: *The concept of the «knowledge society» in modern science : collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, 11 December 2018, Chelyabinsk*. Vol. 4. Ufa: OMEGA SCIENCE; 2018. p. 58–61. (In Russ.). - EDN: YQRAFV.
16. Tyurenkova EN. *Osnovnye narusheniya obmena veshchestv vysokoproduktivnyh molochnyh korov*. Saint-Petersburg: Plinor; 2013. (In Russ.).
17. SHEvchenko SA, SHEvchenko AI, Ryadinskaya NI. Pokazateli rosta i morfobiohimicheskogo statusa krovi telyat pod vliyaniem probiotika «Vetom 1.1». *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013;1(99): 82–84. (In Russ.). – EDN: PVL MJL.
18. Smirnova YuM, Platonov AV, Laptev GYu. Blood biochemistry and growth rates of dairy calves when feeding biopreparation. *Journal of dairy and beef cattle breeding*. 2022;(4): 42–45. (In Russ.).
19. Verotchenko MA. Biochemical peculiarities of metabolism in cows in feeding vermiculite. *Bulletin of the agroindustrial complex upper volga region*. 2017;(4): 39–42. (In Russ.).
20. Chabaev M, Nekrasov R, Anisova N, Gadzhiev A, Klementeva Y, Grischenko V. Productivity and metabolism of calves enrich the diet probiotics «A₂». *Journal of dairy and beef cattle breeding*. 2013;(4): 22–24. (In Russ.).

Информация об авторах

- Ю. М. Смирнова** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
А. С. Литонина – научный сотрудник;
М. В. Петухова – лаборант;
Е. Е. Хоштария – кандидат сельскохозяйственных наук, председатель ООО «Зазеркалье», Грязовецкий район, Вологодская область.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 17.10.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 26.11.2022.

Information about the authors

Y. M. Smirnova – PhD (Agriculture), Senior Researcher;

A. S. Litonina – Researcher;

M. V. Petukhova – Laboratory Assistant;

E. E. Khoshtariya – PhD (Agriculture), Chairman of Ltd Zazerkalye, Gryazovetsky District, Vologda Region.

Contribution of the authors:

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

The article was submitted to the editorial office 17.10.2022; approved after review 18.11.2022; accepted for publication 26.11.2022.



Научная статья

УДК 636.08.21

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_116

Анализ гематологических показателей при скармливании молодняку крупного рогатого скота объемистых кормов

Гильмидин Салахидинович Тукфатулин^{1✉}, Руслан Солтанбекович Годжиев²

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

¹tukfatulingilmidin@gmail.com✉; <https://orcid.org/0000-0002-4146-4894>

²grs2007@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7383-0185>

Аннотация. Реализация генетического потенциала крупного рогатого скота возможна только при организации сбалансированного кормления и создания оптимальных условий для их содержания. Цель данной работы – изучить влияние раннего объемистого типа кормления на гематологические показатели молодняку крупного скота. Исследования проведены в СПК Пригородного района РСО-Алания. Необходимо было проанализировать, какое влияние оказали разные условия кормления на биохимический состав крови в организме животных при скармливании молодняку крупного рогатого скота объемистых кормов. В наших исследованиях наибольшее существенное действие на гематологические показатели мог оказать только определенный тип кормления, так как остальные показатели (условия и содержания кормления) между группами были одинаковыми. Из полученных результатов видно, что по содержанию в крови опытных животных эритроцитов при выращивании телят было больше, начиная с 3-месячного возраста - на 2,8 %; 6-ти – на 3,4; 9-ти – на 4,8; 12-ти - на 5,8 и 18-ти - на 4,9 %, гемоглобин соответственно содержалось также больше - на 10,3; 10,3; 10,3; 10,4 и 10,4 %, резервная щелочность крови – на 2,7 %, 3,3 %; в этот период по этим показателям наблюдается достоверное ($P \leq 0,05$) превосходство.

Ключевые слова: порода, черно-пестрая, корма, эритроциты, гемоглобин, резервная щелочность

Для цитирования: Тукфатулин Г.С., Годжиев Р.С. Анализ гематологических показателей при скармливании молодняку крупного рогатого скота объемистых кормов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 116-122. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_116.

Scientific paper

Analysis of young cattle's hematological parameters when fed with bulky feed

Gilmidin S. Tukfatulin^{1✉}, Ruslan S. Godzhiev²

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

¹tukfatulingilmidin@gmail.com✉; <https://orcid.org/0000-0002-4146-4894>

²grs2007@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7383-0185>

Abstract. The realization of cattle genetic potential is possible only with the organization of balanced feeding and the creation of optimal conditions for their maintenance. The purpose of this research is to study the effect of the early bulky type of feeding on the young cattle hematological parameters. The studies were carried out in the APC of the Prigorodny district (the Republic of North Ossetia-Alania). It was necessary to analyze the effect of different feeding conditions on the biochemical composition of young cattle's blood when fed with voluminous feed. In the course of the study a certain type of feeding could have the greatest

significant effect on hematological parameters since the rest ones (conditions and content of feeding) were the same between the groups. The obtained results showed that the content of erythrocytes in the blood of experimental animals was more starting from the age of 3 months (by 2.8 %); 6 months (by 3.4 %); 9 months (by 4.8 %); 12 months (by 5.8 %); 18 months (by 4.9 %). The hemoglobin content was more by 10.3 %; 10.3 %; 10.3 %; 10.4 % and 10.4 % respectively. Reserve blood alkalinity was more by 2.7 %, 3.3 %. There was a significant ($P \leq 0.05$) superiority in those indicators during the whole period.

Keywords: *breed, black-motley, feed, erythrocytes, hemoglobin, reserve alkalinity*

For citation: Tukfatulin G.S., Godzhiev R.S. Analysis of young cattle hematological parameters when fed with bulky feed. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 116-122. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_116.

Введение. Физиология животных – один из важнейших разделов биологии, представляющий собой систему достоверных знаний о процессах жизнедеятельности и функциях организма, поведении животных.

Цель этой науки заключается в глубоком познании механизмов и закономерностей осуществления процессов и функций, их регуляция [1-4].

Для ветеринарии и зоотехнии физиология служит теоретической основой для организации разумного содержания и эффективного использования животных, повышения их продуктивности [5, 6].

Насыщение рационов телят опытной группы объемистыми кормами (сено, силос, корнеплоды и т.д.) оказало положительное действие на увеличение содержания эритроцитов, гемоглобина и резервной щелочности в крови, что подтверждается нашими проведенными исследованиями [7-9].

Цель исследований – проведение анализа по влиянию объемистого типа корма на гематологические показатели при скормливании молодняку крупного рогатого скота.

Материал и методы исследований. Объектом настоящего исследования служил молодняк крупного рогатого скота черно-пестрой породы 24-месячного возраста, содержащийся в СПК «Радуга» Пригородного района Республики Северная Осетия-Алания.

Для изучения гематологических показателей было отобрано по 7 голов телок. Образцы крови брали при рождении, 3-, 6-, 9-, 12-, 18 и 24-месячном возрасте.

Результаты исследования. Исследуя в крови количество содержания эритроцитов и гемоглобина можно установить интенсивность окислительных процессов организма. Кровь у телят начинали отбирать на 3-й день после рождения. Количество эритроцитов в этот период было в обеих группах сравнительно равным, но, начиная с 3-месячного возраста увеличение их в 1 мм³ крови в опытной группе составило 210 тыс., в 6- месячном возрасте - 240 тыс., 12-месячном – 380 тыс., в 18-месячном – 340 тыс. и 24-месячном возрасте 90 тыс. Достоверная разница по содержанию эритроцитов между телятами опытной и контрольной групп оказалось в 6-, 9-, 12- и 18-месячном возрасте в пользу опытной группы ($td = 2,7; 2,6; 3,3$ и $4,2$ соответственно).

Таблица 1. Изменения количества эритроцитов и гемоглобина в крови подопытных животных с возрастом

Table 1. Changes in the number of erythrocytes and hemoglobin in the blood of experimental animals with age

Возраст месяц / Age, month	n	Группа / Group	Эритроциты млн. в 1 мм ³ / Erythrocytes million in 1 mm ³			Гемоглобин, ед., Сали/ Hemoglobin, units, Sali		
			M ± m	C V	td	M ± m	C V	td
1	2	3	4	5	6	7	8	9
При рождении/ At birth	7	Контрольная / Control	9,85 ±0,07	1,96	-	79,1 ±0,27	1,32	-
		Опытная / Test	9,86 ±0,07	2,15	0,1	79,1 ±0,38	1,48	0
3	7	Контрольная / Control	7,56 ±0,12	4,74	-	68,3 ±0,41	1,81	-
		Опытная / Test	7,80 ±0,06	2,08	0,6	70,5 ±0,42	1,82	3,9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	7	Контрольная / Control	7,04 ±0,06	2,55	-	68,1 ±0,50	2,08	-
		Опытная / Test	7,32 ±0,07	3,01	2,7	70,1 ±0,39	1,68	3,4
9	7	Контрольная / Control	6,68 ±0,10	4,69	-	60,2 ±0,43	2,15	-
		Опытная / Test	6,98 ±0,07	3,35	2,6	62,2 ±0,25	1,27	4,1
12	7	Контрольная / Control	6,50 ±0,06	2,61	-	57,1 ±0,35	1,83	-
		Опытная / Test	6,91 ±0,10	4,44	3,3	59,5 ±0,17	0,89	6,2
18	7	Контрольная / Control	6,85 ±0,08	3,08	-	60,1 ±0,93	3,82	-
		Опытная / Test	7,21 ±0,01	0,56	4,2	62,7 ±0,40	1,61	2,5
24	7	Контрольная / Control	6,57 ±0,06	2,27	-	56,2 ±0,58	2,55	-
		Опытная / Test	6,68 ±0,08	2,85	0,8	57,3 ±0,55	2,34	1,1

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

Необходимо отметить тенденцию сезонной изменчивости количества эритроцитов. У подопытных животных число эритроцитов в 1мм^3 крови было высоким весной, летом и осенью. Зимой и весной наблюдалось понижение количества эритроцитов, однако летом и осенью этот показатель снова повышался. Аналогические колебания в зависимости от сезона года в своих работах отмечали М.В. Кудряшов (1940), С.С. Шестак (1968).

Количество гемоглобина в крови подопытных животных также изменялся в зависимости от возраста, типа кормления и сезона года, что представлено в табл. 1.

Как видно из данных таблицы, наиболее высокое содержание гемоглобина отмечалось у подопытных телят после рождения. Далее с возрастом наблюдалось разное снижение гемоглобина в крови. Достоверность разницы (td) в показателях гемоглобина в крови (ед. Сали) с 3-х до 18-месячного возраста в зависимости от типа кормления колебалась от 2,5 до 6,2 в пользу животных опытной группы.

Полученные данные совпадают с исследованиями К.А. Акопян (1937), А.А. Зубрилина (1952), И.А. Лебедева (1963), Т.К. Тезиева (1963), которые, изучая связь между структурой кормового рациона, интенсивностью обмена веществ и показателями крови, пришли к выводу, что животные, рационы которых насыщены объемистыми кормами, имели более высокую интенсивность обменных процессов. Об этом свидетельствует более высокая концентрация эритроцитов и гемоглобина в их крови, по сравнению с животными, потребляющими большее количество концентрированных кормов.

Полученные результаты гематологических исследований свидетельствуют о том, что объемистый тип кормления вызывает значительные сдвиги в процессах ассимиляции и диссимиляции в организме животного.

Резервная щелочность крови

Как известно, сдвиг кислотно-щелочного равновесия в кислую сторону ухудшает окислительно-восстановительные процессы, а умеренный сдвиг в щелочную сторону создает в организме благоприятные условия окисления (Г.И. Азимов и др., 1958).

Полученные результаты исследований показали, как кормовые факторы влияют на возрастные изменения (табл. 2). Отмечено, что замена концентрированных кормов в рационе грубыми, сочными и зелеными кормами способствовало увеличению щелочного резерва крови.

При биометрической обработке полученных результатов установлено, что начиная с 3-месячного возраста и до 18-месячного возраста разница по этому показателю между группами статистически достоверна ($t_d = 3,44- 9,91$).

Таблица 2. Резервная щелочность крови подопытных животных, мг % (n = 7)
Table 2. Reserve alkalinity of test blood animals, mg % (n = 7)

Возраст месяц / Age, month	Группа / Group	M ± m	δ	t d
1	Контрольная / Control	351 ± 1,15	2,35	-
	Опытная / Test	352 ± 1,01	2,01	0,79
3	Контрольная / Control	373 ± 1,00	2,13	-
	Опытная / Test	393 ± 1,00	2,02	4,48
6	Контрольная / Control	415 ± 1,05	2,14	-
	Опытная / Test	451 ± 1,05	2,13	9,91
9	Контрольная / Control	423 ± 0,62	1,23	-
	Опытная / Test	455 ± 0,78	1,59	8,05
12	Контрольная / Control	426 ± 1,13	2,25	-
	Опытная / Test	450 ± 0,54	0,72	3,44
18	Контрольная / Control	415 ± 1,00	2,05	-
	Опытная / Test	434 ± 0,53	1,11	5,68
24	Контрольная / Control	423 ± 0,82	1,65	-
	Опытная / Test	424 ± 0,57	1,12	1,25

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

Source: compiled by the authors based on research results.

Необходимо ответить, что щелочной резерв крови при длительном силосном кормлении в стойловый период не снизился, у животных не было обнаружено явлений ацидоза.

Полученные данные проведенного опыта не подтверждают высказываний некоторых исследователей о неизбежности ацидоза при длительном кормлении животных силосом в составе сбалансированных рационов. Клинические показатели и морфологический состав крови свидетельствовали об отсутствии нарушений в обмене веществ животных.

Из данных табл.3 видно, что в концентрированных кормах преобладают кислотные элементы, а грубые, сочные и зеленые корма характеризуются большим содержанием щелочных элементов, выраженных в грамм-эквивалентах.

Длительное использование кормов с большим содержанием кислотных элементов при кормлении может быть в числе причин возникновения ацидоза. Следовательно, при составлении кормовых рационов для крупного рогатого скота необходимо подбирать корма так, чтобы правильное соотношение кислотно-щелочных эквивалентов выдерживалось более продолжительное время.

Скармливание большого количества силоса телятам опытной группы не вызвало нарушений в обмене веществ, потому что в зольной части силоса преобладают не кислые, а основные элементы. По нашим проведенным исследованиям (табл. 3) сумма основных грамм-эквивалентов в кукурузном силосе составила 0,185, а сумма кислотных грамм-эквивалентов - 0,149. Несмотря на то, что силос имеет кислый вкус, он относится к физиологически щелочному, а не физиологически кислому корму.

Объемистые и сочные корма содержали основных элементов больше, чем кислотных, и имели щелочную реакцию золы. Концентрированные корма, наоборот, были богаче кислотными элементами (их зола имела кислую среду).

Таблица 3. Содержание основных макроэлементов и их соотношение в грамм-эквивалентах в изучаемых кормах
Table 3. The content of the main macronutrients and their ratio in gram equivalents in the studied feeds

Корма / Feed	Основные элементы, г/ Basic elements, g				Кислотные элементы, г / Acid elements, g			Сумма грамм-эквивалентов / Sum of gram equivalents	
	кальций/ calcium	калий/ potas sium	натрий/ sodium	магний/ magne sium	фосфор/ phosphorus	сера/ sul fur	хлор/ chl orine	основных/ main	кислотных/ acidic
Зеленая люцерна / Green alfalfa	3,2	4,53	0,79	0,55	0,60	0,40	0,74	0,355	0,105
Зеленая трава (овес+ячмень+вика) / Green grass (oats+barley+ vetch)	0,60	3,25	0,40	0,95	0,60	0,52	1,32	0,209	0,099
Суданская трава / Sudanese grass	1,5	4,05	0,60	0,39	0,60	0,33	1,42	0,237	0,118
Зеленая кукуруза / Green corn	0,9	3,12	0,15	0,60	0,70	0,30	1,50	0,177	0,126
Сено люцерновое / Alfalfa hay	18,9	10,47	0,58	1,53	2,9	1,22	2,52	1,357	0,415
Сено суданской травы / Sudanese Grass Hay	8,3	7,75	0,77	1,05	2,4	1,55	3,08	0,729	0,407
Солома пшеничная / Wheat straw	1,3	7,59	1,27	0,85	0,8	0,86	2,61	0,389	0,203
Силос кукурузный / Corn silo	0,8	3,09	0,23	0,67	0,7	0,49	1,85	0,185	0,145
Свекла сахарная / Sugar beet	0,5	2,06	0,67	0,61	0,5	0,21	0,84	0,160	0,84
Овсянка / Oatmeal	1,8	5,73	2,54	1,37	5,7	1,59	0,49	0,461	0,655
Дерть ячменя / Barley tip	2,1	4,83	0,71	1,40	4,1	1,72	0,38	0,375	0,501
Жмых подсолнечный / Sunflower cake	5,4	9,53	1,27	4,78	12,8	5,51	1,05	0,985	1,615
Дерть кукурузы / Rip corn	0,5	341	0,32	1,22	32	1,61	0,25	0,228	0,409
Молоко / Milk	1,3	1,72	0,73	0,17	1,1	0,44	1,41	0,154	0,161
Заменитель цельного молока / Whole Milk Substitute	0,8	0,74	0,58	0,42	2,2	1,39	1,22	0,118	0,325
Преципитат / Precipitate /	262	-	-	-	170	-	-	13,000	16,490
Соль поваренная / Sodium Chloride	-	-	390	-	-	-	610	17,160	17,080

В своих исследованиях (Г.П. Белехов, А.А. Чубинская, 1970) показали, что реакция золы рациона обеспечивает относительно постоянную реакцию крови и тканевых соков. В том случае, если реакция золы рациона кислая или часть двууглекислого натрия в процессе жизнедеятельности организма превращается в углекислый газ, щелочные запасы организма истощаются и рН крови может снизиться, а при резко щелочной реакции золы рациона – повысится.

Заключение

Из полученных результатов исследований, проведенных при выращивании телят с максимальным включением объемистых кормов в рацион силоса, сена и зеленых кормов установлено повышение содержания в крови опытных животных эритроцитов: с 3-месячного возраста на 2,8 %; 6-месячного - на 3,4; 9-месячного - 4,8; 12-месячного - на 5,8 % и 18-месячного – на 4,9 %. Гемоглобина соответственно содержалось также больше - на 10,3; 10,3; 10,3; 10,4 и 10,4 %, резервная щелочность крови больше на 2,7 и 3,3%. В этот период по этим показателям наблюдается достоверное ($P \leq 0,05$) превосходство, а также улучшаются окислительно-восстановительные процессы в организме.

Литература

1. Анохин Н.А. Конверсия энергии и протеина корма при выращивании телок черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2005. №1. С. 30-40.
2. Годжиев Р.С., Гогаев О.К., Тукфатулин Г.С. Формирование мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота при использовании разных условий кормления // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т.56. №1. С. 86-91.
3. Действие хелатного препарата и антиоксиданта на рубцовый метаболизм при откорме бычков в техногенной зоне / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020 Т.57. №4. С. 50-56.
4. Хозяйственно-биологические свойства откормочных бычков при элиминации тяжелых металлов / Д.А. Кастуева [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т.59. №3. С. 75-82.
5. Динамика роста ремонтных телок по технологическим периодам выращивания и соответствие их живой массы минимальным требованиям / М.Р. Кудрин [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т.59. № 3. С. 55-63.
6. Серебряков П.Н. Задачи физиологии роста и развития сельскохозяйственных животных // Советская зоотехния. 1950. № 12. С.17-24.
7. Тукфатулин Г.С., Лацоева А.К. Биохимические показатели рубцовой жидкости в зависимости от скармливаемых кормов и структуры зимних рационов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 103-106.
8. Тукфатулин Г.С., Годжиев Р.С. Влияние объемистых кормов на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 3. С. 115-121.
9. Федий Е.М. Физиология пищеварения животных в онтогенезе // Возрастная физиология животных / под ред. К.Б. Свечина, А.В. Квасницкого. - М.: Колос, 1967. 257 с.

References

1. Anokhin NA. Conversion of energy and protein feed in the cultivation of black-and-white breed heifers. *Journal of dairy and beef cattle breeding*. 2005;(1): 30-40. (In Russ.).
2. Godzhiev RS, Gogaev OK, Thukvatulin GS. Formation of meat productivity in young cattle under different feeding conditions. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(1): 86-91. (In Russ.).
3. Kairov VR, Tsugkiev BG, Kokov TN, Kubatieva ZA, Kozhokov MK, Kastueva DA. Effect of a chelated preparation and antioxidant on rumen metabolism during bull-calves fattening in the technogenic zone. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020;57(4): 50-56. (In Russ.).
4. Kastueva DA, Temiraev RB, Abaev AA, Rozovenko MV, Dzodzieva ES. Economic and biological properties of fattening bulls in the elimination of heavy metals. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(3): 75-82. (In Russ.).

5. Kudrin MR, Shklyayev AL, Klimova ES, Shklyayev KL, Kostin AV. Replacement heifers' growth dynamics by technological periods of rearing compliance of their live weight with minimum requirements. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(3): 55-63 (In Russ.).

6. Serebryakov PN. Problems of physiology of growth and development of farm animals. *Soviet Zootechnia*. 1950;(12): 17-24. (In Russ.).

7. Tukfatulin GS, Latsoeva AK. Biochemical indexes of ruminal fluid depending on feeding forages and winter rations structure. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2014;51(4): 103-106. (In Russ.).

8. Tukfatulin GS, Godzhev RS. Influence of bulk feeds on growth and development of young cattle. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(3): 115-121. (In Russ.).

9. Fediy EM Physiology of animal digestion in ontogenesis. In: Svechin KB, Kvasnitsky AV. (eds.) *Age physiology of animals*. Moscow: Kolos; 1967. (In Russ.).

Информация об авторах

Г. С. Тукфатулин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, SPIN-код: 6072-4937, Author ID: 455086;

Р. С. Годжиев – кандидат технических наук, доцент, SPIN-код: 8916-8336, Author ID: 990418

Вклад авторов

Тукфатулин Г. С. – поиск аналитических материалов в отечественных и зарубежных источниках, проведение анализа и подготовка первоначальных выводов, анализ полученных результатов, проведение экспериментов.

Годжиев Р. С. – осуществление критического анализа и доработка текста, участие в обсуждении материалов статьи, совместное осуществление анализа научной литературы по проблеме исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 28.10.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 25.11.2022.

Information about the authors

G. S. Tukfatulin – D.Sc (Agriculture), Professor

R. S. Godzhiev – PhD (Technical Sciences), Associate Professor

Contribution of the authors

Tukfatulin G. S. – search for analytical materials in domestic and foreign sources, analysis and preparation of initial conclusions, analysis of the results obtained, conducting experiments.

Godzhiev R. S. – implementation of critical analysis and revision of the text participation in the discussion of the materials of the article, joint analysis of scientific literature on the problem of research.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office on 28.10.2022; approved after review 18.11.2022; accepted for publication 25.11.2022.



Научная статья
УДК 636.5.034
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_123

Влияние гранулированных комбикормов в сочетании с бентонитом на убойные показатели цыплят-бройлеров

Ольга Маратовна Хугаева^{1✉}, Борис Авдрахманович Дзагуров²,
Альбина Руслановна Габолаева³

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

¹olgakhugaeva99@mail.ru✉

²boris.alekseev.1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7370-8729>

³gabolaeva.ru@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6662-3222>

Аннотация. С целью изучения действия скармливания гранулированных комбикормов в сочетании с бентонитом на убойные показатели и мясные качества цыплят-бройлеров кросса Кобб-500, в условиях предприятия АО племенной репродуктор, находящегося в с. Дачное, Пригородного района РСО - Алания, был проведен контрольный убой цыплят-бройлеров в возрасте 42 дня. Результаты сравнения убойных и качественных показателей установлено, что тушки опытной группы цыплят, которым скармливали гранулированные комбикорма с бентонитом, превосходили контрольную группу цыплят, которым скармливали гранулированные комбикорма без добавок бентонита, по массе потрошенной тушки - на 194,7 г, по убойному выходу потрошенных тушек - на 1,2 %, по содержанию сухого вещества в грудной мышце - на 0,66 %, в бедренной - на 1,22 %, содержанию белка в грудной мышце - на 1,37 %, бедренной - на 2,5%, а по содержанию жира в грудной мышце меньше - на 0,12 % и бедренной мышце - на 0,19%.

Ключевые слова: гранулированные комбикорма, бентонитовая глина, цыплята-бройлеры, мясные качества, убойные показатели

Для цитирования: Хугаева О.М., Дзагуров Б.А., Габолаева А.Р. Влияние гранулированных комбикормов в сочетании с бентонитом на убойные показатели цыплят-бройлеров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 123-127. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_123

Scientific paper

Influence of granulated compound feed in combination with bentonite on the broiler chickens' slaughter indicators

Olga M. Khugaeva^{1✉}, Boris A. Dzagurov², Albina R. Gabolaeva³

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

¹olgakhugaeva99@mail.ru✉

²boris.alekseev.1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7370-8729>

³gabolaeva.ru@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6662-3222>

Abstract. A control slaughter of broiler chicken at 42 days of age was carried out in the conditions of the JSC breeding reproducer located in the Dachnoe village (Prigorodny district of the North Ossetia-Alania) in order to study the effect of feeding granulated compound feed in combination with bentonite on slaughter indicators and meat qualities of broiler chickens of the Cobb-500 cross. The results of the comparison of slaughter and quality indicators established that the carcasses of the experimental group of chickens fed with granulated compound feed with bentonite were superior to the control group of chickens, fed with granular compound feed without bentonite additives in terms of the weight of the eviscerated carcass (by 194.7 g), in terms of the slaughter yield of eviscerated carcasses (by 1.2 %), in terms of dry matter content in the

pectoral muscle (by 0.66%), in the femoral muscle (by 1.22 %), protein content in the pectoral muscle (by 1.37 %), in femoral (by 2.5 %), in terms of fat content in the pectoral muscle (by 0.12 %) and the femoral muscle (by 0.19 %).

Keywords: granular compound feed, bentonite clay, broiler chickens, meat qualities, slaughter rates

For citation: Khugaeva O.M., Dzagurov B.A., Gabolaeva A.R. Influence of granulated compound feed in combination with bentonite on the broiler chickens' slaughter indicators. Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2022;59(4): 123-127. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_123.

Введение. На современном этапе развития мясного птицеводства отмечены ряд значительных прогрессивных изменений, заключающиеся в выведении высокопродуктивных кроссов птицы с высокой конверсией кормов.

При этом производители продукции птицеводства за последние годы постепенно перешли от использования традиционной рассыпной консистенции комбикормов к скармливанию птице гранулированных и экструдированных комбикормов, т.к. птица, в связи с специфическим анатомическим строением клюва, не полностью поедает корм, оставляя на дне кормушки питательные вещества корма [1]. При производстве гранулированных комбикормов для птицы возникла проблема рассыпчатости гранул. В этой связи, для увеличения прочности производимых гранул в качестве связующего вещества нами использована бентонитовая глина Заманкульского месторождения. При введении бентонита в количестве 5 % от сухой массы корма при их гранулировании, нашими исследованиями установлено повышение прочности гранул в 3-4 раза, что обеспечило полное потребление гранул птицей, без остатков на дне кормушек [2,3]. Одновременно с повышением прочности гранул, включение бентонита в состав гранул способствовало частичной компенсации микроминерального недостатка корма, с учетом полезных физико-химических свойств бентонита, полезных для пищеварительного метаболизма (сорбционные качества, каталитические свойства, поверхностная и ионообменная способность и др.), и соответственно достоверному увеличению приростов цыплят-бройлеров до 9,8 % и конверсии корма на 8,1 % [4,5].

Обзор литературы. Бентонит - это глинистое вещество вулканического происхождения, состоящее на 70 % из монтмориллонита, благодаря уникальному строению кристаллической решетки он обладает рядом физико-химических свойств (адсорбционными, связующими, ионообменной и каталитической активностью) [6].

Впервые бентонитовые глины были обнаружены в конце 19 века вблизи форта Бентон (США), откуда и получили свое название. Бентониты сразу привлекли внимание ученых благодаря своему химическому составу и физическим свойствам.

Бентонитовые глины богаты солями щелочноземельных и щелочных металлов, содержат в своем составе ряд минеральных веществ (Zn, Cu, Mn, Co, Cr, Ag и др.), которые необходимы для нормальной жизнедеятельности организма животных и человека. Минеральные элементы способствуют синтезу ферментов, витаминов, гормонов принимают участие в обменных процессах, их недостаток приводит к расстройству физиологических функций. С целью балансирования кормовых рационов птицы минеральными элементами в их состав вводят дорогостоящие сернокислые и углекислые соли жизненно необходимых макро- и микроэлементов. В этой связи, с учетом минерального состава и связующих способностей бентонитов для частичной компенсации минерального недостатка и повышения прочности гранулированных комбикормов актуально изучение возможности введения в состав для птицы бентонита [7]. Многочисленными исследованиями ученых установлено, что бентониты благодаря своим адсорбционным свойствам способны сорбировать на своей поверхности соли тяжелых металлов, токсинов, связывая и выводя их из желудочно-кишечного тракта [8].

Целью исследований было изучение влияния скармливания гранулированных комбикормов в сочетании с бентонитовой глиной Заманкульского месторождения на мясные и убойные показатели цыплят бройлеров.

Материал и методика исследований. Объектом исследования были тушки цыплят-бройлеров, контрольной группы (подкармливаемых в период выращивания гранулированными комбикормами без добавок бентонита) и опытной группы (подкармливаемых гранулированными комбикормами с добавкой бентонита в количестве 5 % от сухой массы корма), отобранных с характерной для группы живой массой, убитых в возрасте 42 дня в условиях убойного цеха предприятия АО племенной репродуктор «Михайловский». Лабораторные анализы мяса проводили в ГБУ «Республиканс-

кая ветеринарная лаборатория» РСО - Алания согласно требованиям ГОСТ Р 52837-2007 (Птица сельскохозяйственная для убоя), при котором устанавливали сравнительное содержание белка в грудной и бедренной мышцах согласно требованиям ГОСТа 25011-81; жира – по методу Рушковского. Биологическую полноценность мяса устанавливали по БКП (белково-качественный показатель) по соотношению аминокислоты триптофана к оксипролину по методике, описанной Т.В. Замараевым (1977). Определение тяжелых металлов в исследуемых образцах мяса проводили спектрофотометрическим методом на приборе марки «Sundi».

Результаты исследований. Результатами убоя и сравнительной характеристики тушек цыплят-бройлеров подопытных групп (контрольная и опытная группы), по 5 голов с характерной для группы живой массой, установлены показатели, приводимые в табл. 1.

Таблица 1. Результаты убоя бройлеров
Table 1. Results of broiler slaughter

n=5

Показатели / Indicators	Группы / Groups	
	Контрольная / Control	Опытная / Test
Предубойная живая масса, г / Pre-slaughter weight, g	2430,3±0,09	2670,0±0,21
Разница, % / Difference,%	-	9,8
P / P	-	≤0,01
Масса потрошеной тушки, г / Mass of gutted carcass, g	1676,9±3,34	1871,6±2,67
Разница, % / Difference,%	-	11,5
P	-	≤ 0,01
Убойный выход, % / Slaughter yield, %	68,9±0,16	70,1±0,12
Разница, % / Difference,%	-	1,2

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

Исходя из результатов контрольного убоя цыплят-бройлеров, указанных в табл. 1, следует, что птица опытной группы превосходила контрольную по предубойной массе на 9,8 % (102,4 г), потрошенной тушки на 11,5 % (194,7 г), а по убойному выходу средняя разница между сравниваемыми подопытными тушками птицы составила 1,2 %, в пользу опытной группы по отношению к контрольной. Полученные результаты приведены в табл. 1.

С целью установления действия введенного в состав гранул комбикорма бентонита изучили химический состав мяса, характеризующий в определенной степени его питательную ценность (табл.2).

Таблица 2. Химический состав грудной и бедренной мышц, %
Table 2. Chemical composition of the pectoral and femoral muscles, %

n=5

Показатели / Indicators	Группы / Groups			
	Контрольная / Control		Опытная / Test	
	в грудной мышце / in the pectoral muscle	в бедренной мышце / in the femoral muscle	в грудной мышце / in the pectoral muscle	в бедренной мышце / in the femoral muscle
Сухого вещества / Dry matter	24,98±0,06	22,39±0,12	25,64±0,05	23,61±0,09
Белка / Protein	20,40±0,03	18,29±0,15	21,77±0,01	20,34±0,07
Жира / Fat	2,11±0,01	2,99±0,01	1,99±0,02	2,80±0,05

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

Оценивая питательную ценность грудных мышц, установлено, что в тушках птицы опытной группы содержание триптофана выше на 0,11 %; оксипролина меньше на 0,04 %, соответственно белково-качественный показатель (БКП) мяса выше на 0,59 %, по сравнению с аналогичными показателями тушек контрольной группы. Содержание в мясе тяжелых металлов считается одним из тестов, характеризующих экологическую безопасность мяса.

Таблица 3. Питательная полноценность и экологическая оценка мяса
Table 3. Nutritional value and ecological assessment of meat

n=5

Показатели / Indicators	Триптофан, % / Tryptophan, %	Оксипролин, % / Oxyproline, %	БКП / Protein-quality indicator	Кадмий (ПДК= 0,05мг/кг) / Cadmium (maximum allowable quantity=0.05 mg/kg)	Свинец (ПДК= 0,5мг/кг) / Lead (maximum allowable quantity=0.05 mg/kg)	Цинк (ПДК= 0,70мг/кг) / Zinc (maximum allowable quantity=0.05 mg/kg)
Группы / Groups						
Контрольная / Control	1,62±0,003	1,73±0,002	3,43	0,077±0,001	0,78±0,01	84,3±0,03
Опытная / Test	1,73±0,002	0,43±0,002	4,02	0,051±0,001	0,56±0,02	58,1±0,02
В% к контролю / In % to control	+0,11	-1,3	+0,59	27,2	28,3	31,1
P	-	-	-	≤0,01	≤0,01	≤0,01

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

С учетом сорбционных свойств бентонита, содержащегося в испытуемых гранулах скормливаемого комбикорма птице, по отношению к тяжелым металлам, при спектральном анализе грудных мышц установлено, что содержание кадмия меньше на 27,2 %, свинца меньше на 28,3 %, цинка меньше на 31,1 %, с высокой степенью достоверности разницы.

Заключение

Использование бентонитовой глины Заманкульского месторождения при производстве гранулированных комбикормов и скормливание их цыплятам-бройлерам положительно сказалось на убойных показателях и химическом составе мяса птицы. Опытная группа цыплят превосходила контрольную по массе потрошенной тушки на 11,5 % (194,7), по убойному выходу потрошенных тушек на 1,2 %, по содержанию белка в грудной мышце - на 1,37 %, в бедренной - на 2,5 %, по концентрации сухого вещества в грудной мышце - на 0,66 %, в бедренной - на 1,22 %, содержанию жира в грудной мышце меньше - на 0,12 %, а в бедренной мышце - на 0,19 %.

Список литературы

- Егоров И.А. Современные тенденции в кормлении птицы // Птица и птицепродукты. 2006. № 5. С. 7-9.
- Хугаева О.М., Дзагуров Б.А. Использование бентонитов при производстве гранулированных комбикормов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 1. С. 169-173.
- Дзагуров Б.А., Калоев С.А. Гранулированная сухая зерновая барда с бентонитом в рационах кур-несушек // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. №1. С. 37-45.

4. Хугаева О.М., Дзагуров Б.А. Использование гранулированных комбикормов с бентонитовой добавкой в рационах кормления цыплят-бройлеров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 2. С. 103-109.
5. Дзагуров Б.А. Бентонитовая подкормка для птицы. Владикавказ, изд-во ИП, 2020. С.72-76.
6. Эргашев Д.Д. Использование нетрадиционных кормов в рационе кормления яичных кур в условиях Таджикистана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2(64). С. 175-177.
7. Семененко М.П., Антипов В.А. Использование бентонитовых глин в ветеринарии. Краснодар: Кубанский агроуниверситет, 2002. 135 с.
8. Кичеева А.Г., Терещенко В.А. Перспективы использования природных глинистых минералов в животноводстве (обзор) // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 88-93.

References

1. Egorov IA. Modern trends in poultry feeding. Poultry and poultry products. 2006;(5): 7-9. (In Russ.).
2. Khugaeva OM, Dzagurov BA. The use of bentonites in the production of granulated feed. Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2022;59(1): 169-173. (In Russ.).
3. Dzagurov BA, Kaloev SA. Granulated distillers dried grains with bentonite in laying hens' diets. Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2017;54(4): 85-91. (In Russ.).
4. Khugaeva OM, Dzagurov BA. The use of granulated compound feed with bentonite additive in the diets for feeding broiler chickens. Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2022;59(2): 103-109. (In Russ.).
5. Dzagurov BA. Bentnite feed for poultry. Vladikavkaz: IR; 2020. p. 72-76. (In Russ.).
6. Ergashev DD. Utilization of non-traditional feeds in the diets of egg-laying hens under the conditions of Tadzhikistan. Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2017;2(64): 175-177. (In Russ.).
7. Semenenko MP, Antipov VA. The use of bentonite clays in veterinary medicine. Krasnodar: Kuban Agricultural University; 2002. (In Russ.).
8. Kicheeva AG, Tereshchenko VA. Prospects for the use of natural clay minerals in animal husbandry (review). Agrarian Scientific Journal. 2021;(12): 88-93. (In Russ.).

Информация об авторах

О. М. Хугаева – аспирант;
Б. А. Дзагуров – доктор биологических наук, профессор;
А. Р. Габолоева – кандидат биологических наук, доцент.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 26.10.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 25.11.2022.

Information about the authors

O. M. Khugaeva – postgraduate student;
B. A. Dzagurov – D.Sc (Biology), Professor;
A. R. Gabolaeva – PhD (Biology), Associate Professor.

Contribution of the authors

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

The article was submitted to the editorial office on 26.10.2022; approved after review 18.11.2022; accepted for publication 25.11.2022.

Научная статья

УДК 636.082

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_128

Влияние препаратов хелатон и сантохин на некоторые показатели кроветворной функции и антиоксидантной защиты организма откармливаемых бычков

**Дина Ахсаровна Кастуева^{1✉}, Виктория Викторовна Тедтова²,
Зарина Темболатовна Баева², Залина Алимбековна Гутиева (Кубатиева)¹,
Мария Сергеевна Газзаева¹**

¹Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия

¹d.kastueva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3279-2199>

²bv_viktoria@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8194-6698>

²zarina_kt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8188-9029>

¹zalinafabulous@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3651-484X>

¹gazzaevamarie@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4981-2558>

Аннотация. При организации сбалансированного питания мясного скота надо изыскивать приемы по эффективной детоксикации мясной продукции путем введения в рационы с тяжелыми металлами кормовых добавок, которые проявляют сорбционные и антиоксидантные свойства. Данный подход к изучаемой проблеме обусловил актуальность проведенных исследований. Для изучения влияния препаратов хелатон и сантохин на некоторые показатели кроветворной функции и антиоксидантную защиту организма откармливаемых бычков в условиях КФХ Правобережного района РСО-Алания был проведен опыт на 4 группах откармливаемых бычков (по 10 голов в каждой). Более благоприятное действие на кроветворные функции и антиоксидантную систему организма оказало совместное включение испытуемых препаратов в рационы. Против контроля у бычков 3 опытной группы в составе селезенки произошло нарастание сухого вещества на 1,23 % ($P>0,95$), белка – на 1,77 % ($P>0,95$), что сопровождалось снижением доли липидов – на 0,55 % ($P>0,95$) и энергетической ценности в 100 образцах – на 1,63 %. Показано, что активность протеиназ, амилаз и липаз свидетельствуют о их полном соответствии с показателями химического состава селезенки, как кроветворного органа. Увеличение в составе этого органа концентрации белка сопровождалось нарастанием активности в крови аспартатаминотрансферазы на 39,5 % ($P>0,95$) и аланинаминотрансферазы – на 32,3 % ($P>0,95$), а снижение уровня жира в этом органе сопровождалось падением активности липаз в крови – на 3,8% ($P>0,95$). Против контрольных аналогов в образцах исследуемого кроветворного органа наблюдалось достоверное ($P>0,95$) повышение кальция на 9,55 % и фосфора – на 12,5 %, сопровождаемое обратно пропорциональным снижением цинка – на 51,1% ($P>0,95$), свинца – на 63,9 % ($P>0,95$) и кадмия – на 68,9 % ($P>0,95$). Подтверждением этому служит у них относительно контроля повышение активности каталазы на 17,5 % ($P>0,95$) при одновременном падении активности пероксидазы – на 19,2 % ($P>0,95$).

Ключевые слова: бычки на откорме, тяжелые металлы, сорбент, антиоксидант, кроветворные функции, селезенка, печень, антиоксидантная защита

Для цитирования: Кастуева Д.А., Тедтова В.В., Баева З.Т., Гутиева (Кубатиева) З.А., Газзаева М.С. Влияние препаратов хелатон и сантохин на некоторые показатели кроветворной функции и антиоксидантной защиты организма откармливаемых бычков // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 128-135. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_128.

Scientific paper

Influence of helaton and santohin drugs on some indicators of fattening bulls' hematopoietic function and antioxidant defense

Dina A. Kastueva¹✉, Victoria V. Tedtova², Zarina T. Baeva²,
Zalina A. Gutieva (Kubatieva)¹, Maria S. Gazzaeva¹

¹Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

²North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University),
Vladikavkaz, Russia

¹d.kastueva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3279-2199>

²bv_viktoria@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8194-6698>

²zarina_kt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8188-9029>

¹zalinafabulous@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3651-484X>

¹gazzaevamarie@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4981-2558>

Abstract. It is necessary to find methods for effective detoxification of meat products by introducing feed additives that exhibit sorption and antioxidant properties into diets with heavy metals when organizing a balanced diet for beef cattle. This approach determined the relevance of the research. An experiment was conducted on 4 groups of fattening bulls (10 heads in each) in the conditions of the AF of the Right-bank region (the Republic of North Ossetia-Alania). Its aim was to study the effect of helaton and santokhin drugs on some indicators of hematopoietic function and antioxidant protection of fattening bulls' body. The joint inclusion of the tested drugs in the bulls' diets had more favorable effect on the hematopoietic functions and the antioxidant system of the body. There was an increase in dry matter by 1.23 % ($P > 0.95$), protein by 1.77 % ($P > 0.95$), which was accompanied by a decrease in the proportion of lipids by 0.55 % ($P > 0.95$) and energy value in 100 samples by 1.63 % in bulls' spleen of the third experimental group against the control. It was shown that the activity of proteinases, amylases and lipases indicate their full compliance with the indicators of the chemical composition of the spleen as a hematopoietic organ. An increase in the spleen's protein concentration was accompanied by an increase in the activity of aspartate aminotransferase in the blood by 39.5 % ($P > 0.95$) and alanine aminotransferase by 32.3 % ($P > 0.95$). The decrease in its fat level was accompanied by a decrease in lipase activity in the blood by 3.8 % ($P > 0.95$). A significant ($P > 0.95$) increase in calcium by 9.55 % and phosphorus by 12.5 % was observed accompanied by an inversely proportional decrease in zinc by 51.1 % ($P > 0.95$), lead by 63.9 % ($P > 0.95$) and cadmium by 68.9 % ($P > 0.95$) in the samples of the studied hematopoietic organ against the control analogues. This is confirmed by an increase in catalase activity by 17.5 % ($P > 0.95$) with a simultaneous decrease in peroxidase activity by 19.2 % ($P > 0.95$).

Keywords: *fattening bulls, heavy metals, sorbent, antioxidant, hematopoietic functions, spleen, liver, antioxidant protection*

For citation: Kastueva D.A., Tedtova V.V., Baeva Z.T., Gutieva (Kubatieva) Z.A., Gazzaeva M.S. Influence of helaton and santohin drugs on some indicators of fattening bulls' hematopoietic function and antioxidant defense. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 128-135. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_128.

Актуальность темы. Одними из наиболее токсичных веществ, существенно снижающие скорость роста, экологическую чистоту у производимой говядины и антиоксидантную защиту (АОЗ) организма, являются соли тяжелых металлов, которые очень часто выявляются в растительных кормовых средствах для мясного скота, откармливаемого в техногенной зоне. В этом ракурсе возрастает риск при откорме молодняка крупного рогатого скота (КРС) в условиях РСО-Алания для загрязнения солями данных токсичных солей мяса, так как из-за выбросов крупнейших предприятий цветной металлургии, которые располагались в городе Владикавказ, в течение многих десятилетий произошло накопление этих токсинов в почве и кормовых средствах [1-5].

Серьезная опасность интоксикации солями ТМ для бычков при откорме состоит в том, что они, обладая способностью к аккумуляции в органах и тканях, проявляют канцерогенное и тератогенное действие, подавляют синтез кроветворную функцию и антирадикальную защиту их организ-

ма. При этом нарастает риск интоксикации организма потребителей российских солями ТМ при использовании указанной экологически не безвредной говядины в питании [6-10].

При решении обозначенной проблемы специалисты в области зоотехнии при организации сбалансированного питания мясного крупного рогатого скота обязаны изыскивать приемы по эффективной детоксикации мясной продукции путем введения в рационы с тяжелыми металлами в количествах, превышающих их предельно допустимые концентрации (ПДК), препаратов БАД, которые проявляют сорбционные и антиоксидантные свойства. Данный подход к изучаемой проблеме обусловил актуальность проведенных исследований [11-14].

Цель исследований – изучить влияние препаратов хелатон и сантохин на некоторые показатели кроветворной функции и антиоксидантную защиту организма откармливаемых в техногенной зоне РСО-Алания бычков на рационах с повышенным уровнем солей ТМ.

Материал и методы исследований. В условиях КФХ «СТАС» Правобережного района (РСО–Алания) при достижении указанной цели проведен эксперимент на бычках абердин-ангусской породы. В возрасте 6 месяцев по принципу аналогов были скомплектованы 4 группы по 10 голов, кормление которых осуществлялось согласно схеме, указанной в табл. 1.

Таблица 1. Схема кормления бычков при эксперименте
Table 1. Scheme of feeding bulls during the experiment

n = 10

Исследуемые группы / Studied groups	Особенности применения препаратов БАД в ходе опыта / Features of the use of dietary supplements during the test
Контрольная / Control	Типовой рацион (ТР) с избыточным уровнем тяжелых металлов / Typical diet (TD) with excess levels of heavy metals
1 опытная / 1 test	ТР + сорбент хелатон в дозе 1г/100 кг живой массы / TD + helaton sorbent at a dose of 1 g/100 kg of live weight
2 опытная / 2 test	ТР + антиокислитель сантохин в дозе 500 г/т комбикорма / TD + antioxidant santochin at a dose of 500 g/t of compound feed
3 опытная / 3 tset	ТР + сорбент хелатон в дозе 1г/100 кг живой массы + антиокислитель сантохин в дозе 500 г/т комбикорма / TD + helaton sorbent at a dose of 1 g/100 kg of live weight + antioxidant santochin at a dose of 500 g/t of compound feed

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

Продолжительность откорма подопытного мясного скота составила (согласно схеме эксперимента) 12 месяцев. После этого был проведен убой животных из сравниваемых групп (по три головы).

При разделке туш мы отобрали образцы селезенки, в которых по общепринятым методикам были изучены химический состав и активность энзимов. Кроме того, по общепринятым методам исследованы показатели АОЗ в организме подопытных животных.

Полученные экспериментальные данные были обработаны математически на персональном компьютере (ПК) с расчетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований и их обсуждение. При организации кормления животных сравниваемых групп один раз в два месяца изучали содержание солей ТМ в рационах. Как показали результаты исследований, наблюдалось в типовых зимних и летних рационах откормочных бычков превышение обозначенных значений ПДК по концентрации: цинка (Zn) на 76,3 и 77,3 %, свинца (Pb) – на 73,6 и 74,3 % и кадмия (Cd) – на 71,3 и 72,5 %.

С учетом способностей солей ТМ постепенно кумулироваться в различных органах и тканях животного, их токсичное воздействие прежде всего отражается на функционировании кроветворных органов жвачных животных, в том числе селезенки (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав селезенки подопытных животных, %
Table 2. Chemical composition of test animals' spleen, %

n=3

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Вода / Water	79,24±0,26	78,33±0,30	78,20±0,25	78,01±0,27
Сухое вещество / Dry matter	20,76±0,15	21,67±0,24	21,80±0,19	21,99±0,20
Белок / Protein	16,66±0,18	18,07±0,20	18,13±0,14	18,37±0,18
Жир / Fat	2,90±0,12	2,47±0,13	2,42±0,17	2,35±0,15
Калорийность, ккал/100 г / Calorie content, kcal/100 g	89,45±0,56	88,88±0,49	88,23±0,44	87,99±0,41

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

При изучении уровня воздействия указанных препаратов было показано, что они при их совместном скармливании (сорбент хелатон в дозе 1 г/100 кг живой массы и антиокислитель сантохин в дозе 500 г/т комбикорма) наблюдалось улучшение химического состава кроветворного органа селезенки. Так, против контроля у бычков 3 опытной группы в составе образцов селезенки произошло нарастание концентрации сухого вещества на 1,23 % ($P>0,95$), белка – на 1,77 % ($P>0,95$), что сопровождалось одновременным снижением доли липидов – на 0,55 % ($P>0,95$) и энергетической ценности в 100 образца – на 1,63 %. Это показывает, что за счет увеличения в составе селезенки доли протеина при снижении доли жира кроветворные функции данного органа у животных 3 опытной группы улучшаются благодаря лучшему уровню детоксикации солей ТМ под действием апробируемых кормовых добавок.

В дальнейшем в ходе исследований по оказанию физиологического действия сорбента в комплексе с антиокислителем в образцах крови, отобранных при разделке селезенки, изучили активность некоторых ферментов, результаты которых приведены в табл. 3.

Таблица 3. Активность некоторых ферментов в образцах крови, отобранных из селезенки подопытных животных, единиц/л
Table 3. Activity of some enzymes in blood samples taken from the spleen of test animals, units / l

n=3

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Аспартатаминотрансфераза (АСТ) / Aspartate aminotransferase (AST)	70,8±0,55	88,9±0,51	89,4±0,48	98,8±0,56
Аланинаминотрансфераза (АЛТ) / Alanine aminotransferase (ALT)	28,5±0,37	34,9±0,41	35,4±0,35	37,7±0,49
Альфа-амилаза / Alpha-amylase	31,7±0,25	40,5±0,31	41,4±0,39	43,4±0,33
Липаза / Lipase	29,6±0,19	22,2±0,25	21,3±0,30	19,9±0,22

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

Результаты исследований по изучению активности энзимов протеиназ, амилаз и липаз свидетельствуют о их полном соответствии с показателями химического состава селезенки, как кроветворного органа. Увеличение в составе этого органа концентрации белка сопровождалось нараста-

нием активности в образцах крови протеиназ: аспаратаминотрансферазы на 39,5 % ($P>0,95$) и аланинаминотрансферазы – на 32,3 % ($P>0,95$), а снижение уровня жира в этом органе сопровождалось падением активности липаз в крови – на 3,8 % ($P>0,95$). Кроме того, в образцах крови, отобранных при разрезе селезенки бычков 3 опытной группы, по сравнению с контрольной группой было отмечено увеличение активности альфа-амилазы на 36,9 %, что говорит об оптимизации у первых углеводного метаболизма.

Наряду с этим, о детоксикационных способностях испытуемых препаратов мы судили по накоплению биогенных макроэлементов (кальция и фосфора) и тяжелых металлов в образцах селезенки откармливаемого молодняка (табл. 4)

Таблица 4. Наличие кальция и фосфора (г/кг) и тяжелых металлов в образцах селезенки бычков (мг/кг)
Table 4. Presence of calcium, phosphorus (g/kg) and heavy metals in bull spleen samples (mg/kg)

n=3

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Кальций / Calcium	1,78±0,005	1,88±0,004	1,90±0,003	1,95±0,005
Фосфор / Phosphorus	7,28±0,003	7,98±0,003	8,04±0,006	8,19±0,004
Цинк (ПДК=70) / Zinc (MPC=70)	104,3±1,45	68,5±2,03	68,68±2,11	51,00±1,67
Свинец (ПДК=0,5) / Lead (MPC=0,5)	0,864±0,003	0,454±0,002	0,462±0,005	0,312±0,003
Кадмий (ПДК=0,05) / Cadmium (MPC=0,05)	0,087±0,002	0,039±0,003	0,040±0,002	0,027±0,004

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

Известно, что между основными биогенными макроэлементами – кальцием и фосфором, с одной стороны, и тяжелыми металлами, с другой стороны, имеется подтвержденная биологическая связь. Результаты наших исследований подтвердили эту закономерность. Так, благодаря улучшению детоксикационных качеств в организме животных 3 опытной группы под проявлением синергизма между скармливаемыми препаратами против контрольных аналогов в образцах исследуемого кроветворного органа наблюдалось достоверное ($P>0,95$) повышение кальция на 9,55% и фосфора – на 12,5%, сопровождаемое обратно пропорциональным снижением цинка – на 51,1% ($P>0,95$), свинца – на 63,9% ($P>0,95$) и кадмия – на 68,9% ($P>0,95$). При этом превышения значений ПДК по цинку, свинцу и кадмию в изучаемых образцах селезенки у животных всех опытных группы не было.

Процессы кроветворения напрямую влияют на состояние антиоксидантной защиты (АОЗ) организма, которое наиболее ярко проявляется в другом кроветворном органе – печени. С учетом сказанного, для выяснения действия апробируемых кормовых добавок на активность процессов кроветворения в самой крупной железе животных нами были изучены показатели синтеза витаминов А и С, а также активность ферментов, принимающих участие в реакциях ингибирования процессов в ней перекисного окисления липидов (табл. 5).

Как видно из данных табл. 5, в печени процессы кроветворения протекали под действием совместного ввода в рационы препаратов хелатон и сантохин при включении совместно препаратов хелатон и сантохин в состав рационов также лучше протекали у откормочных бычков 3 опытной группы, которые из-за лучшего уровня детоксикации солей ТМ против контрольных аналогов содействовало усилению синтеза в этой железе жирорастворимого витамина А на 27,8% ($P>0,95$) и водорастворимого и витамина С образцов – на 45,6% ($P>0,95$), которые являются природными антиоксидантами.

Таблица 5. Активность ферментов АОЗ организма и содержание витаминов А и С в образцах печени животных

Table 5. The activity of AOD enzymes of the body and the content of vitamins A and C in animal liver samples

n=3

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	1 опытная / 1 test	2 опытная / 2 test	3 опытная / 3 test
Витамин А, ммоль/г / Vitamin A, mmol/g	158± 2,3	188± 2,1	194 ± 2,6	202 ± 1,9
Витамин С, ммоль/г / Vitamin C, mmol/g	16,0 ± 0,30	21,4 ± 0,28	22,1 ± 0,33	23,3 ± 0,41
Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ /л · 10 ³ / Catalase, μmol H ₂ O ₂ /l · 10 ³	31,5±0,35	34,8±0,32	35,7±0,29	37,0±0,44
Пероксидаза, ед. опт. пл./л.с. / Peroxidase, units opt. sq./hp	40,0±0,32	34,1±0,27	33,4±0,42	32,3±0,41

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

Установлено также, что за счет синергизма действия испытуемых препаратов БАД у мясного скота 3 опытной группы произошло торможение биохимической реакции перекисного окисления жиров. Подтверждением этому служит у них относительно контроля повышение активности энзима каталазы на 17,5% ($P>0,95$), при одновременном падении активности энзима пероксидазы – на 19,2% ($P>0,95$). Как показано, между параметрами активности этих антиокислительных ферментов в печени бычков из сравниваемых групп имелась обратно пропорциональная связь.

Выводы

1. При скормливании совместно сорбента хелатон в дозе 1г/ 100 кг живой массы и антиокислителя сантохин в дозе 500 г/т комбикорма в составе рационов с повышенным уровнем солей тяжелых металлов у откормочных бычков 3 опытной группы произошло улучшение кроветворных функций селезенки за счет снижения уровня депонирования тяжелых металлов.

2. За счет лучшей детоксикации анализируемых элементов под действием проявления синергизма между испытуемыми препаратами хелатон и сантохин у животных из 3 опытной группы оптимизировались процессы антиоксидантной защиты организма.

Список источников

1. Загрязнение тяжелыми металлами: как обезопасить свинину / Р. Темираев [и др.]. // Комбикорма. 2008. № 4. С. 70.
2. Способ повышения безопасности мяса бройлеров / Р.Б. Темираев [и др.]. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 11. С. 74-76.
3. Ecological and consumer properties of pig meat from different breeds produced in technogenic zone / L.V. Tsalieva, R.B. Temiraev, S.I. Kononenko [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9. № 12. P. 2397-2400.
4. Использование автолизата винных дрожжей для откорма свиней / Л.В. Цалиева [и др.]. // Мясная индустрия. 2011. № 11. С. 36-38.
5. Способ повышения потребительских качеств осетинского сыра / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 3. С. 169-173.
6. Потребительские качества говядины при добавках адсорбентов в рационы откармливаемых бычков / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 4. С. 113-116.

7. Способ активизации пищеварительного обмена у бройлеров при элиминации различных токси-кантов / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 1. С. 66-72.
8. Баева З.Т., Дзодзиева Э.С., Цопанова З.Я. Сравнительная оценка мясной продуктивности быков разных пород в условиях предгорной зоны РСО–Алания // Устойчивое развитие горных тер-риторий. 2011. №4(10). С. 89-91.
9. Морфологический и биохимический состав крови мясной птицы при применении в рационах биологически активных препаратов / Р.Б. Темираев [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 91-97.
10. Как обезопасить молочные продукты от загрязнения тяжелыми металлами / Р.Б. Темираев [и др.]. // Молочная промышленность. 2009. № 5. С. 73-74.
11. Сравнительная оценка качества мяса бычков, откармливаемых в техногенной зоне / Э.С. Дзодзиева [и др.]. // Мясная индустрия. 2015. № 2. С. 46-48.
12. Изучение переваримости и усвояемости питательных веществ рациона лактирующих коров при скармливании адсорбента и антиоксиданта / З.В. Бурнацева [и др.]. // Инновации и продоволь-ственная безопасность. 2019. № 1 (23). С. 103-108.
13. Способ повышения эколого-пищевых качеств молока и молочных продуктов / А.В. Ярмоц [и др.]. // Новые технологии. 2013. № 3. С. 128-134.
14. Особенности рубцового метаболизма коров при детоксикации ксенобиотиков / З.Т. Баева [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 115-119.

References

1. Temiraev R, Kairov V, Khamitsaeva E, Tuaeва T, Gasieva V. The heavy metals contamination: how to protect pork. *Compound feed*. 2008;(4): 70. (In Russ.).
2. Temiraev RB, Ibragimova ZR, Albegova LKh, Gadieva MSh, Bagaeva AT, Abaeva SK. Way of safety increase of broilers meat. *Storage and processing of farm products*. 2007;(11): 74-76. (In Russ.).
3. Tsalieva LV, Temiraev RB, Kononenko SI, Dzagurov BA, Gazzaeva MS, Grevtsova SA. Ecological and consumer properties of pig meat from different breeds produced in technogenic zone. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;9(12): 2397-2400.
4. Tsalieva LV, Temiraev RB, Balikoeva FR, Pyshmantseva NA. The use of wine yeast autolysate for fattening pigs. *Meat industry*. 2011;(11): 36-38. (In Russ.).
5. Temiraev RB, Vityuk LF, Kokaeva MG, Djibilova NS, Kanukov AM. Method for increasing consumer qualities of the ossetian cheese. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(3): 169-173. (In Russ.).
6. Kairov VR, Mamukaev MN, Gutieva ZA, Tsugkieva VB, Dzodzieva ES, Shiolashvili DG. Consumer beef quality when using adsorbents in the diet of fattening bulls. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016;53(4): 113-116. (In Russ.).
7. Temiraev RB, Baeva AA, Ktsoeva II, Vityuk LA. Way of activating the digestive metabolism in broilers during the elimination of various toxicants. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(1): 66-72. (In Russ.).
8. Baeva ZT, Dzodzieva ES, Tsopanova ZYa. Comparative assessment of the meat productivity of bulls of different breeds in the conditions of the foothill zone of North Ossetia-Alania. *Sustainable development of mountain territories*. 2011;4(10): 89-91. (In Russ.).
9. Temiraev RB, Kairov AV, Tsogoeva FN, Kozhokov MK, Lamarton SF, Kurbanova EA. Blood morphology and biochemistry of meat poultry when using biologically active preparations in their diets. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(1): 91-97. (In Russ.).
10. Temiraev RB, Baeva ZT, Teziev UI, Gazdarov AA. How to prevent milk products from heavy metals contamination. *Dairy industry*. 2009;(5): 73-74. (In Russ.).
11. Dzodzieva ES, Kokaeva MG, Temiraev RB, Abramova GA, Gurtsieva DO. Assessment of meat quality of bull calves fed in the technogenic zone. *Meat industry*. 2015;(2): 46-48. (In Russ.).
12. Burnatseva ZV, Temiraev RB, Kokaeva MG, Baeva ZT, Pliyeva ZK, Lamarton SF. Study of digestibility and digestibility of nutrients of the diet of lactating cows when feeding an adsorbent and antioxidant. *Innovations and food safety*. 2019;1(23): 103-108. (In Russ.).
13. Yarmots AV, Temiraev RB, Vityuk LA, Kokaeva MG, Plieva ZK. Way to improve the ecological and nutritional qualities of milk and dairy products. *New technologies*. 2013;(3): 128-134. (In Russ.).

14. Baeva ZT, Tedtova VV, Kokaeva MG, Kononenko SI, Vasiliadi GK, Tuaeva ZZ. Peculiarities of ruminal metabolism of cows when detoxification of xenobiotics. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(4): 115-119. (In Russ.).

Информация об авторах

Д. А. Кастуева – аспирант;

В. В. Тедтова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

З. Т. Баева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

З. А. Гутиева (Кубатиева) – доктор биологических наук, профессор;

М. С. Газзаева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в сбор материала; обработку материала; подготовку и написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

Information about the authors

D. A. Kastueva – postgraduate student;

V. V. Tedtova – D.Sc (Agriculture), Professor;

Z. T. Baeva – D.Sc (Agriculture), Professor;

Z. A. Gutieva (Kubatieva) – D.Sc (Biology), Professor;

M. S. Gazzaeva – D. Sc (Agriculture), Professor.

Contribution of the authors

All authors have made an equivalent contribution to the collection of material; material processing; preparation and writing of the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office 16.11.2022; approved after review 28.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.



Научная статья

УДК 636.082

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_136

Влияние антиоксиданта на продуктивность молочного скота и процессы ферментализации питательных веществ кормов при денитрификации

Рустем Борисович Темираев^{1,2✉}; Анжелика Ахсарбековна Баева¹,
Раиса Васильевна Осикина¹, Мухамед Кадинович Кожоков³,
Беслан Шамсадинович Эфендиев³

¹Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ, Россия

²Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, Владикавказский научный центр РАН России, Владикавказ, Россия

³Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, Нальчик, Россия

^{1,2}temiraev_v.kx@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-2560-2425>

¹angelika_baeva69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

¹osikinaraisa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0187-9606>

³muchkog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0499-9654>

³beslanefendiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5730-2160>

Аннотация. В последние годы при успешной реализации процессов денитрификации в организме жвачных животных достойное применение находят антиоксидантные препараты нового поколения, которые отличаются своими высокими детоксикационными характеристиками. Они связывают в пищеварительном тракте животных указанные токсины, выводя их из организма жвачных животных. Решение указанной цели достигалось путем проведения в условиях СПК Дигорского района (РСО–Алания) научно-хозяйственного опыта на 2 группах коров швицкой породы по 10 голов в каждой. Животные контрольной группы получали рационы с субтоксической дозой нитратов, а коровам опытной группы в рационы добавляли антиоксидант АОКС в дозе 100 г/т комбикорма. Скармливание указанного антиоксиданта позволило животным опытной группы опередить контрольных аналогов по наличию в молочной продукции жира на 0,21 % ($P>0,95$) и белка – на 0,22 % ($P>0,95$), по удою молока 3,4 %-ной (базисной) жирности на 7,30 % ($P>0,95$). Под действием кормового препарата углеводный обмен интенсивнее протекал в пищеварительном тракте молочного скота опытной группы за счет активизации в рубцовой жидкости активности целлюлаз, амилаз, липаз и протеиназ, чем в контроле. А активизация процессов ферментализации указанных питательных веществ обеспечило против контроля у дойных коров опытной группы повышение переваримости сырой клетчатки, БЭВ, жира и сырого протеина. Скармливание антиоксиданта оптимизировало процессы денитрификации, что способствовало снижению у коров опытной группы в молоке активности нитратредуктазы на 17,9 % ($P>0,95$) и нитритредуктазы – на 32,7 % ($P>0,95$), чем у животных контрольной группы. Следствием этого стало снижение в молоке животных опытной группы по сравнению с контролем нитратов в 1,92 раза ($P>0,95$) и нитритов – в 2,28 раза ($P>0,95$). Это способствовало оптимизации экологической безопасности их продукции.

Ключевые слова: коровы, нитраты и нитриты, антиоксидант, продуктивность, активность ферментов рубца, переваримость, нитратредуктаза и нитритредуктаза, экологическая безопасность молока

Для цитирования: Темираев Р.Б., Баева А.А., Осикина Р.В., Кожоков М.К., Эфендиев Б.Ш. Влияние антиоксиданта на продуктивность молочного скота и процессы ферментализации питательных веществ кормов при денитрификации // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 136-143. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_136.

Scientific paper

An antioxidant impact on the dairy cattle productivity and the processes of feed nutrients' fermentolysis during denitrification

Rustem B. Temiraev^{1,2✉}, Anzhelika A. Baeva¹, Raisa V. Osikina¹, Mukhamed K. Kozhokov³, Beslan Sh. Efendiev³

¹North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia

²North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia

³Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russia

^{1,2}temiraev_v.kx@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-2560-2425>

¹angelika_baeva69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

¹osikinaraisa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0187-9606>

³muchkog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0499-9654>

³beslanefendiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5730-2160>

Abstract. Antioxidant products of a new generation, which are distinguished by their high detoxification characteristics have found worthy use with the successful implementation of denitrification processes in the body of ruminants. They bind these toxins in the digestive tract of animals removing them from the body of ruminants. The solution of this goal was achieved by conducting a scientific and economic experiment on two groups of Swiss breed cows (10 heads each) in the conditions of the agricultural complex of the Digorsky district (the Republic of North Ossetia–Alania). Animals of the control group received diets with a subtoxic dose of nitrates while the cows of the experimental group were fed with the antioxidant AOKS at a dose of 100 g/t of feed. The feeding of this antioxidant allowed the animals of the experimental group to get ahead of the control analogues in terms of the fat in dairy products by 0.21 % ($P > 0.95$) and protein by 0.22 % ($P > 0.95$) in terms of milk yield of 3.4 % (basic) fat content by 7.30% ($P > 0.95$). Under the action of the feed product carbohydrate metabolism proceeded more intensively in the digestive tract of the dairy cattle of the experimental group due to the activation of the activity of cellulases, amylases, lipases and proteinases in the rumen fluid than in the control. The activation of the processes of enzymatic lysis of these nutrients provided an increase in the digestibility of crude fiber, NFES, fat and crude protein in dairy cows of the experimental group against the control one. The feeding of the antioxidant optimized the processes of denitrification, which contributed to a decrease in the activity of nitrate reductase by 32.7 % ($P > 0.95$) and nitrite reductase by 17.9 % ($P > 0.95$) in milk of the experimental group's cows than in the control one. The consequence of this was a decrease of nitrates by 1.92 times ($P > 0.95$) and nitrites by 2.28 times ($P > 0.95$) in the milk of cows of the experimental group compared with the control one. This contributed to optimizing the environmental safety of their products.

Keywords: cows, nitrates and nitrites, antioxidant, productivity, rumen enzyme activity, digestibility, nitrate reductase and nitrite reductase, environmental safety of milk

For citation: Temiraev R.B., Baeva A.A., Osikina R.V., Kozhokov M.K., Efendiev B.Sh. An antioxidant impact on the dairy cattle productivity and the processes of feed nutrients' fermentolysis during denitrification. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 136-143. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_136.

Актуальность темы. Все токсины, в том числе нитрат- и нитрит-ионы, оказывают подавляющее действие на все стороны метаболизма, общего состояния здоровья, а также на молочную продуктивность дойных коров. Это является следствием того, что эти токсины при окислении двухвалентного железа в крови приводят к образованию его трехвалентной формы. Это становится причиной того, что часть гемоглобина в эритроцитах преобразуется в метгемоглобин, а последний снижает заметно у крови животных кислородную емкость. Причем, у дойных коров проявляется фактор гипоксии, происходит снижение переваримости и использования питательных веществ рационов, приводя к ухудшению молочной продуктивности у молочного скота [1-3].

У молочного скота в пищеварительный тракт в основном нитрат- и нитрит-ионы поступают с кормами и питьевой водой. Причем, основная доля этих азотсодержащих токсинов в виде солей нитратов и нитритов попадает в организм дойных коров с кормовыми средствами местного возделывания. Причиной этого явления служит то, что местные фермеры и другие товаропроизводители с целью повышения урожайности кормовых культур крайне часто вносят под посевы последних избыточные дозы минеральных азотных удобрений. Указанная проблема особенно остро проявляется в южных регионах РФ, в том числе и в РСО-Алания, то есть в зоне применения интенсивных технологий выращивания для жвачных животных кормовых культур [4-6].

В процессе нормализации пищеварительного обмена у дойных коров следует пристальное внимание уделять соблюдению полноценного питания в соответствии с физиологическими нормами их кормления. В то же время при поступлении нитратов в избыточных количествах в состав рационов следует строго корректировать соотношение азотсодержащих соединений и легкопереваримых углеводов во избежание процессов сбраживания их в нежелательном направлении. Этому призваны содействовать правильный и рациональный подбор кормовых средств для рационов молочного скота. Это создает необходимый фон в желудочно-кишечном тракте жвачных животных, при котором применении препаратов БАД с сорбционными свойствами для успешного обеспечения процессов денитрификации даст положительный результат [7-9].

В последние годы при успешной реализации процессов денитрификации в организме жвачных животных достойное применение находят антиоксидантные препараты нового поколения, которые также отличаются своими высокими детоксикационными характеристиками. Они связывают в ЖКТ животных указанные токсины, выводя их из организма жвачных животных [10]. Из них высокими антиоксидантными и денитрифицирующими свойствами отличается препарат АОКС (сухой), который имеет в своем составе: бутил- гидрокситолуол, бутилгидроксианизол лимонную кислоту.

Цель исследований – выявить влияние антиоксиданта АОКС на продуктивность молочного скота и процессы ферментализации питательных веществ кормов при денитрификации.

Материал и методы исследований. Решение указанной цели достигалось путем проведения в условиях СПК «Весна» (РСО-Алания) научно-хозяйственного опыта на 2 группах коров швицкой породы по 10 голов в каждой. Группы подопытных животных формировались по методу пар-аналогов и их кормление в течение 305 дней лактации осуществлялась по схеме, которая показана в табл. 1.

Таблица 1. Схема проведения научно-хозяйственного опыта
Table 1. Scheme of conducting scientific and economic test

n=10

Группа / Group	Особенности кормления / Features of feeding
Контрольная / Control	Основной рацион (ОР) / Basic ration (BR)
Опытная / Test	ОР + антиоксидант АОКС в дозе 100 г/т комбикорма / BR + antioxidant AOKS at a dose of 100 g/t of compound feed

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

При приготовлении рационов для подопытных дойных коров применялись корма местного производства, с небольшим превышением в них значений ПДК по наличию нитратов. Путем введения в их рационы благополучных по присутствию указанных токсинов совместно с местными кормовыми средствами мы довели концентрацию нитратов до субтоксического уровня (не более 0,03 г/кг живой массы коров) [11].

Определение молочной продуктивности дойных коров проводили раз в 10 путем выполнения контрольных удоев, а химический состав молока исследовали раз в месяц по общепринятым методикам.

Обменный опыт провели также по общепринятой методике, для чего из каждой группы были отобраны по 3 головы. Активность ферментов в рубце и молоке проводили по общепринятым методам.

Цифровой материал обработан с установлением критерия Стьюдента с использованием программы «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждение. В течение 305 дней лактационного периода мы определили влияние препарата АОКС на молочную продуктивность дойных коров из сравниваемых групп. Полученные результаты показаны в табл. 2.

Таблица 2. Молочная продуктивность коров и химический состав молока
Table 2. Milk productivity of cows and chemical composition of milk

n = 10

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control	опытная / test
Удой натуральной жирности, кг / Natural fat milk yield, kg	5456±11	5512±12
Среднесуточный удой, кг / Average daily milk yield, kg	17,89±0,72	18,07±0,69
Содержится в молоке, %: / Contain in milk, %:		
жира / fat	3,38±0,04	3,59±0,06
белка / protein	3,20±0,03	3,41±0,05
Удой молока базисной (3,4%)-жирности, кг / Basic milk yield of (3.4%)-fat content, kg	5424±13	5820±16

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

За счет активизации процессов ферментолиза питательных веществ рациона при скармливании антиоксиданта АОКС в дозе 100 г/т комбикорма лактирующим животным для интенсификации биохимических реакций денитрификации в организме удалось добиться у коров опытной группы повышения удоя молока 3,4 %-ной (базисной) жирности на 7,30 % ($P>0,95$), хотя по показателям удоев молока натуральной жирности у коров сравниваемых групп за лактацию достоверных ($P<0,95$) различий не было установлено.

Увеличение показателя удоя молока базисной жирности у молочного скота опытной группы было обеспечено за счет активизации в организме энзимов протеолитического и липолитического спектра. Благодаря этому за счет оптимизации реакций денитрификации под влиянием испытуемого антиоксиданта в течение 305 дней лактации увеличились показатели жирно- и белкомолочности у животных опытной группы, которые опередили контрольных аналогов по наличию в молоке жира на 0,21 % ($P>0,95$) и белка – на 0,21 % ($P>0,95$).

Оптимизация показателей молочной продуктивности и его химических параметров было обеспечено за счет активизации процессов ферментолиза питательных веществ рационов в желудочно-кишечном канале животных опытной группы под высоким денитрифицирующим действием препарата АОКС.

В середине лактационного периода на сравниваемых группах коров проведены были обменный опыт и исследования рубцовой жидкости на активность пищеварительных ферментов в условиях денитрификации. В этом ракурсе для определения уровня углеводного обмена изучили активность целлюлаз и амилаз в рубцовой жидкости, переваримость клетчатки и БЭВ у подопытных коров (табл. 3).

Установлено, что под действием кормового препарата углеводный обмен интенсивнее протекал в пищеварительном тракте молочного скота опытной группы за счет активизации в рубцовой жидкости активности целлюлаз на 3,2% ($P>0,95$) и амилаз – на 3,0 % ($P>0,95$), чем в контроле. Активизация процессов ферментолиза трудно- и легкопереваримых углеводов обеспечило против контроля у дойных коров опытной группы повышение переваримости сырой клетчатки на 3,1 % ($P>0,95$) и БЭВ – на 3,4 % ($P>0,95$).

Таблица 3. Активность целлюлаз и амилаз в рубцовой жидкости, переваримость клетчатки и БЭВ у подопытных коров
 Table 3. The activity of cellulases and amylases in the rumen fluid, the digestibility of fiber and NFES in experimental cows

n = 3

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control	опытная / test
Активность целлюлаз в рубце, Е/мл / Cellulase activity in the rumen, U/ml	17,4±0,34	20,6±0,45
Переваримость сырой клетчатки, % / Digestibility of crude fiber, %	61,5±0,36	64,6±0,47
Активность амилаз в рубце, Е/мл / Amylase activity in the rumen, U/ml	45,5±0,29	49,5±0,30
Переваримость БЭВ, % / Digestibility of NFES, %	78,0±0,33	81,4±0,44

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

Однако увеличение концентрации в молоке жира и белка может быть обеспечено прежде всего активизацией липаз и протеиназ в рубцовой жидкости и повышения коэффициентов переваримости жира и белка у молочного скота, подтверждением чему служат результаты наших исследований (табл. 4).

Таблица 4. Активность липаз и протеиназ в рубцовой жидкости, переваримость клетчатки и БЭВ у подопытных коров
 Table 4. Activity of lipases and proteinases in the rumen fluid, digestibility of fiber and NFES in experimental cows

n = 3

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control	опытная / test
Активность липаз в рубце, Е/мл / Lipase activity in the rumen, U/ml	64,3±0,38	67,7±0,41
Переваримость сырого жира, % / Digestibility of crude fat, %	67,7±0,41	70,7±0,35
Активность протеиназ в рубце, Е/мл / Activity of proteinases in the rumen, U/ml	47,5±0,34	50,7±0,40
Переваримость сырого протеина, % / Crude protein digestibility, %	69,4±0,50	72,7±0,44

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

Как было установлено, под действием кормового препарата жировой и белковый обмены интенсивнее протекали в пищеварительном тракте дойных коров опытной группы за счет активизации в рубцовой жидкости активности липаз на 3,4 % ($P>0,95$) и протеиназ – на 3,2 % ($P>0,95$), чем в контроле. А активизация процессов ферментализации липидов и белков обеспечило против контрольных сверстниц у дойных коров опытной группы повышение переваримости сырого жира – на 3,0 % ($P>0,95$) и сырого протеина – на 3,3 % ($P>0,95$).

Эффектность денитрификации производимого молока за счет скармливания апробируемого антиоксиданта у дойных коров опытной группы было обеспечено благодаря ингибированию активности нитрат- и нитритредуктаз, что подтверждено результатами исследований, приведенных в табл. 5.

Таблица 5. Активность нитрат- и нитритредуктаз, содержание нитратов и нитритов в молоке подопытных коров

Table 5. The activity of nitrate and nitrite reductases, the content of nitrates and nitrites in the milk of experimental cows

n = 3

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / control	опытная / test
Активность нитратредуктазы в молоке, нмоль / Activity of nitrate reductase in milk, nmol	34,6±0,39	28,4±0,35
Активность нитритредуктазы в молоке, нмоль / Activity of nitrite reductase in milk, nmol	45,5±0,28	30,6±0,27
Нитраты, мг/л / Nitrates, mg/l	7,45±0,26	3,88±0,21
Нитриты, мг/л / Nitrites, mg/l	0,153±0,004	0,067±0,005

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on the scientific research data.

Скармливание антиоксиданта оптимизировало процессы денитрификации за счет подавления активности нитрат- и нитритвосстанавливающих ферментов, что способствовало снижению у коров опытной группы в молоке активности нитратредуктазы на 17,9 % ($P>0,95$) и нитритредуктазы – на 32,7 % ($P>0,95$), чем у животных контрольной группы.

Исходя из этого, добавки препарата АОКС в состав рационов дойных коров опытной группы оказали высокий уровень денитрифицирующего действия в организме. Следствием этого стало снижение в молоке животных опытной группы по сравнению с контролем нитратов в 1,92 раза ($P>0,95$) и нитритов – в 2,28 раза ($P>0,95$). Это свидетельствует о том, что при скармливании препарата АОКС в составе рационов с субтоксической дозой нитратов от дойных коров можно получать экологически безопасную молочную продукцию.

Выводы

1. Введение антиоксиданта АОКС в дозе 100 г/т комбикорма в рационы с субтоксической дозой нитратов в рационы дойных коров опытной группы за счет эффективной денитрификации способствовало повышению в их молоке жира, белка, следствием чего стало увеличение удоя молока базисной жирности на 7,30 % ($P>0,95$).

2. Скармливание апробируемого антиоксиданта в рекомендуемой дозе способствовало повышению активности целлюлаз, амилаз, липаз и протеиназ в рубцовой жидкости, следствием чего явилось увеличение ферментолиза и переваримости сырой клетчатки, БЭВ, сырого жира и сырого протеина у коров опытной группы.

3. Апробируемый антиоксидантный препарат способствовал в организме дойных коров опытной группы ингибированию активности нитратредуктазы на 17,9 % ($P>0,95$) и нитритредуктазы – на 32,7 % ($P>0,95$), что способствовало оптимизации экологической безопасности их продукции за счет снижения концентрации нитратов в 1,92 раза ($P>0,95$) и нитритов – в 2,28 раза ($P>0,95$).

Список источников

1. Особенности рубцового метаболизма коров при денитрификации / М.Г. Кокаева [и др.]. // Аграрная Россия. 2016. № 5. С. 10-13.

2. Особенности рубцового метаболизма коров при детоксикации ксенобиотиков / З.Т. Баева [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 115-119.

3. Продуктивные и биохимические показатели молодняка крупного рогатого скота при комплексном использовании биологически активных добавок в кормлении / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 3. С. 86-93.

4. Темираев В.Х., Каиров В.Р., Хугаева С.В. Хозяйственно-биологические показатели цып-

лят-бройлеров при комплексном использовании биологически активных препаратов в кормлении // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 4. С. 45-48.

5. Василиади Г.К., Кокаева М.Г., Газдаров А.А. Молочная продуктивность коров при скармливания биологически активных добавок // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 1-2. С. 113-116.

6. Влияние антиоксидантов на физико-химические и технологические свойства молока лактирующих коров / Д.О. Гурциева [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 76-81.

7. Кокаева М.Г. Влияние антиоксидантов на показатели переваримости и усвояемости у коров при нарушении экологии питания // Зоотехния. 2018. № 5. С. 4-7.

8. Кебеков М.Е., Каиров В.Р. Экологические аспекты продуктивности молодняка крупного рогатого скота // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 4. С. 113-115.

9. Псхациева З.В., Юрина Н.А., Каиров В.Р. Сорбенты различного происхождения в комбикормах для цыплят-бройлеров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 2. С. 96-99.

10. Действие хелатного препарата и антиоксиданта на рубцовый метаболизм при откорме бычков в техногенной зоне / В.Р. Каиров [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 4. С. 50-56.

11. Влияние антиоксидантов на продуктивность и некоторые гематологические показатели коров при денитрификации / С.И. Кононенко [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 4. С. 153-157.

References

1. Kokaeva MG, Baeva ZT, Osikina RV, Vasiliadi GK. Features of scar metabolism in cows at denitrification. *Agrarian Russia*. 2016;(5): 10-13. (In Russ.).

2. Baeva ZT, Tedtova VV, Kokaeva MG, Kononenko SI, Vasiliadi GK, Tuaeava ZZ. Peculiarities of ruminal metabolism of cows when detoxification of xenobiotics. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(4): 115-119. (In Russ.).

3. Kairov VR, Kalagova RV, Karaeva ZA, Tsugkieva ZR. Productive and biochemical indices of young cattle fed with biologically active additives. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2014;51(3): 86-93. (In Russ.).

4. Temiraev VKh, Kairov VR, Khugaeva SV. Economical and biological indices of broilers having biologically active additives in their rations. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013;50(4): 45-48. (In Russ.).

5. Vasiliadi GK, Kokaeva MG, Gazdarov AA. Milk productivity cows when they are fed with biologically active additives. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(1-2): 113-116. (In Russ.).

6. Gurtsieva DO, Kokaeva MG, Baeva ZT, Tsalieva LV. Influence of antioxidants on physico-chemical and technological properties of lacting cows' milk. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(3): 76-81. (In Russ.).

7. Kokaeva MG. Influence of antioxidants on digestibility and assimilation of food nutrients at cows under disturbance of feeding ecology. *Zootekhnika*. 2018;(5): 4-7. (In Russ.).

8. Kebekov ME, Kairov VR. Ecological aspects of young cattle productivity. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;49(4): 113-115. (In Russ.).

9. Pskhatsieva ZV, Yurina NA, Kairov VR. Sorbents of different origin in mixed feeds for broiler chickens. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(2): 96-99. (In Russ.).

10. Kairov VR, Tsugkiev BG, Kokov TN, Kubatieva ZA, Kozhokov MK, Kastueva DA. Effect of a chelated preparation and antioxidant on rumen metabolism during bull-calves fattening in the technogenic zone. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(2): 96-99. (In Russ.).

11. Kononenko SI, Kokaeva MG, Baeva ZT, Osikina RV, Tsalieva LV, Gurtsiev DO. The effect of antioxidants on cows' productivity and some hematological indices when denitrification. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(4): 153-157. (In Russ.).

Информация об авторах

Р. Б. Темираев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. А. Баева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Р. В. Осикина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
М. К. Кожоков – доктор биологических наук, профессор;
Б. Ш. Эфендиев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в сбор материала; обработку материала; подготовку и написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

Information about the authors

R. B. Temiraev – D.Sc (Agriculture), Professor;
A. A. Baeva – D.Sc (Agriculture), Professor;
R. V. Osikina – D.Sc (Agriculture), Professor;
M. K. Kozhokov – D.Sc (Biology), Professor;
B. Sh. Efendiev – D.Sc (Agriculture), Professor.

Contribution of the authors

All authors have made an equivalent contribution to the collection of material; material processing; preparation and writing of the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office 16.11.2022; approved after review 28.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.



ВЕТЕРИНАРИЯ

Научная статья

УДК 619:618.14:638.22/28

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_144

Применение препарата Энрофлон в сочетании с комплексной терапией гнойно-катарального эндометрита у коров

**Федор Николаевич Чеходариди^{1✉}, Зарема Руслановна Цугкиева²,
Надежда Сергеевна Персаева³**

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

¹fn.chehodaridi@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-5322-6455>

¹ggau.vet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7504-6845>

³persaeva81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6974-7343>

Аннотация. Для предупреждения развития патологических процессов в области акушерско-гинекологических заболеваний необходимо проводить своевременные профилактические мероприятия в виде диспансеризации. При обнаружении патологических процессов задачей ветеринарной службы является проведение эффективных лечебных мероприятий. Применение комплексной терапии в сочетании препаратом Энрофлон является новым высокоэффективным средством в проведении лечебно-профилактических мероприятий у коров с признаками гнойно-катарального эндометрита. Научные исследования были проведены в 2022 году на СК, находящемся в Пригородном районе РСО-Алания. При диспансеризации стада были выделены коровы с гнойно-катаральным эндометритом, в возрасте 5-6 лет, после сформировали контрольную и опытную группы, в каждой из которых по 9 голов. Больных коров изолировали и предоставили хороший уход и содержание, а также полноценное витаминизированное кормление. Коровам в двух группах проводили массаж матки через прямую кишку, удаляли гнойный экссудат из полости матки. После чего коров контрольной группы лечили по общепринятой схеме лечения эндометритов, коровам опытной группы применяли энрофлон в сочетании с комплексным лечением. Лабораторными исследованиями проб экссудата матки от больных эндометритом коров была выделена культура золотистого стафилококка, гноеродного стафилококка, эшерихии, синегнойной палочки и вульгарного протей. Установили зону задержки роста патогенных микроорганизмов препаратом морфолоксин, которая составила 25 мм, а зона задержки пенообразующего лекарственного препарата энрофлона – 24 мм. Биохимические исследования показали, что применение комплексной терапии вызывает изменения показателей сыворотки крови коров в сторону нормализации уже на 3 день лечения, по сравнению с контрольной группой. После применения препарата энрофлон в сочетании с комплексной терапией гнойно-катарального эндометрита, полное клиническое выздоровление коров наблюдали на 10 день, у коров в контроле на 16 день лечения.

Ключевые слова: коровы, гнойно-катаральный эндометрит, энрофлон, комплексная терапия

Для цитирования: Чеходариди Ф.Н., Цугкиева З.Р., Персаева Н.С. Применение препарата Энрофлон в сочетании с комплексной терапией гнойно-катарального эндометрита у коров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С.144-152. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_144.

Scientific paper

The use of enroflon in combination with complex therapy of purulent-catarrhal endometritis in cows

Fedor N. Chekhodaridi^{1✉}, Zarema R. Tsugkieva², Nadezhda S. Persaeva³

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

¹fn.chehodaridi@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-5322-6455>

¹ggau.vet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7504-6845>

³persaeva81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6974-7343>

Abstract. It is necessary to carry out timely preventive measures in the form of clinical examination to prevent the development of pathological processes in the field of obstetric and gynecological diseases. When pathological processes are detected, the task of the veterinary service is to carry out effective therapeutic measures. The use of complex therapy in combination with Enroflon is a new highly effective tool in carrying out therapeutic and preventive measures of cows with signs of purulent catarrhal endometritis. Scientific research was carried out in 2022 at the AC located in the Prigorodny district of North Ossetia-Alania. Cows with purulent catarrhal endometritis at the age of 5-6 years were isolated during the medical examination of the herd. Then the control and experimental groups were formed. Each of the groups amounted to 9 heads. Sick cows were isolated and provided with good care and maintenance, as well as full fortified feeding. Cows in two groups underwent uterine massage through the rectum. Purulent exudate was removed from the uterine cavity. After that, the cows of the control group were treated according to the generally accepted scheme for the endometritis treatment. The cows of the experimental group were treated with enroflon in combination with complex treatment. Laboratory studies of samples of uterine exudate from cows with endometritis revealed *Staphylococcus aureus*, pyogenic *Staphylococcus aureus*, *Escherichia*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Proteus vulgaris*. It was established that the zone of inhibition of the growth of pathogenic microorganisms by the drug morpholoxin was 25 mm and the zone of inhibition of the foaming drug enroflon was 24 mm. Biochemical studies have shown that the use of complex therapy causes changes in the blood serum of cows towards normalization already on the third day of treatment (in comparison with the control group). After the use of the drug enroflon in combination with complex therapy of purulent catarrhal endometritis, complete clinical recovery of cows was observed on the 10-th day and in control cows the recovery was observed on 16-th day of treatment.

Keywords: cows, purulent catarrhal endometritis, enroflon, complex therapy

For citation: Chekhodaridi F.N., Tsugkieva Z.R., Persaeva N.S. The use of the drug Enroflon in combination with complex therapy of purulent catarrhal endometritis of cows. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 144-152. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_144.

Введение. В последние годы в молочном скотоводстве чаще стали регистрироваться послеродовые болезни, которые ведут к развитию бесплодия, снижению темпов воспроизводства и молочной продуктивности коров [1, 3].

В молочном скотоводстве у коров и телок основными причинами бесплодия и снижения воспроизводства являются в первую очередь осложнения послеродового периода, в том числе субинволюция

матки после родов, воспалительные процессы матки и персистентное жёлтое тело яичников. Их проявление находится в прямой зависимости от того, насколько проявляется сократительная деятельность матки у коров [3, 5].

Поэтому для профилактики послеродовых осложнений, наряду со сбалансированным кормлением и содержанием беременных животных, необходимо принимать биологически активные препараты, усиливающие сократительную способность матки, а также с целью предупреждения послеродовых осложнений у коров [1, 4].

Рекомендовано большое количество методов и средств для профилактики и лечения послеродовых осложнений матки, однако необходимо применять комплекс лекарственных препаратов при данной патологии [2, 5].

Цель работы заключалась в изучении влияния препарата энрофлон в сочетании с комплексной терапией гнойно-катарального эндометрита у исследуемых коров.

Материалы и методы исследований

Исследования препарата Энрофлон в сочетании с комплексной терапией проводили на коровах с гнойно-катаральным эндометритом, в возрасте 5-6 лет, принадлежащих СК «Радуга» Пригородного района РСО-Алания. При диспансеризации было выявлено 18 коров с исследуемой патологией и сформированы контрольная и опытная группы, в каждой из которых по 9 голов.

В двух группах коров была проведена их изоляция, предоставлен хороший уход и содержание, а также полноценное витаминизированное кормление. Из лечебных мероприятий проводили через прямую кишку массаж матки, при этом проводили открытие шейки матки, с целью удаления гнойного экссудата из полости матки.

Таблица 1. Схема лечения коров, больных гнойно-катаральным эндометритом
Table 1. Treatment regimen for cows with purulent-catarrhal endometritis

Группы / Groups	Методы лечения / Treatment methods
Контрольная / Control	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение массажа матки через прямую кишку / Massage of the uterus through the rectum 2. Введение внутриматочных фуразолидоновых палочек 2 раза в день в течение 3 дней. / Introduction of intrauterine furazolidone sticks 2 times a day for 3 days 3. Подкожное инъецирование антибиотика широкого спектра действия цефотоксин / Subcutaneous injection of broad-spectrum antibiotic cefotixin 4. Подкожное инъецирование окситоцина для сокращения матки в дозе 40 ИЕ 1 раз в день, в течение 3 дней / Subcutaneous injection of oxytocin for uterine contraction at a dose of 40 IU 1 time a day (for 3 days)
Опытная / Test	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение массажа матки через прямую кишку / Massage of the uterus through the rectum 2. Введение внутриматочного пенообразующего лекарственного препарата энрофлон 1 раз в день по 3 таблетки в течение 3 дней / Introduction intrauterine foaming drug enroflon 1 time per day, 3 tablets for 3 days 3. Подкожное инъецирование антибиотика широкого спектра действия Марфлоксин 10% в дозе 1 мл/ 50 кг массы животного 1 раз в день, в течение 3 дней / Subcutaneous injection of a broad-spectrum antibiotic Marfloxin 10% at a dose of 1 ml / 50 kg of animal weight 1 time per day for 3 days 4. Подкожное инъецирование под лопаткой 4% раствора АСД-2 фракции по 20 мл с каждой стороны / Subcutaneous injection under the scapula of a 4% solution of ASD-2 fraction, 20 ml on each side 5. Внутривенное инъецирование 50 мл - 0,5% раствора новокаина 2 инъекции с интервалом 4 дня / 50 ml - 0.5% novocaine solution 2 injections with an interval of 4 days / 50 ml -

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on scientific research data.

Прежде чем приступить к лечению больных животных, изучали этиологию, клинические признаки и характер выделения экссудата из половых органов, отмечали стадию развития гнойно-катарального эндометрита.

До начала лечения и на протяжении всего лечения гнойно-катарального эндометрита, у коров брали кровь для исследований на гематологических анализаторах.

Марфлоксин – это лекарственный препарат, антибиотик широкого спектра действия, 2 %-ный раствор для инъекций; содержит 20 мл марбофлоксацина и вспомогательные вещества: метаксерол, динатрия эдетат, монтиоглицерол, глюконолактон, вода для инъекций.

Марфлоксин 10 % раствор обладает широким бактерицидным действием, активен в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, в том числе *Escherichia coli*, *Salmonella Turphimigium* и др. патогенные микробы.

Энрофлон в таблетках, пенообразующий, для профилактики и лечения послеродового эндометрита. В 1 таблетке в качестве действующего вещества содержится энрофлоксацин – 360 мг; вспомогательные вещества: кислота лимонная, натрия гидробанат, кальция стеарат, эмульгатор, аэросин и тальк. Энрофлон – пенообразующий антибактериальный препарат группы фторхинолонов.

Результаты исследований

При исследовании основных причин возникновения гнойно-катарального эндометрита у коров выявлено наличие травм экзогенного и эндогенного характера. Клинические признаки у исследуемых коров протекали с признаками серозно-катарального воспаления матки, которые на 3-5 день после отела переходили в гнойно-катаральные признаки воспаления. В первые дни после отела у коров отмечалось уменьшение выделения лохий из полости матки, вследствие закрытия шейки матки и прекращения сократительной способности матки. Общее состояние и аппетит угнетены, температура тела повышена на 1-2 °С, снижение молочной продуктивности коров упала на 30-40 %. У коров отмечалась характерная поза мочеиспускания с поднятым хвостом и прогибом спины, данная поза сопровождалась со стоном. При осмотре слизистой преддверия шейки матки отмечался отек, гиперемия с кровоизлияниями. Ректальный массаж матки приводил к истечению экссудата гнойно-катарального характера с примесью тканей и неприятным запахом, при этом отмечалась болезненность, флюктуация, утолщение стенок матки дряблой консистенции. Для более точной постановки диагноза гнойно-катаральный эндометрит проводили лабораторные исследования экссудата (микроскопия и посевы содержимого на питательную среду (ИПБ, МПА).

Лабораторными исследованиями проб экссудата матки больных эндометритом коров выделяли культуру золотистого стафилококка, гноеродного стафилококка, эшерихии, синегнойной палочки и вульгарного протей. В течение 30 минут 1 мл препарата морфлоксина содержащей 10^{12} м.т./мл, установили зону задержки роста патогенных микроорганизмов 25 мм, а зона задержки пенообразующего лекарственного препарата энрофлона – 24 мм.

После применения этиоптогенетической терапии опытной группе коров произошло полное выздоровление на 10 день, тогда как у контрольной группы животных на 16 день лечения.

Таблица 2. Результаты лечения гнойно-катарального эндометрита у коров подопытных групп, n = 9

Table 2. Results of treatment of purulent-catarrhal endometritis of cows (test groups), n = 9

Методы лечения / Treatment methods	Количество голов / number of heads	Продолжи- тельность ле- чения / duration of treatment	выздоровело / recovered	
			количество голов / number of heads	%
Этиопатогенетическая терапия (опытная группа) / Etiopathogenetic therapy (test group)	9	16	14	78,0
Симптоматическая тера- пия (контрольная группа) / Symptomatic therapy (control group)	9	10	10	100

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on scientific research data.

Установлено, что применение этиопатогенетической терапии ускоряет выздоровление коров опытной группы на 6 дней, по сравнению с контролем.

Динамика гематологических, биохимических и иммунологических показателей крови подопытных групп коров приведена в диаграммах.

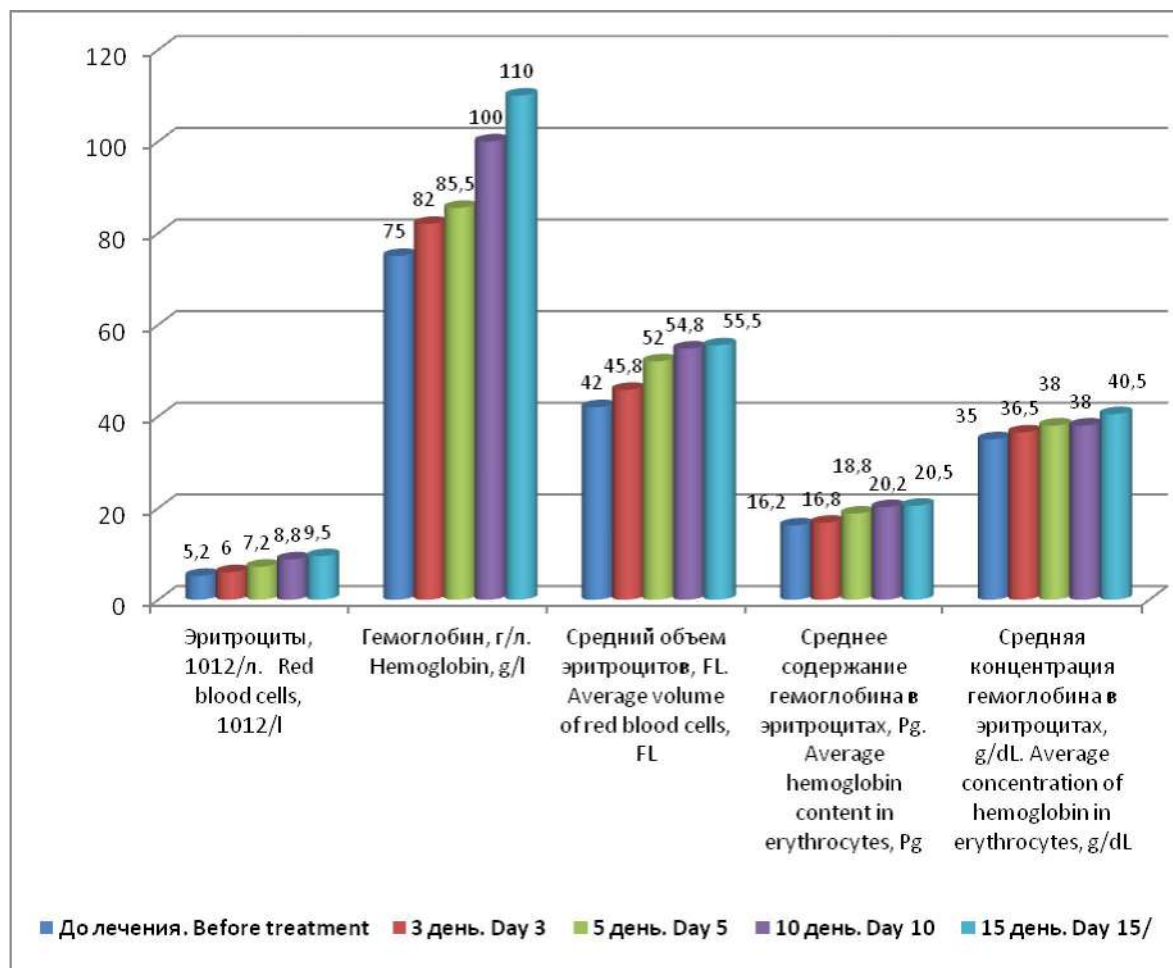


Рис. 1. Динамика гематологических показателей у коров опытной группы.
Fig. 1. Dynamics of hematological parameters in cows of the experimental group.

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

Анализ данных рис. 1 показал, что у коров опытной группы на 3 день лечения количество эритроцитов увеличено на 7%, уровень гемоглобина на 5%, средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроцитах, средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах – на 1,7; 5; 2,8 % соответственно. На 15 день лечения – на 11,8; 15,0; 8,0; 13,8; 5,3 % соответственно по сравнению с контролем.

Анализ данных рис. 2 показывает, что применение этиопатогенетической терапии вызывает повышение содержания общего белка начиная с 3 дня и до конца лечения на 3,0; 7,0; 5,0 и 3%. Гемоглобина – на 6,0; 4,0; 15,0 и 19,0% соответственно. Активность щелочной фосфатазы повысилась на 11,0; 6,7; 8,0 и 11,5% соответственно. Количество креатинина снизилось на 5,0; 14,0; 8,3 и 11,0%. ЛДГ – на 27,0; 20,0; 20,0 и 22,0% соответственно по сравнению с контрольной группой.

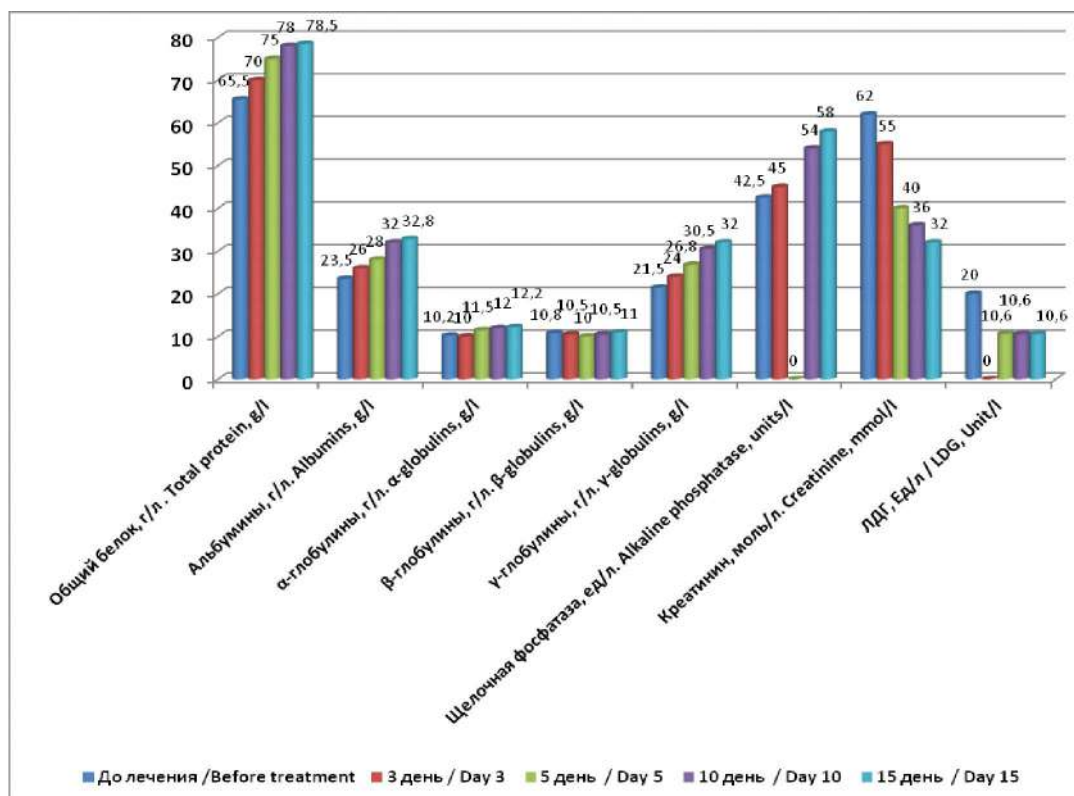


Рис. 2. Динамика биохимических показателей сыворотки крови у коров опытной группы.
 Fig. 2. Dynamics of biochemical parameters of blood serum in cows of the experimental group.

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

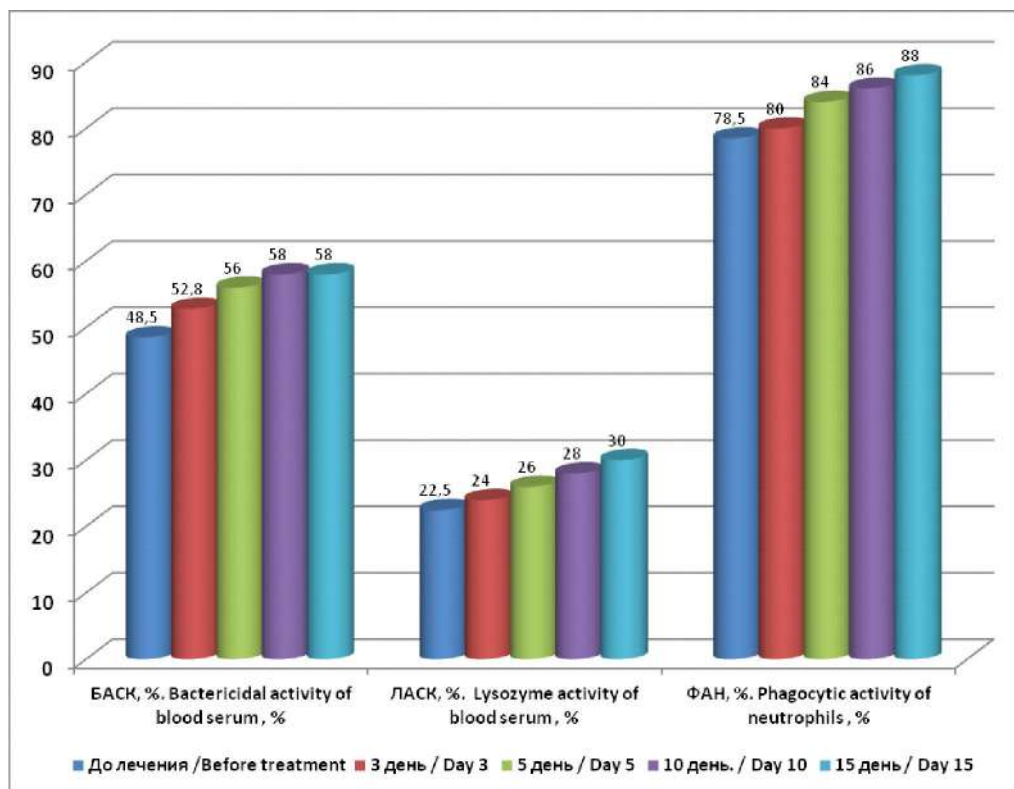


Рис. 3. Показатели клеточного иммунитета у коров опытной группы.
 Fig. 3. Indicators of cellular immunity in cows of the experimental group.

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

Анализ данных рис. 3 показывает, что применение этиопатогенетической терапии вызывает повышение неспецифической резистентности организма у коров опытной группы по сравнению с контрольной группой. У коров опытной группы бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК), лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК), фагоцитарная активность лейкоцитов (ФАН) повышались начиная с 3 суток лечения и до конца исследования на 9,0; 11,0; 11,5 и 7,5% соответственно по сравнению с контролем.

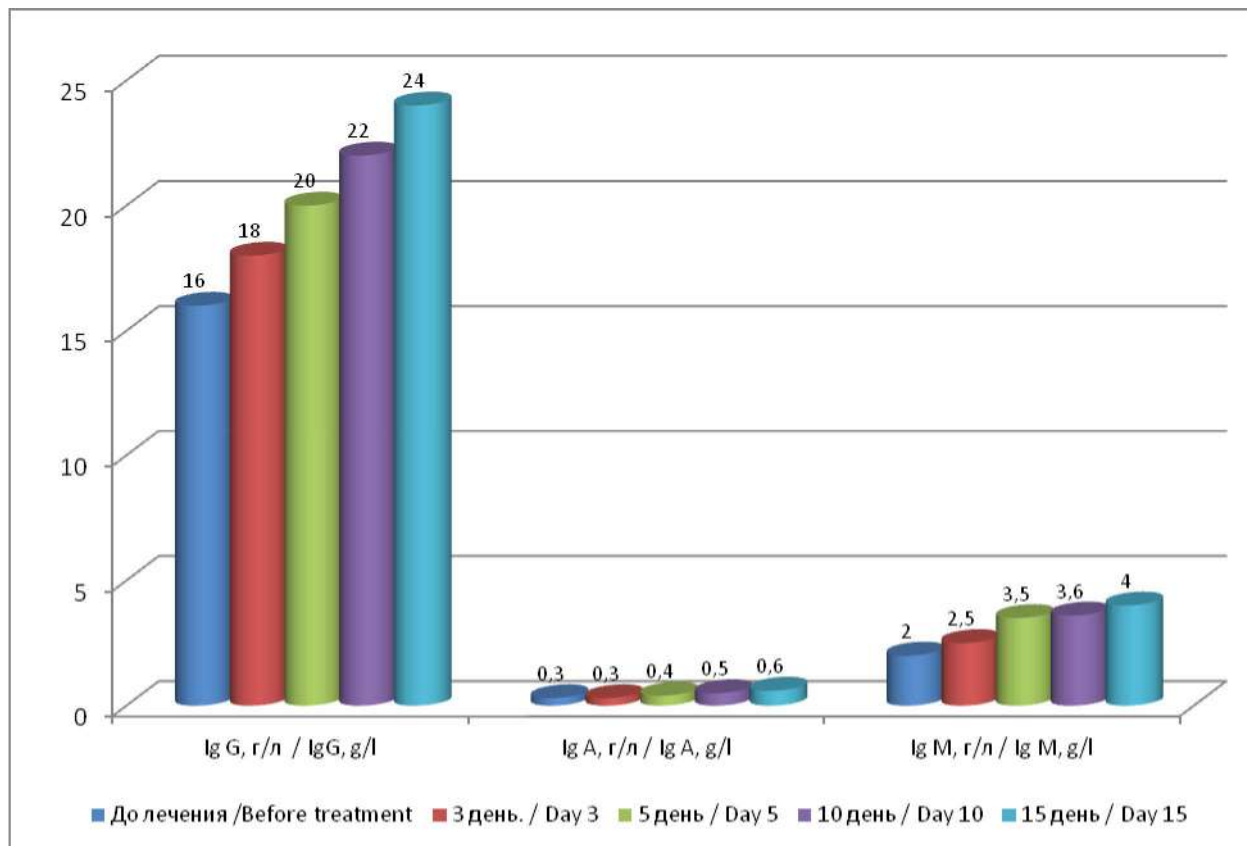


Рис. 4. Показатели клеточного иммунитета у коров опытной группы.

Fig. 4. Indicators of cellular immunity in cows of the test group.

Источник: составлено авторами на основании данных научной работы.

Source: compiled by the authors based on scientific research data.

Анализ показателей рис. 4 выявил, что содержание иммуноглобулинов в процессе лечения повышалось у коров опытной группы начиная с 3 дня и до конца лечения Ig G – на 7,0 и 2,0%; Ig A – 50,0 и 52%; Ig M – на 14,0 и 18,0% соответственно.

Таким образом, применение этиопатогенетической терапии при гнойно-катаральном эндометрите у коров ускоряет выздоровление коров, а также вызывает коррекцию гематологических, биохимических и иммунологических показателей крови у коров опытной группы по сравнению с коровами контрольной группы.

Выводы

1. Неблагоприятное воздействие внешней среды на организм животных способствует развитию внутренних этиологических факторов способствующих развитию гнойно-катарального эндометрита у коров.

2. По результатам исследования выявлено, что своевременная диспансеризация стада позволяет своевременно выявлять акушерско-гинекологические заболевания, что способствует сохранности поголовья до 10 %.

3. Клинические признаки с угнетением общего состояния, повышением температуры тела на 0,5-1 °С, учащением частоты пульса и дыхательных движений. Понижением аппетита и снижением молочной продуктивности на 50 % и более. Слизистая преддверия матки гиперемирована,

отечна, стенки матки утолщены и дряблые, шейка матки закрыта, в полости ее находится гнойный экссудат.

4. Этиопатогенетическая терапия ускоряет выздоровление коров, больных гнойно-катаральным эндометритом, на 6 дней (100%) по сравнению с контролем, где две головы пало (78 %).

5. Этиопатогенетическая терапия вызывает коррекцию гематологических, биохимических и иммунологических показателей у коров опытной группы по сравнению с контролем.

6. Применение внутривенного введения 0,5 %-ного раствора новокаина, АСД-фракции Дорохова, антибиотика широкого спектра действия «Марфлоксин» 10% концентрации, внутриматочного введения пенообразующей в виде таблеток энрофлон способствуют повышению БАСК, ЛАСК и ФАН у коров опытной группы по сравнению с коровами контрольной группы.

Список источников

1. Коба И.С., Аль-Равашдех О. О. А. М. Определение оптимального соотношения антимикробных веществ в разрабатываемом препарате // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов : Сборник тезисов по материалам III Международной конференции, Краснодар, 10–11 апреля 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. С. 58-60. – EDN LYNDNA.

2. Чеходариди Ф.Н., Тамаев Т.М., Мугниева Л.А. Комплексная терапия послеродового эндометрита у коров // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 3. С. 105-109. – EDN UHLDSZ.

3. Эффективность применения комплексного лечения с использованием препаратов для стимуляции половой охоты коров и телок в условиях РСО-Алания / Т.М. Тамаев [и др.]. // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента, Владикавказ, 14–16 ноября 2019 года. Том 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2019. – С. 377-378. – EDN ZLQTNR.

4. Чеходариди Ф.Н. Биологически активные препараты для профилактики послеродовых осложнений и повышения оплодотворяемости коров // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия кафедр «Кормление, разведение и генетика сельскохозяйственных животных» и «Частная зоотехния» факультета технологического менеджмента. Владикавказ, 30–31 марта 2021 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. – С. 228-229. – EDN NFBQOU.

5. Чеходариди Ф.Н., Чохатариди Л.Г. Лечение субклинического и катарального мастита у коров с применением 1%-го спиртового раствора хлорофиллипта на фоне короткой новокаиновой блокады // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 1. С. 87-89. – EDN XKWQJU.

References

1. Koba IS, Al-Rawashdeh O.O.A.M. Determination of the optimal ratio of antimicrobial substances in the drug being developed. In: Koshchaev AG. (eds.) *Institutional transformations of the agroindustrial complex of Russia in the context of global challenges : A collection of abstracts based on the materials of the III International Conference, 10-11 April 2019, Krasnodar*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. 2019. p. 58-60. (In Russ.).

2. Chekhodaridi FN, Tamaev TM, Mugnieva LA. Complex therapy of cows' postpartum endometritis. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2015;52(3): 105-109. (In Russ.). EDN: UHLDSZ.

3. Tamaev TM, Dzitsoeva ZL, Agaeva TI, Urtayeva AA. The effectiveness of complex treatment with the use of drugs to stimulate sexual hunting of cows and heifers in the conditions of RSO-Alania. In: *Innovative technologies of production and processing of agricultural products : Materials of the All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the Faculty of Technological Management, 14-16 November 2019, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2019. p. 377-378. (In Russ.).

4. Chekhodaridi FN. Biologically active preparations for the prevention of postpartum complications and increased fertilization of cows. In: *Materials of the All-Russian scientific and practical conference «Innovative technologies of production and processing of agricultural products» : Materials of the*

All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the departments «Feeding, breeding and genetics of farm animals» and «Private animal Science» of the Faculty of Technological Management, 30-31 March 2021, Vladikavkaz. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2021. p. 228-229. (In Russ.). EDN: NFBQOU.

5. Chekhodaridi FN, Chokhataridi LG. Treatment of subclinical and catarrhal mastitis in cows using 1% alcohol solution of chlorophyllipt amid short novocaine blockade. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(1): 87-89. (In Russ.). EDN: XKWQJU.

Информация об авторах

Ф. Н. Чеходариди – доктор ветеринарных наук, профессор;

З. Р. Цугкиева – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель;

Н. С. Персаева – кандидат ветеринарных наук, ассистент.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 07.06.2022; одобрена после рецензирования 15.11.2022; принята к публикации 22.11.2022.

Information about the authors

F. N. Chekhodaridi – D.Sc (Veterinary Science), Professor;

Z. R. Tsugkieva – PhD (Agriculture), Senior Lecturer;

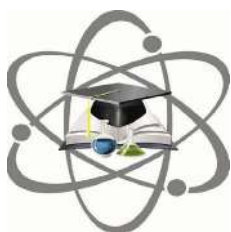
N. S. Persaeva – PhD (Veterinary Science), Assistant Professor.

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 to the editorial office 07.06.2022; approved after review 15.11.2022; accepted for publication 22.11.2022.





БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Научная статья

УДК 598.112

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_153

Морфологическая характеристика восточной колхидской веретеницы (*Anguis colchica orientalis* Anderson, 1872) (Reptilia, Squamata, Anguinae)

Артем Александрович Кидов¹, Андрей Алексеевич Иванов²,
Елена Александровна Кидова³, Сусана Константиновна Черчесова⁴✉,
Альбина Ирадионова Цховребова⁵

^{1,2,3}Российский государственный аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

^{4,5}Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова.
Владикавказ, Россия

¹kidov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

²andrew.01121899@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3654-5411>

³kidova_ea@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3933-0499>

⁴cherchesova@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-9867-629X>

⁵mamaapa77777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1917-824X>

Аннотация. Восточная колхидская веретеница (*Anguis colchica orientalis*) – эндемичный для гирканских лесов Южного Прикаспия подвид. Несмотря на хорошие молекулярно-генетические отличия от остальных веретениц Кавказа, остается неизвестным, как восточные веретеницы отличаются по морфологическим признакам. В работе приведены результаты сравнения колхидских веретениц с разных частей Кавказского экорегиона. Впервые приводятся особенности морфологии животных из Талыша и Эльбурса. Отмечается, что по морфометрическим показателям веретеницы из Южного Прикаспия (Талыш и Эльбурс) статистически значимо отличаются от всех остальных групп: самцы – по длине тела, морды, головы, пилеуса, ширине пилеуса, самки – по длине тела, морды, головы и ширине пилеуса, полувзрослые особи – по ширине пилеуса, сеголетки – по длине тела и хвоста. Для животных гирканского подвида характерны 24–30 чешуй вокруг середины тела, выраженное (48,5% изученных особей) или слабо выраженное (48,5% особей) слуховое отверстие, точечное соприкосновение предлобных щитков (54,5%) или их расхождение без контакта (30,3%).

Ключевые слова: Талышские горы, Эльбурс, Ленкоранская низменность, Южно-Каспийская низменность, Азербайджан, Иран, ящерицы, гирканская герпетофауна, морфологическая изменчивость

Для цитирования: Кидов А.А., Иванов А.А., Кидова Е.А., Черчесова С.К., Цховребова А. И. Морфологическая характеристика восточной колхидской веретеницы (*Anguis colchica orientalis* Anderson, 1872) (Reptilia, Squamata, Anguidae) // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 153-163. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_153.

Scientific paper

Morphological characteristics of the Eastern Colchis spindle (*Anguis colchica orientalis* Anderson, 1872) (Reptilia, Squamata, Anguidae)

Artem A. Kidov¹, Andrey A. Ivanov², Elena A. Kidova³,
Susana K. Cherchesova⁴✉, Albina I. Tskhovrebova⁵

^{1,2,3}Russian State Agrarian University – MTAА, Moscow, Russia

^{4,5}North Ossetian State University, Vladikavkaz, Russia

¹kidov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>

²andrew.01121899@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3654-5411>

³kidova_ea@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3933-0499>

⁴cherchesova@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-9867-629X>

⁵mamapapa77777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1917-824X>

Abstract. The Eastern Colchis spindle (*Anguis colchica orientalis*) is a subspecies endemic to the Hyrcanian forests of the Southern Caspian Sea. Despite good molecular genetic differences from other Caucasian spindles, it remains unknown how Eastern spindles differ in morphological characters. The paper presents the results of the comparison of Colchian spindles from different parts of the Caucasian ecoregion. The features of the morphology of animals from Talysh and Elburs are presented for the first time. It is noted that according to the morphometric parameters, spindles from the Southern Caspian Sea (Talysh and Elburs) are statistically significantly different from all other groups. Males differ in the length of the body, muzzle, head, pileus and its width. Females differ in the length of the body, muzzle, head and width of the pileus. Semi-adult individuals have differences in the width of the pileus and underyearlings differ in the length of the body and tail. Animals of the Hyrcanian subspecies are characterized by 24–30 scales around the middle of the body, expressed (48.5 % of the studied individuals) or weakly expressed (48.5 % of the individuals) auditory hole, point contact of the prefrontal scutes (54.5 %) or their divergence without contact (30.3 %).

Keywords: Talysh Mountains, Elburs, Lankaran lowland, South Caspian lowland, Azerbaijan, Iran, lizards, Hyrcanian herpetofauna, morphological variability

For citation: Kidov A.A., Ivanov A.A., Kidova E.A., Cherchesova S.K., Tskhovrebova A.I. Morphological characteristics of the Eastern Colchis spindle (*Anguis colchica orientalis* Anderson, 1872) (Reptilia, Squamata, Anguidae). *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 153-163. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_153.

Введение. Полидоминантные листопадные леса гирканского типа протянулись по прикаспийским склонам Талышского и Эльбурсского хребтов на юго-востоке Азербайджана и севере Ирана. Считается, что лесная, тропическая по происхождению, биота Южного Прикаспия изолирована от других мезофильных рефугиумов уже с рубежа олигоцена – миоцена, то есть 9 – 13 млн. лет [4, 11]. Очевидно, что вследствие этой причины гирканские леса характеризуются высоким уровнем эндемизма животного мира, в том числе – в герпетофауне [5, 9, 10].

Долгое время оставался дискуссионным таксономический статус веретениц *Anguis* cf. *fragilis*, населяющих Южный Прикаспий [10]. После относительно недавнего изучения структуры при помощи молекулярно-генетических методов [8] род *Anguis* был разделен на пять отдельных видов: *A. Cephalonica* Werner, 1894, *A. colchica*, *A. Fragilis* Linnaeus, 1758, *A. Graeca* Bedriaga, 1881 и *A. Veronensis* Pollini, 1818. Колхидская веретеница (*A. colchica*) является видом-двойником ломкой веретеницы (*A. fragilis*), от которой достоверно не отличается ни по общепринятым в систематике ангвид морфологическим признакам, ни по окраске, в связи с чем существование первой формы длительное время отвергалось [1].

Изучение филогенетических взаимоотношений между популяциями веретениц позволило установить, что *A. colchica* – это не только самостоятельный вид, но в его составе следует выделять 3 внутривидовые формы [8]: *A. c. colchica* обитает на территории Кавказа (за исключением Талыша и Эльбурса), *A. c. Incerta* Krupnicki, 1837 – в Восточной Европе (в том числе в России, за исключением Калининградской области), а *A. c. orientalis* – в Южном Прикаспии (юго-восточный Азербайджан и северо-западный Иран).

Восточная веретеница (*A. c. orientalis*) была описана из административного центра иранской провинции Гилян – города Решт [6], и характеризуется типичным гирканским характером распространения [5]. Особенности окраски и морфологии этого подвида до настоящего времени были приведены только в первоописании. Дж. Андерсон [6] описывал ящериц нового таксона следующим образом: «Коричневая или темно-коричневая полоса вдоль позвоночной линии чешуи и еще одна такого же оттенка вдоль четвертой линии спинных чешуй, затененные темно-коричневым, который исчезает по бокам. Общая окраска нижней стороны тела оливково-желтоватая. Чешуйки боковой и нижней поверхности имеют темно-коричневый оттенок с широким коричневато-желтоватым или зеленовато-желтоватым краем; и преобладание двух последних упомянутых цветов по бокам и под поверхностью определяет общие оттенки этих частей». В качестве главных отличий таксона «*orientalis*» от ломкой веретеницы Дж. Андерсон отмечал большее число щитков на голове и чешуй вокруг тела, однако приводимые в других работах данные показывают, что эти признаки широко перекрываются с *A. Fragilis sensulato*.

Очевидно, что в связи с этим валидность «*orientalis*» долгое время не признавалась [1-3]. Восстановление таксона на правах подвида в пределах *A. colchica* стало возможным только с помощью специальных молекулярно-генетических методов [8]. Мы предприняли специальные исследования, направленные на выявление морфологических особенностей веретениц, населяющих Гирканию, в сравнении с популяциями Кавказа.

Материал и методы исследования. Исследования осуществляли на зафиксированных в этаноле животных, собранных нами, а также хранящихся в фондах коллекций Зоологического института РАН (далее – ZISP) и Научно-исследовательского Зоологического музея МГУ имени М.В. Ломоносова (далее – ZMMU). Всех обследованных животных разделили на 4 группы по локалитетам (табл. 1).

Таблица 1. Объем исследованного материала по изучению изменчивости *Anguis colchica*
Table 1. The volume of the studied material on the variability of *Anguis colchica*

№	Название группы / Group name	Количество изученных животных, экз. / Number of animals studied, units.
1	Западная часть Кавказа (Черноморский бассейн) / Western part of the Caucasus (Black Sea basin)	124
2	Восточная часть Кавказа (Каспийский бассейн) / Eastern part of the Caucasus (Caspian basin)	30
3	Малый Кавказ / Lesser Caucasus	9
4	Гиркания (Талыш и Эльбурс) / Hyrkania (Talysh and Elburs)	33

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

В первой группе находились веретеницы из западной части Кавказа, относящейся к Черноморскому бассейну (Республика Карачаево-Черкессия, Кочубеевский район Ставропольского края, Краснодарский край, Республика Адыгея, Абхазия, западная Грузия, западная часть Южной Осетии), во второй группе – из восточной части Кавказа, относящейся к Каспийскому бассейну (Республика Дагестан, Республика Северная Осетия-Алания, Республика Кабардино-Балкария, окр. г. Пятигорск в Ставропольском крае, а также Закатальский район Азербайджана). Третью группу занимали животные, отловленные на Малом Кавказе (Армения и Гёйгёльский район Азербайджана). Четвёртая группа веретениц относилась к гирканским лесам южного Прикаспия (Ленкоранский и Астаринский районы Азербайджана, а также провинции Гилян, Мазендаран и Ардебиль в Иране) (табл. 2).

Таблица 2. Перечень исследованного материала по изучению морфологии восточной веретеницы *Anguis colchica orientalis*

Table 2. List of the studied material on the morphology of the eastern spindle *Anguis colchica orientalis*

№	Группа локалитетов / A group of localities	Количество особей, шт. / Number of individuals, pcs.					Место хранения, инвентарный номер / Storage location, inventory number
		взрослые самцы / adult males	взрослые самки / adult females	полувзрослые особи / semi-mature individuals	сеголетки / Yearlings	всего / total	
Азербайджан / Azerbaijan							
1	Ленкоранский район / Lenkoran district	3	–	3	1	7	ZMMU 1887, 3066, 3166, 4442 ZISP 13644, 22131
2	Астаринский район / Astrakhan district	9	8	1	2	20	ZMMU 3434, R–13079; ZISP 18431, 22130; наши сборы (our collection)
Иран / Iran							
3	пров. Мазендаран / prov. Mazendaran	1	1	–	–	2	ZMMU R–11888; наши сборы (our collection)
4	пров. Гилян / prov. Gilan	1	–	–	–	1	ZISP 15186
5	пров. Ардебиль / prov. Ardebil	2	–	–	1	3	ZISP 13525

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

При изучении морфометрических показателей у веретениц использовали стандартный перечень промеров [13]: SVL (длина тела) – от кончика морды до переднего края клоакальной щели, Lcd (длина хвоста) – от заднего края клоакальной щели до конца невосстановленного хвоста; Lm – от кончика морды до заднего края глаза; Lh – от переднего края морды до ушного отверстия; Lp – от переднего края головы до конца теменных щитков; Wp – наибольшая ширина пилеуса. Также рассчитывали отношение длины тела к хвосту (SVL / Lcd), к голове (SVL / Lh), к длине морды (SVL / Lm), к пилеусу (SVL / Lp), к ширине пилеуса (SVL / Wp).

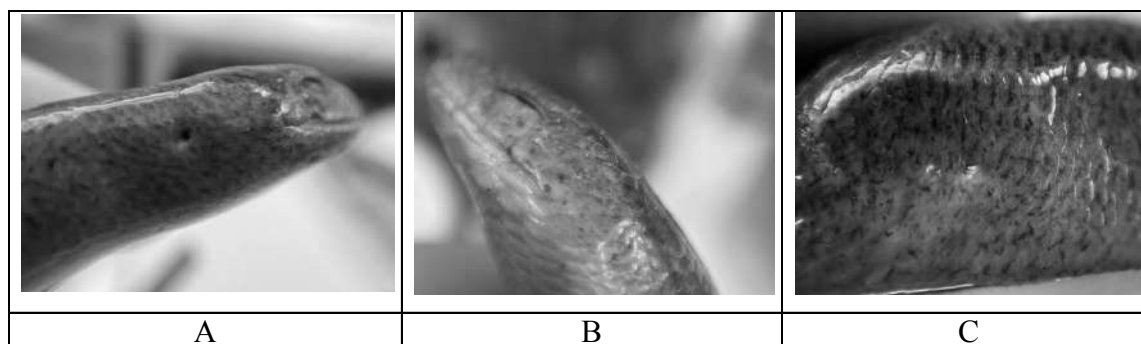


Рис. 1. Выраженность слухового отверстия у *Anguis colchica* на Кавказе: А – восточного типа (большое, заметно выраженное), В – западного (стандартного) типа (практически отсутствует), С – неопределенного типа (слабо выражено).

Fig. 1. The severity of the auditory orifice of *Anguis colchica* in the Caucasus: A – eastern type (large, markedly pronounced), B – western (standard) type (practically absent), C – indeterminate type (weakly expressed).

По степени выраженности слухового отверстия веретениц разделяли на 3 группы [12] (рис. 1), а по форме взаимодействия двух предлобовых щитков – еще на 3 группы [7] (рис. 2).

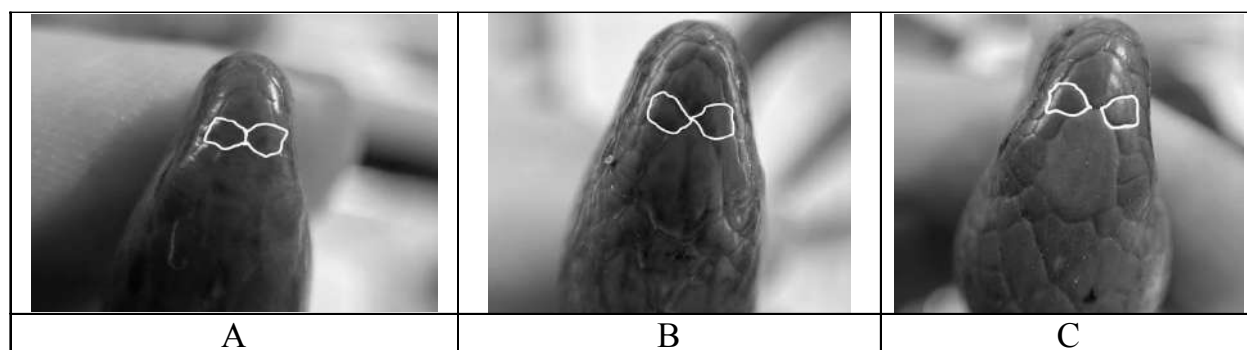


Рис. 2. Варианты взаимодействия двух предлобовых щитков у *Anguis colchica* на Кавказе: А – полноценный контакт предлобных чешуй, В – контакт предлобных чешуй в точке, С – расхождение предлобных чешуй

Fig. 2. Variants of interaction of two prefrontal shields of *Anguis colchica* in the Caucasus: A – full contact of prefrontal scales, B – contact of prefrontal scales at a point, C – divergence of prefrontal scales.

Результаты исследования и их обсуждение. При попарном сравнении морфометрических признаков веретениц из Гиркании с популяциями Большого Кавказа и Малого Кавказа вместе, самцы гирканского подвида статистически значимо отличались по всем абсолютным показателям, кроме длины хвоста (Lcd): SVL ($U_{эмн} = 116,5; p \leq 0,05$), Lm ($U_{эмн} = 98,5; p \leq 0,05$), Lh ($U_{эмн} = 154,5; p \leq 0,05$), Lp ($U_{эмн} = 188,0; p \leq 0,05$), Wp ($U_{эмн} = 129,0; p \leq 0,05$). Самки достоверно отличались по четырём морфометрическим показателям: SVL ($U_{эмн} = 81,0; p \leq 0,05$), Lm ($U_{эмн} = 28,5; p \leq 0,05$), Lh ($U_{эмн} = 75,0; p \leq 0,05$), Wp ($U_{эмн} = 68,5; p \leq 0,05$). Неполовозрелые особи отличались значимо только по ширине пилеуса Wp ($U_{эмн} = 8,00; p \leq 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3. Морфометрическая характеристика *Anguis colchica orientalis*
Table 3. Morphometric characteristics of *Anguis colchica orientalis*

Показатель / Indicator	M ± SD min – max			
	взрослые самцы / adult males (n=16)	взрослые самки / adult females (n=8)	полузрелые / half grown (n=5)	сеголетки / yearlings (n=4)
1	2	3	4	5
SVL	$148,18 \pm 21,231$ 117,40 – 202,80	$142,45 \pm 20,401$ 119,40 – 175,00	$109,34 \pm 10,001$ 99,38 – 125,73	$58,82 \pm 12,929$ 47,70 – 73,06
Lcd	$182,87 \pm 19,418$ 151,50 – 205,50	$174,08 \pm 36,602$ 144,80 – 225,40	–	$60,56 \pm 17,619$ 42,36 – 82,75
Lm	$6,18 \pm 1,695$ 3,60 – 8,85	$5,07 \pm 1,368$ 3,40 – 6,99	$5,06 \pm 1,049$ 3,20 – 5,72	$3,84 \pm 0,828$ 2,8 – 4,6
Lh	$13,74 \pm 1,917$ 11,18 – 17,69	$12,40 \pm 1,242$ 10,80 – 14,70	$10,03 \pm 0,589$ 9,40 – 10,83	$7,55 \pm 0,667$ 6,63 – 8,08
Lp	$12,22 \pm 1,412$ 9,84 – 15,33	$11,51 \pm 1,087$ 10,43 – 13,90	$9,00 \pm 0,513$ 8,35 – 9,69	$6,78 \pm 0,593$ 6,32 – 7,64
Wp	$5,47 \pm 1,220$ 3,60 – 7,93	$4,67 \pm 1,073$ 3,70 – 6,36	$4,02 \pm 0,571$ 3,20 – 4,68	$3,18 \pm 0,477$ 2,5 – 3,53
SVL / Lcd	$129,73 \pm 6,650$ 120,58 – 139,89	$119,54 \pm 8,978$ 108,80 – 128,80	–	$102,02 \pm 11,023$ 88,17 – 113,26

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
SVL / Lm	$9,30 \pm 0,780$ 2,70 - 5,56	$3,58 \pm 0,991$ 2,71 - 5,23	$4,67 \pm 1,127$ 2,89 - 5,76	$6,67 \pm 1,707$ 5,34 - 9,15
SVL / Lh	$9,30 \pm 0,780$ 8,06 - 10,74	$8,76 \pm 0,546$ 7,94 - 9,88	$9,20 \pm 0,639$ 8,49 - 9,87	$13,34 \pm 3,332$ 9,97 - 16,77
SVL / Lp	$8,28 \pm 0,480$ 7,56 - 9,63	$8,14 \pm 0,734$ 7,01 - 9,30	$8,26 \pm 0,558$ 7,71 - 8,93	$11,85 \pm 2,078$ 9,73 - 14,05
SVL / Wp	$3,69 \pm 0,669$ 2,45 - 5,09	$3,32 \pm 0,861$ 2,45 - 4,70	$3,72 \pm 0,781$ 2,89 - 4,71	$5,50 \pm 0,821$ 4,78 - 6,78

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

По относительным показателям (индексам) самцы *A. Colchica orientalis* отличаются достоверно от других групп только по SVL / Lp ($U_{\text{эмп}} = 93,0; p \leq 0,05$). Самки гирканского подвида имеют статистически значимые различия от других групп по индексам SVL / Lm ($U_{\text{эмп}} = 125,0; p \leq 0,05$) и SVL / Lp ($U_{\text{эмп}} = 85,0; p \leq 0,05$). Сеголетки достоверно отличаются по значению индекса SVL / Lp ($U_{\text{эмп}} = 85,0; p \leq 0,05$).

По числу чешуй вокруг середины тела колхидские веретеницы демонстрировали высокую вариабельность, причем значение этого показателя имело широкое перекрывание у животных из разных групп (табл. 4).

Таблица 4. Количество чешуй вокруг середины тела у *Anguis colchica* разных географических групп

Table 4. Number of scales around the middle of the body in *Anguis colchica* of different geographical groups

№ группы / № group	$M \pm SD (n)$ min – max				
	самцы / males	самки / females	полузрелые / half grown	сеголетки / yearlings	в целом для группы / in general for the group
1	$27,1 \pm 1,68 (28)$ 22 - 30	$27,1 \pm 1,60 (53)$ 24 - 30	$27,1 \pm 1,36 (21)$ 26 - 28	$26,8 \pm 1,23 (15)$ 24 - 28	$27,0 \pm 1,52 (117)$ 22 - 30
2	$27,6 \pm 0,81 (15)$ 26 - 28	$26,8 \pm 1,03 (12)$ 26 - 28	28 (2)	28 (4)	$27,5 \pm 0,87 (33)$ 26 - 28
3	28 (2)	$28,0 \pm 1,26 (6)$ 26 - 30		28 (1)	$28,0 \pm 1,00 (9)$ 26 - 30
4	$26,6 \pm 1,59 (16)$ 24 - 30	$26,3 \pm 0,71 (8)$ 26 - 28	$26,8 \pm 1,10 (5)$ 26 - 38	$27,0 \pm 1,15 (4)$ 26 - 28	$26,6 \pm 1,27 (33)$ 24 - 30

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Колхидские веретеницы из Талыша и Эльбурса, в отличие от остальных групп (табл. 5), имели в равной степени восточный и неопределённый (слабовыраженный) типы слухового отверстия (48,5 %).

Таблица 5. Тип слухового отверстия у *Anguis colchica* на Кавказе
Table 5. Type of auditory orifice in *Anguis colchica* in the Caucasus

Географическая группа / Geographical group	n	Встречаемость типа слухового отверстия, % / Occurrence of the type of auditory orifice, %		
		восточный / eastern	неопределенный / indefinite	стандартный / standard
Восточная часть Кавказа (Каспийский бассейн) / Eastern part of the Caucasus (Caspian basin)	33	28	68	4
Малый Кавказ / Lesser Caucasus	9	11,1	88,9	0
Гиркания (Талыш и Эльбурс) / Nyrkania (Talysh and Elburs)	33	48,5	48,5	3

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

Стандартный тип слухового отверстия встречался лишь у одной самки из Талыша. Половозрелые особи из данной группы в большей степени представляли восточный тип – 56,3 % самцов и 62,5 % самок из Талыша и 75 % самцов из Эльбурса. Большинство неполовозрелых особей из Талыша, напротив, имели неопределённый тип слухового отверстия (75 %). Также данный тип был характерен для всех сеголеток (табл. 6).

Таблица 6. Тип слухового отверстия у *Anguiscolchica orientalis*
Table 6. Type of auditory orifice in *Anguiscolchi caorientalis*

Географическая группа / Geographical group	Половозрастная группа / Gender and age group	n	Встречаемость типа слухового отверстия, % / Occurrence of the type of auditory orifice, %		
			восточный / eastern	неопределенный / indefinite	стандартный / standard
Талыш / Talysh	взрослые самцы / adult males	12	56,3	43,7	0
	взрослые самки / adult females	8	62,5	25	12,5
	полузрелые / half grown	4	25	75	0
	сеголетки / yearlings	4	0	100	0
Эльбурс / Elburs	взрослые самцы / adult males	4	75	25	0
	полузрелые / half - grown	1	100	0	0
Итого для подвида / Total for the subspecies		33	48,5	48,5	3

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

Анализируя встречаемость различных вариантов схождения предлобных щитков у колхидской веретеницы на Кавказе, можно отметить некоторое сходство по этому признаку между выборками из Западного Кавказа, Малого Кавказа и Гиркании: у них преобладают особи с вариантом В. При этом, у веретениц гирканского подвида самая большая на Кавказе доля особей с вариантом схождения щитков А. Особняком стоят животные из восточной части Кавказа, абсолютное большинство которых имеют вариант схождения С (табл. 7–8).

Таблица 7. Варианты схождения предлобных чешуй у *Anguis colchica* на Кавказе
Table 7. Variants of prefrontal scales' convergence in *Anguis colchica* in the Caucasus

Географическая группа / Geographical group	Встречаемость вариантов схождения предлобных чешуй, % / Occurrence of variants of prepositional scales' convergence, %		
	A	B	C
Западная часть Кавказа (Черноморский бассейн) / Western part of the Caucasus (Black Sea basin)	3,4	59	37,6
Восточная часть Кавказа (Каспийский бассейн) / Eastern part of the Caucasus (Caspian basin)	6,1	6,1	87,8
Малый Кавказ / Lesser Caucasus	11,1	66,7	22,2
Гиркания (Талыш и Эльбурс) / Nyrkania (Talysh and Elburs)	15,2	54,5	30,3

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

Таблица 8. Варианты схождения предлобных чешуй у *Anguis colchica orientalis*
Table 8. Variants of prefrontal scales' convergence in *Anguis colchica orientalis*

Географическая группа / Geographical group	Половозрастная группа / Gender and age group	n	Встречаемость вариантов схождения предлобных чешуй, % / Occurrence of variants of prepositional scales' convergence, %		
			A	B	C
Талыш / Talysh	взрослые самцы / adult males	12	25	50	25
	взрослые самки / adult females	8	12,5	62,5	25
	полувырослые / half grown	4	0	75	25
	сеголетки / fingerlings	4	25	25	50
Эльбурс / Elburs	взрослые самцы / adult males	4	0	50	50
	полувырослые / half - grown	1	0	100	0
Итого для подвида / Total for the subspecies		33	15,2	54,5	30,3

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

Также необходимо отметить, что самцы *A. Colchica orientalis* статистически значимо ($P \leq 0,05$) удалены от самцов других выборок на евклидовом пространстве, за исключением особей с Малого Кавказа (Армения) (рис. 3). Наибольшее значение квадратов расстояния Махаланобиса они имели с самцами из восточной (4,30) и западной (4,20) частей Кавказа.

Самки *Anguis colchica orientalis* статистически значимо ($p \leq 0,05$) удалены от самок других групп на евклидовом пространстве (рис. 4). Наибольшее значение квадратов расстояния Махаланобиса они имели при сравнении с самками с Малого Кавказа (13,63), наименьшее – с западной (10,07) и восточной (9,83) частей Кавказа.

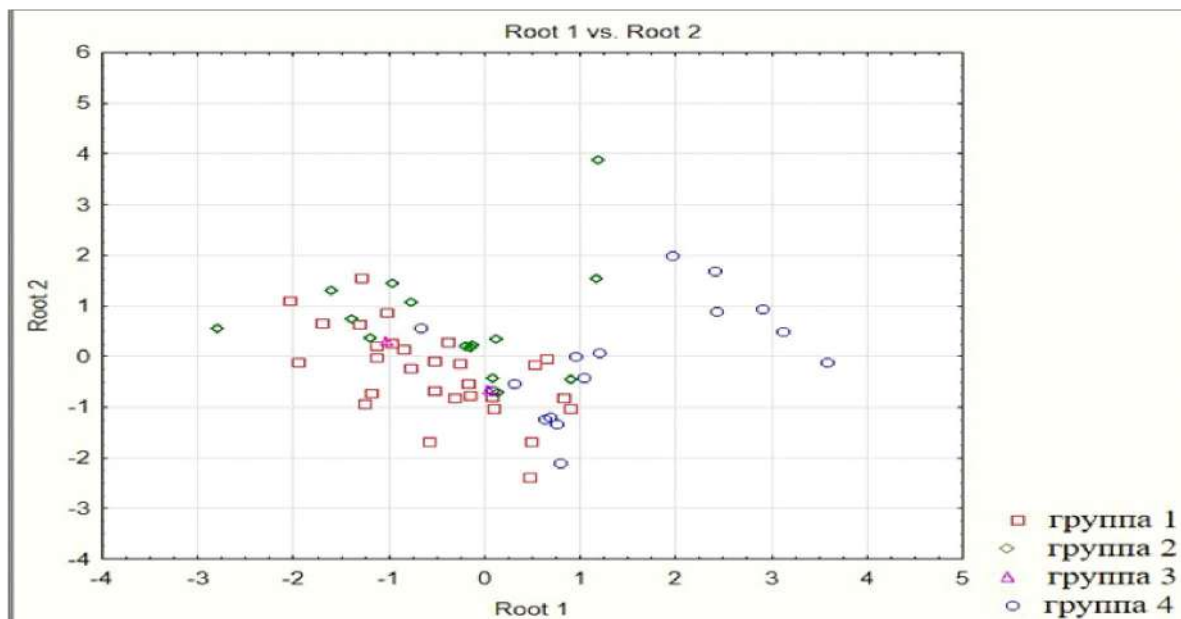


Рис. 3. Распределение самцов *Anguis colchica* разных географических групп на евклидовом пространстве по морфометрическим показателям: группа 1 – западная часть Кавказа (Черноморский бассейн); группа 2 – восточная часть Кавказа (Каспийский бассейн); 3 группа – Малый Кавказ; 4 группа – Гиркания (Талыш и Эльбурс).

Fig. 3. Distribution of *Anguiscolchica* males of different geographical groups in Euclidean space by morphometric indicators: group 1 – the western part of the Caucasus (Black Sea basin); group 2 – the eastern part of the Caucasus (Caspian basin); group 3 – the Lesser Caucasus; group 4 – Hyrkania (Talysh and Elburs).

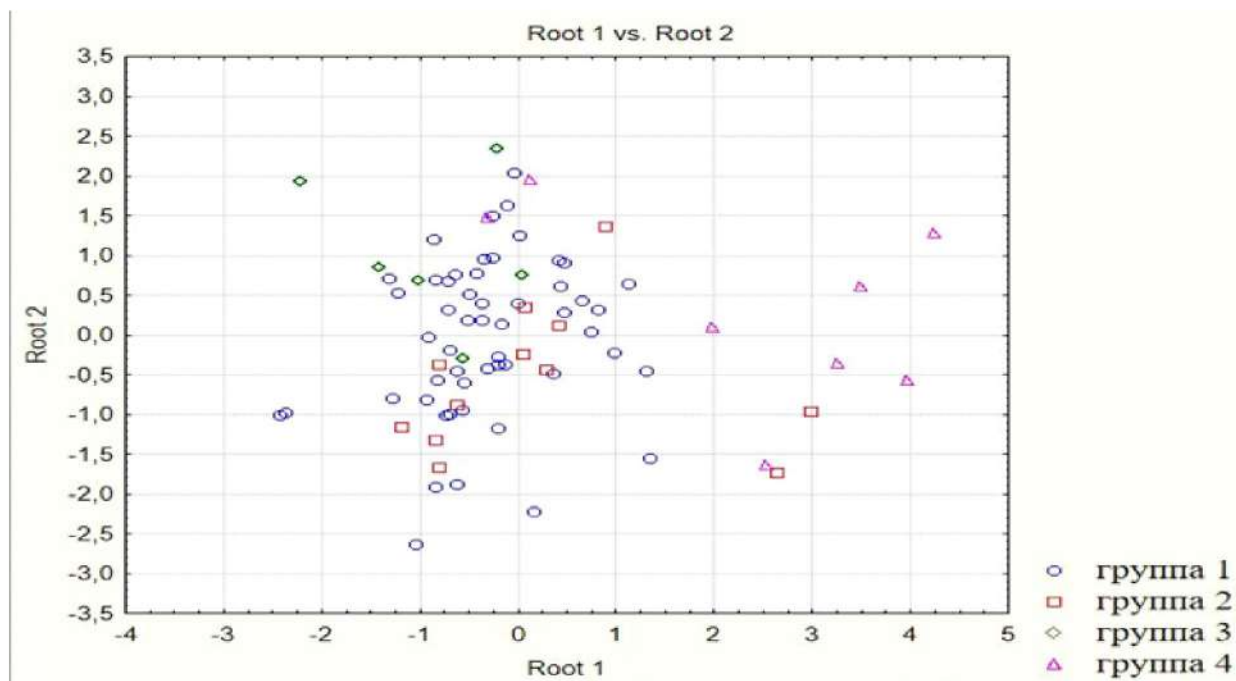


Рис. 4. Распределение самок *Anguis colchica* разных географических групп на евклидовом пространстве по морфометрическим показателям: группа 1 – западная часть Кавказа (Черноморский бассейн); группа 2 – восточная часть Кавказа (Каспийский бассейн); 3 группа – Малый Кавказ; 4 группа – Гиркания (Талыш и Эльбурс).

Fig. 4. Distribution of *Anguiscolchica* females of different geographical groups in Euclidean space by morphometric indicators: group 1 – the western part of the Caucasus (Black Sea basin); group 2 – the eastern part of the Caucasus (Caspian basin); group 3 – the Lesser Caucasus; Group 4 – Hyrkania (Talysh and Elburs).

Заключение

Таким образом, резюмируя полученные результаты, можно отметить, что по морфометрическим показателям веретеницы из Южного Прикаспия (Тальш и Эльбурс) статистически значимо отличаются от всех остальных групп: самцы – по длине тела, морды, головы, пилеуса, ширине пилеуса, самки – по длине тела, морды, головы и ширине пилеуса, полувзрослые особи – по ширине пилеуса, сеголетки – по длине тела и хвоста. Для животных гирканского подвида характерны 24–30 чешуй вокруг середины тела, выраженное (48,5% изученных особей) или слабо выраженное (48,5% особей) слуховое отверстие, точечное соприкосновение предлобных щитков (54,5%) или их расхождение без контакта (30,3%).

Список источников

1. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России / Н.Б. Ананьева [и др.]. М.: АБФ, 1998. 576 с.
2. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус) / Н.Б. Ананьева [и др.]. СПб.: Зоологический институт РАН, 2004. 232 с.
3. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. Учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / А. Г. Банников [и др.]. М.: Просвещение, 1977. 415 с.
4. Камелин Р.В. Материалы к анализу флоры Кавказа. 1. Оригинальность флоры Кавказа и положение Гиркании в схеме флористического районирования Земли // Ботанический журнал. 2017. Т. 102. № 4. С. 409–451.
5. Кидов А.А. Фауна, экология и охрана земноводных и пресмыкающихся Юго-Западного Прикаспия: автореф. ... докт. биол. наук: 03.02.14 –биологические ресурсы. М.: РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. 2022. 49 с.
6. Anderson J. On some Persian, Himalayan and other reptiles // Proceedings of the Zoological Society of London. 1872. Vol. 26. P. 371–404.
7. Dely O.Gy. Über die Unterarten der Blindschleiche *Anguis fragilis* L // Vertebrata Hungarica. 1974. Vol. 15. P. 11–37.
8. *Anguis fragilis* (Reptilia: Anguinae) as a species complex: Genetic structure reveals deep divergences slow worm / V. Gvoždík, D. Jandzik., P. Lymberakis, [et al.] // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2010. Vol. 55. № 2. P. 460–472.
9. Kidov A.A., Litvinchuk S.N. Distribution and conservation status of the Hyrcanian wood frog (*Rana pseudodalmatina*) in Azerbaijan // Russian Journal of Herpetology. 2021. Vol. 28. № 2. P. 97–107. DOI: 10.30906/1026-2296-2021-28-2-97-107.
10. Kidov A.A., Matushkina K.A., Litvinchuk S.N. Distribution and conservation status of the Eichwald's toad, *Bufo eichwaldi* in Azerbaijan // Russian Journal of Herpetology. 2020. Vol. 27. №1. P. 11–18. DOI: 10.30906/1026-2296-2020-27-1-11-18.
11. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae) / E. Recuero, D. Canestrelli, F. P. Caputo [et al.] // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2012. – Vol. 62. No 1. – P. 71–86. – DOI 10.1016/j.ympev.2011.09.008. – EDN PDGLVN.
12. Skórzewski G., Borczyk B., Najbar B. Zróżnicowanie morfologiczne padalcowatych Anguinae Gray, 1825 w Polsce: jeden czy dwa gatunki // XI Ogólnopolska Konferencja Herpetologiczna. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego. Kraków, 2012. – P. 117–120.
13. Sos T., Herczeg G. Sexual size dimorphism in eastern slow-worm (*Anguis fragilis colchica*, Reptilia: Anguinae) // Russian Journal Herpetology. 2010. Vol. 16. No 4. – P. 304–310.

References

1. Ananyeva NB, Borkin LYa, Darevsky IS, Orlov NL. *Amphibians and reptiles. Encyclopedia of Russian Nature*. Moscow: ABF; 1998. (In Russ.).
2. Ananyeva NB, Orlov NL, Khalikov RG, Darevsky IS, Ryabov SA, Barabanov AV. *Atlas of Reptiles of Northern Eurasia (taxonomic diversity, geographical distribution and conservation status)*. St. Petersburg: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences; 2004. (In Russ.).
3. Bannikov AG, Darevsky IS, Ishchenko VG, Rustamov AK, Shcherbak NN. *Determinant of amphibians and reptiles of the fauna of the USSR*. Moscow: Enlightenment; 1977. (In Russ.).
4. Kamelin RV. Materials for the analysis of the flora of the Caucasus. 1. The originality of the flora of the Caucasus and the position of Hyrcania in the scheme of floristic zoning of the Earth. *Botanical Journal*. 2017;102(4): 409-451. (In Russ.).

5. Kidov AA. Fauna, ecology and protection of amphibians and reptiles of the South-Western Caspian Sea [dissertation abstract]. Moscow: RGAU–MSHA named after K.A. Timiryazev; 2022. (In Russ.).
6. Anderson J. On some Persian, Himalayan and other reptiles. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 1872;(26): 371–404.
7. Dely O Gy. Über die Unterarten der Blindschleiche *Anguis fragilis* L. *Vertebrata Hungarica*. 1974; (15): 11–37.
8. Gvoždík V, Jandzik D, Lymberakis P, Jablonski D, Moravec J. *Anguis fragilis* (Reptilia: Anguinae) as a species complex: Genetic structure reveals deep divergences slow worm. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2010;55(2): 460–472.
9. Kidov AA, Litvinchuk SN. Distribution and conservation status of the Hyrcanian wood frog (*Rana pseudodalmatina*) in Azerbaijan. *Russian Journal of Herpetology*. 2021;28(2): 97–107. Available from: doi:10.30906/1026-2296-2021-28-2-97-107.
10. Kidov AA, Matushkina KA, Litvinchuk SN. Distribution and conservation status of the Eichwald's toad, *Bufo eichwaldi* in Azerbaijan. *Russian Journal of Herpetology*. 2020;27(1): 11–18. Available from: doi: 10.30906/1026-2296-2020-27-1-11-18.
11. Recuero E, Canestrelli D, Vörös J, Szabo K, Poyarkov NA, Arntzen JW, et al. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2012;62(1): 71–86. Available from: doi:10.1016/j.ympev.2011.09.008. – EDN PDGLVN.
12. Skórczewski G, Borczyk B, Najbar B. Zróznicowanie morfologiczne padalcowatych Anguinae Gray, 1825 w Polsce: jeden czy dwa gatunki? In: Zamachowski W. (eds.) *Biologia Piażów i Gadów – Ochrona Herpetofauny. XI Ogólnopolska Konferencja Herpetologiczna*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie; 2012. p. 117–120.
13. Sos T, Herczeg G. Sexual size dimorphism in eastern slow-worm (*Anguis fragilis colchica*, Reptilia: Anguinae). *Russian Journal Herpetology*. 2010;16(4): 304–310.

Информация об авторах

- А. А. Кидов** – кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева;
- А. А. Иванов** – ассистент кафедры зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева;
- Е. А. Кидова** – кандидат биологических наук, инженер кафедры зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева;
- С. К. Черчесова** – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой зоологии и биоэкологии СОГУ им. К.Л. Хетагурова;
- А. И. Цховребова** – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и биоэкологии СОГУ им. К.Л. Хетагурова.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 26.08.2022; одобрена после рецензирования 13.09.2022; принята к публикации 20.09.2022.

Information about the authors

- A. A. Kidov** – PhD (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Zoology, Russian State Agrarian University;
- A. A. Ivanov** – Assistant of the Department of Zoology, Russian State Agrarian University;
- E. A. Kidova** – PhD (Biology), Engineer of the Department of Zoology, Russian State Agrarian;
- S. K. Cherchesova** – D.Sc (Biology), Professor, Head of the Department of Zoology and Bioecology, North-Ossetian State University;
- A. I. Tskhovrebova** – PhD (Biology), Associate Professor, Department of Zoology and Bioecology, North-Ossetian State University.

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 to the editorial office on 26.08.2022; approved after review 13.09.2022; accepted for publication 20.09.2022.

Научная статья
УДК 574; 57.042
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_164

Геоинформационные системы как инструмент прогностического моделирования динамики ареалов редких и массовых видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях изменяющегося климата

Тамара Андыевна Автаева^{1,2}

¹Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия

²Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Грозный, Россия
avtaeva1971@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0505-2558>

Аннотация. В статье описаны методы и приемы построения прогностических ареалов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях изменяющегося климата с применением геоинформационных технологий. Показан алгоритм разработки и оценки моделей потенциального распределения видов, способы повышения их точности. Раскрыт потенциал геоинформационных систем в моделировании пространственного распределения как редких, так и массовых видов жуков жуужелиц. Установлено, что моделирование ареалов редких видов может способствовать прогнозированию их пространственного распространения в условиях изменяющегося климата, а также пониманию тенденций изменения границ и площадей ареала в связи с изменениями факторов среды. На основе данных прогнозов возможно принятие решений по изменению границ ООПТ или созданию новых в целях сохранения биоразнообразия. Моделирование ареалов массовых видов, в том числе вредителей, поможет понять тенденцию их распространения как в настоящее время, так и в будущем, а также выработке рекомендаций по борьбе с ними.

Ключевые слова: *Carabidae, среда Махент, геоинформационные системы, моделирование, прогностический ареал, биоклиматические параметры, пространственное распространение*

Для цитирования: Автаева Т.А. Геоинформационные системы как инструмент прогностического моделирования динамики ареалов редких и массовых видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях изменяющегося климата // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. №4. С. 164-172. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_164.

Scientific paper

Geoinformational systems as a tool for predictive modeling of the dynamics of rare and common species' ranges of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a changing climate

Tamara A. Avtaeva^{1,2}

¹Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia

²Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, Russia
avtaeva1971@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0505-2558>

Abstract. The article describes methods and techniques for constructing predictive ranges of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a changing climate using geoinformational technologies. An algorithm for developing and evaluating models of the potential distribution of species is shown, as well as ways of improving their accuracy. The potential of geoinformational systems in modeling the spatial distribution of both rare and mass species of ground beetles is revealed. It has been established that modeling the ranges of rare species can help to predict their spatial distribution in a changing climate as well as to understand the trends in changes in the boundaries and areas of the range due to changes in environmental factors. Based on these forecasts it is possible to make decisions on changing the boundaries of protected areas or creating new ones

in order to preserve biodiversity. Modeling the ranges of common species including pests will help to understand the trend of their distribution both now and in the future and to develop recommendations for their control.

Keywords: *Carabidae, Maxent environment, geoinformational systems, modeling, predictive area, bioclimatic parameters, spatial distribution*

For citation: Avtaeva T.A. Geoinformational systems as a tool for predictive modeling of the dynamics of rare and common species' ranges of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a changing climate. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 164-172. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_164.

Введение. Продолжается поиск наиболее эффективных механизмов и подходов, направленных на сохранение естественного биологического разнообразия. В современном мире изменение климата признано очевидным и формирующимся глобальным явлением, которое оказывает прямое влияние на выживание, распространение, развитие и численность организмов. Прогнозируется, что его воздействие будет усиливаться по мере ускорения масштабов изменений в окружающей среде. Изменение климата приводит к утрате биоразнообразия и изменению экосистем в результате истощения естественных мест обитания видов. Для ослабления этого воздействия мы можем использовать методы моделирования пригодности среды обитания и распределения видов, которые получили признание, так как позволяют оценить возможное географическое распространение видов в сценариях изменения климата. Для этого активно применяются компьютерные ГИС-технологии. В качестве модельной группы в исследовании мы выбрали семейство жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). Целью данной работы является обобщение опыта применения автором ГИС-технологий в моделировании ареалов как редких, так и массовых видов жуужелиц.

Обзор литературы. В современных исследованиях пространственного распространения видов животных и растительных организмов стал популярным метод максимальной энтропии (Maxent) [10]. Возможность точного предсказания географического распределения вида по территории является важным условием успешного его сохранения [2, 3]. Так, китайские исследователи Nan Lyu и Yue-Hua Sun, изучая влияние изменения климата на пространственное распространение китайского тетерева *Tetrastes sewerzowi*, обитающего в небольших горных районах на юго-восточной окраине Цинхай-Тибетского плато, сделали вывод о том, чтобы справиться с продолжающимся изменением климата, следует либо расширить охраняемую территорию существующих заповедников, либо создать новые заповедники, чтобы приспособиться к изменениям ареалов [8].

Yericho Berhanu Meshesha et al. с использованием модели MaxEnt спрогнозировали нынешние и будущие подходящие места обитания для эндемичных и находящихся под угрозой исчезновения эфиопских волков [9]. Результат показал, что подходящая среда обитания эфиопских волков сильно пострадает от изменения климата. В настоящее время около 9,4 % всей суши Эфиопии пригодна для волков. Однако в ближайшие пару десятилетий он будет утерян при всех сценариях глобального изменения климата. Следовательно, есть все основания полагать, что эфиопский волк может исчезнуть как вид, если вовремя не будут приняты корректирующие меры. Поэтому целесообразно повышать адаптивную способность видов, а также сохранять генетические ресурсы и разводить их в неволе.

Аманда Фукс, Кристофер С. Гилберт и Джейсон М. Камилар для оценки влияния абиотических переменных на распределение и разнообразие бабуинов использовали метод моделирования экологической ниши. Модели генерировали в программе MaxEnt путем сопоставления данных о местонахождении шести видов Papio и климатической информации от WorldClim. По данным авторов, климатические переменные в различной степени влияют на распределение видов бабуинов [7].

E. Westinga, M. Carafa, A. Antonucci, G. Ciaschetti применяя программу Maxent, изучали ареал апеннинского бурого медведя на территории национального парка Майелла. Модели распределения нескольких видов (SDM) были созданы с разрешением 800 м для прогнозирования круглогодичных и сезонных ареалов медведей. Иерархический, пошаговый подход максимальной оценки SDM был применен к климатическим, ландшафтным, растительным и антропогенным предикторам ареалов медведей. Данные подходы позволяют использовать фрагментарные данные о конкретных местонахождениях, экстраполируя их на значительные и еще неизученные территории, что позволяет выявить аналогичные по биоклиматическим показателям потенциальные местообитания вида. Одним из перспективных направлений моделирования является прогнозное моделирование, связанное с изменениями ареалов модельных видов в условиях изменяющегося климата [11].

Метод максимальной энтропии применяется при изучении пространственного распространения редких и сокращающихся в численности видов [6], моделировании их экологических ниш, построения прогнозных моделей ареалов в изменяющихся условиях [7].

По мнению А. А. Лисовского «несмотря на частоту применения метода максимальной энтропии, многие исследователи недооценивают влияние исходных параметров и естественного смещения выборки данных о локализации видов на результаты анализа. В то же время выбор типа функций предикторов и параметра сложности существенно влияет на пространственную «компактность» или «сглаженность» модели. Неслучайное распределение точек регистрации организмов в географическом пространстве требует обязательного введения поправок» [1].

Материалы и методы. Для биоклиматического моделирования ареала редких и массовых видов используются данные глобальной базы климатических данных WorldClim (www.worldclim.org): 19 и более биоклиматических переменных. Точки присутствия вида получают из полевых исследований, литературных источников, баз данных. Прогнозирование потенциального ареала проводится с помощью программы MAXENT 3.4.4 (Phillips, S. J., Dudík, M., & Schapire, R. E., 2017: Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.4), http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent). Для работы со слоями использовали программу QGIS 3.16.1 (Quantum GIS, 2020).

Во всех случаях моделирования использовали климатическую модель CCSM 4 (Community Climate System Model). Принимали во внимание 4 сценария изменения климата: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5.

Результаты. Разработка и оценка моделей потенциального распределения видов. Для анализа небольших по площади территорий использовали растры биоклиматических параметров с 30-секундным пространственным разрешением (это примерно 1 км), также для анализа можно использовать дополнительные факторы, например, рельеф местности. При анализе больших территорий можно использовать биоклиматические переменные с пространственным разрешением 2,5 мин.

Для анализа использовали климатическую модель CCSM 4 (Community Climate System Model) по четырем прогнозным сценариям RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5, получивших название «representative concentrations pathways» (www.global-climate-change.ru).

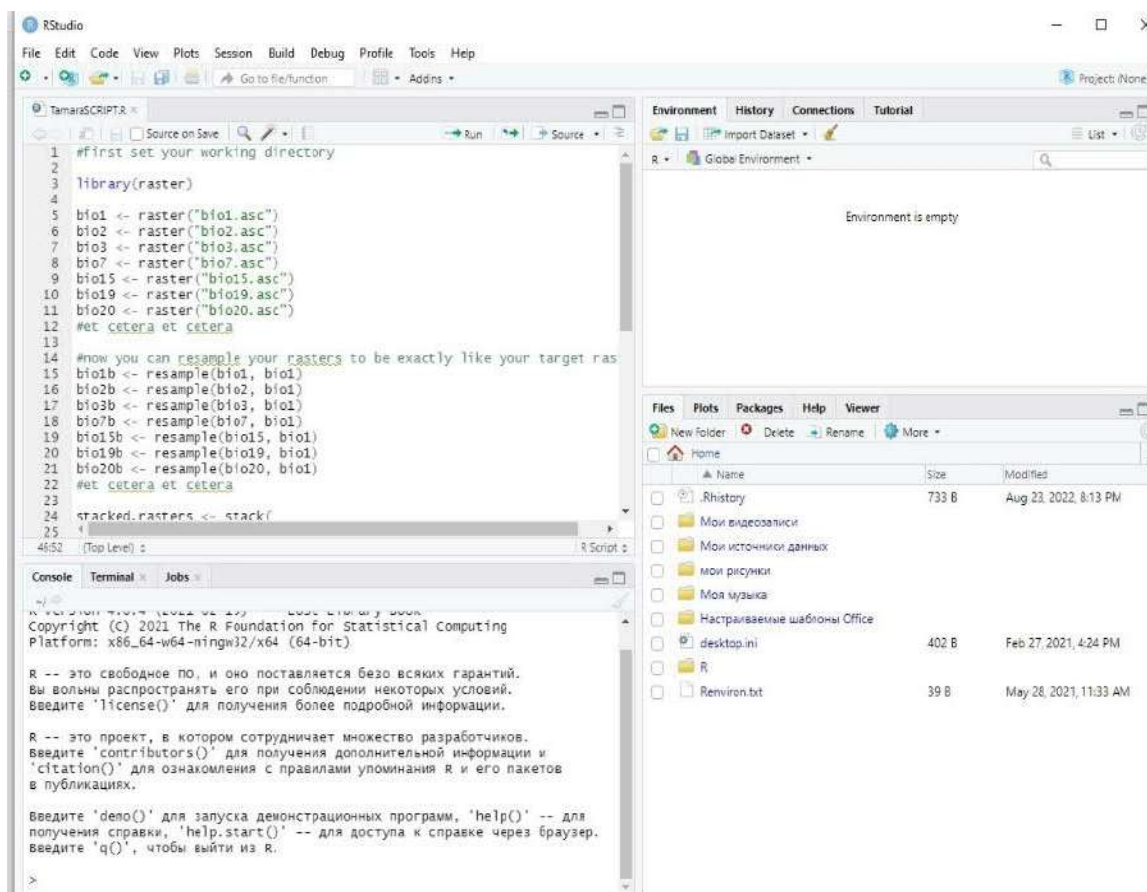


Рис. 1. Package «Raster» в R
Fig. 1. Package «Raster» in R

При моделировании ареалов массовых видов, которые имеют многочисленные точки присутствия, возникает проблема неравномерного их распределения и смещения ареала в сторону наиболее плотного и многочисленного скопления точек (рис. 4).

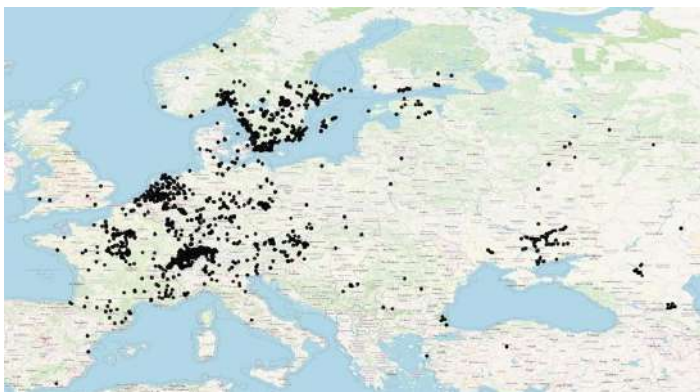


Рис. 4. Неравномерное распределение точек присутствия вида [12]
Fig. 4. Uneven distribution of the points of species' presence [12]

Во избежание смещения ареала в сторону наиболее изученных территорий (с большим количеством точек присутствия вида) и для получения более точной модели, производили несколько манипуляций:

– для прореживания и более равномерного распределения точек присутствия вида использовали R script “thin points 4-1-18. R” пакет spThin (Functions for Spatial Thinning of Species Occurrence Records for Use in Ecological Models);

– во избежание смещения ареала в сторону наиболее изученных территорий использовали ENMEval package in R, получили файл-смещения (bias-file), который использовали при моделировании в Maxent.

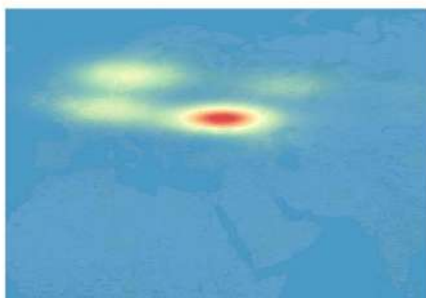


Рис. 5. Файл-смещения (bias-file) [13]
Fig. 5. Bias-file [13]

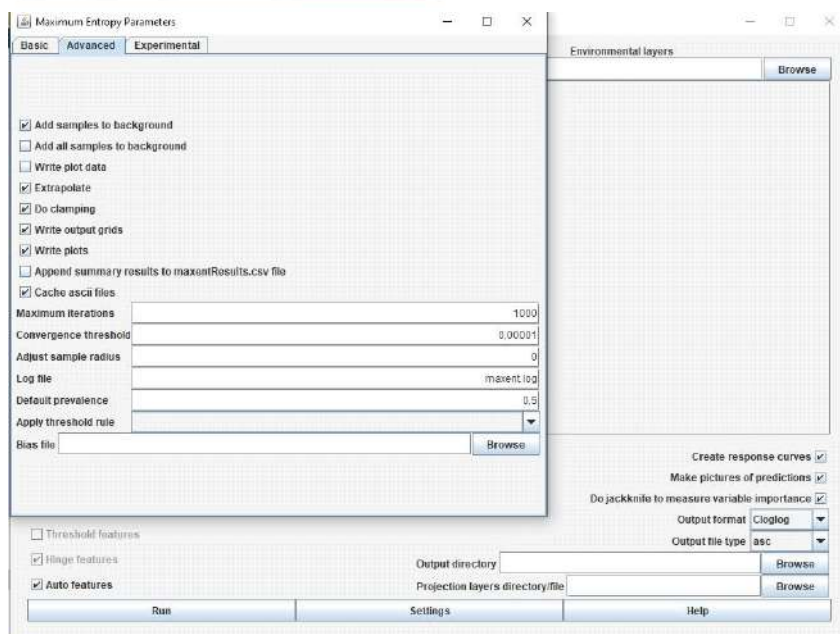


Рис. 6. Настройки Maxent / Fig. 6. Maxent settings

В соответствии с рис.6, файл смещения (bias file) подгружается в программу Maxent, что препятствует смещению.

Важным показателем является число итераций (maximum iterations): для простых моделей может быть равен 500, для сложных моделей число итераций обычно повышают. Мы устанавливали число итераций 1000.

Для верификации построенных моделей использовалась площадь (AUC) под ROC-кривой (ROC – receiver operating characteristic – кривая ошибок, AUC – area under the curve – площадь под кривой ошибок). Оценка параметров точности модели производилась на формируемых случайным образом тестовых выборках. Для возможности оценить полученную модель указали 25 (Random test percentage), т.е. из всего массива точек присутствия программа случайным образом отберет 25 % для последующего тестирования полученной модели. Таким образом, 75% данных будут использоваться для создания модели в качестве обучающей выборки, а 25 % - как тестирующая выборка. Для оценки прогностических возможностей модели применяется порог (threshold) бинаризации предсказания: условия считаются пригодными для существования вида, если предсказание выше некоторого порогового значения, и непригодными, если ниже. При моделировании использовался порог 10 перцентилей для исключения из анализа особей, обитающих в нетипичных местообитаниях. Это означает, что 90 % точек присутствия, включенных в анализ, попадают в «потенциальный ареал», а оставшиеся 10 % непопадающих в эту область расцениваются как обитающие в атипичных условиях и не учитываются при построении климатической ниши.

AUC измеряет способность модели различать места, где вид присутствует, и места, где он отсутствует, и изменяется от 0 до 1: 0.9–1 – «отлично», 0.8–0.9 – «хорошо», 0.7–0.8 – «удовлетворительно», 0.6–0.7 – «плохо», < 0.6 – «очень плохо».

Методом максимальной энтропии выполняется многомерный анализ климатической ниши, выделяются факторы, оказывающие наибольшее влияние на современное распространение изучаемых видов. В результате анализа получаем результирующий файл в формате ACS, при визуализации которого в программе QGIS получаем в цветовом диапазоне, согласно которому наиболее благоприятные зоны обитания (индекс комфортности) отображается красным, по мере снижения пригодности цвета меняются от оранжевого к зеленому (рис. 7).

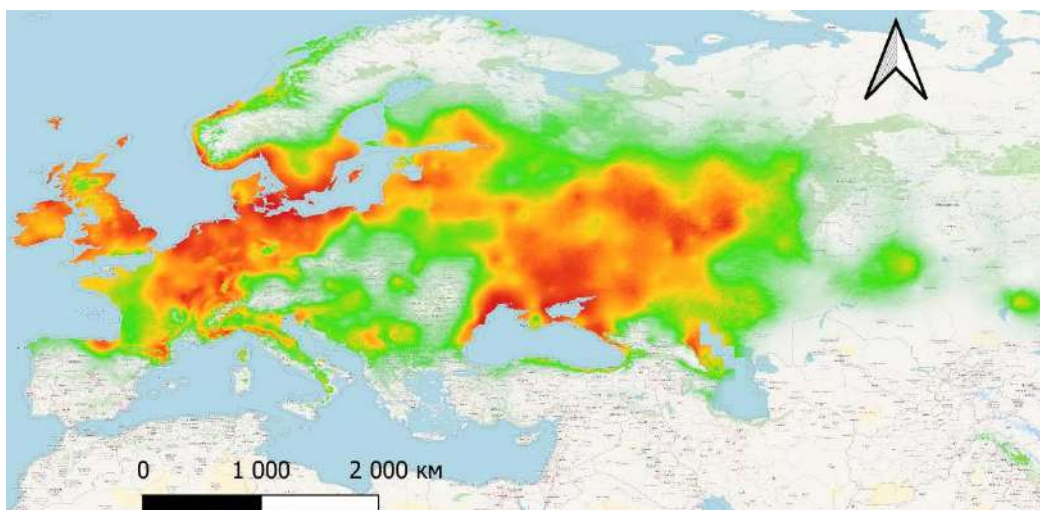


Рис. 7. Визуализация ареала вида в программе QGIS [13].

Fig. 7. Visualization of species range in QGIS program [13].

В программе QGIS, используя калькулятор полей, можно рассчитать площади современного и прогнозируемых ареалов.

Создавая полигональные слои можно получить изображение ареалов по разным сценариям, накладывая их друг на друга, в результате получаем возможность визуализировать изменения ареала в условиях изменяющегося климата (рис. 8).

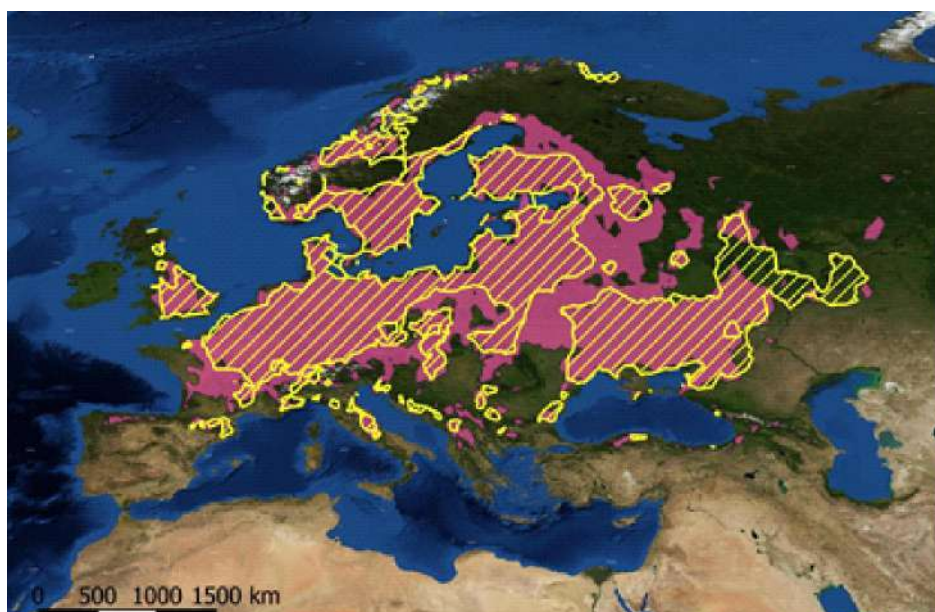


Рис. 8. Изменение площади ареала вида по климатическому сценарию в разные годы [14].
 Fig. 8. Changes in the area of the species range according to the climatic scenario in different years [14].

Обсуждение. Метод моделирования пространственного распространения видов требует тщательной подготовки на разных этапах моделирования. Количество точек встречаемости вида и их равномерное распределение влияет на оптимальность модели. В связи с чем необходимы дополнительные действия по проверке на наличие дубликатов и удаление скоплений точек.

Следующим шагом является выбор факторов в зависимости от изучаемого объекта, а также исключение из анализа коррелирующих факторов.

Используя ГИС-технологии можно визуализировать полученную модель, получить данные по площади ареалов, сравнить ареалы, полученные по разным сценариям.

Выводы

Моделирование ареалов редких видов может способствовать прогнозированию их пространственного распространения в условиях изменяющегося климата, а также пониманию тенденций изменения границ и площадей ареала в связи с изменениями факторов среды. На основе данных прогнозов возможно принятие решений по изменению границ ООПТ или созданию новых в целях сохранения биоразнообразия. Моделирование ареалов массовых видов, в том числе вредителей, поможет понять тенденцию их распространения как в настоящее время, так и в будущем, а также выработке рекомендаций по борьбе с ними.

Таким образом, для получения оптимальных моделей ареалов видов необходимо оценивать влияние исходных параметров, используемых в анализе.

Список источников

1. Лисовский А.А., Дудов С.В. Преимущества и ограничения методов экологического моделирования ареалов. 2. *MaxEnt* // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81. № 2. С. 135-146. – DOI 10.31857/S0044459620020049.
2. Огурцов С.С. Моделирование пригодности местообитаний и распределения бурого медведя (*Ursus arctos*) в подзоне южной тайги с помощью метода максимальной энтропии // *Nature Conservation Research*. Заповедная наука. 2019. Т. 4(4). С. 34–64. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2019.061>
3. Alexandre H. Hirzel, Gwenaëlle Le Lay. Habitat suitability modelling and niche theory // *Journal of Applied Ecology*. 2008. Vol. 45. Issue 5. P. 1372–1381. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2008.01524.x.
4. Bednarska AJ, Świątek ZM, Paciorek K, Kubińska N. Effect of cadmium bioavailability in food on its compartmentalisation in carabids // *Ecotoxicology*. 2017. Vol. 26. № 9. P. 1259–1270. DOI: 10.1007/s10646-017-1851-y.
5. Чурюлина А.Г., Бочарников М.В. Моделирование потенциального ареала реликтового вида (*Saragana jubata* (Pall.) Poir.) на основе климатических данных // *Ученые записки Российского госу-*

дарственного гидрометеорологического университета. 2019. № 54. С. 100-108. DOI 10.33933/2074-2762-2019-54-100-108.

6. Clements G.R., Rayan D.M., Aziz S.A., Kawanishi K., Traeholt C., Magintatn D., Yazi M.F.A., Tingley R. Predicting the distribution of the Asian Tapir (*Tapirus indicus*) in Peninsular Malaysia using maximum entropy modelling // *Integrative Zoology*. 2012. Vol. 7. № 4. P. 400–406. DOI: 10.1111/j.1749-4877.2012.00314.x.

7. Fuchs Amanda, Gilbert Christopher, Kamilar Jason. Ecological niche modeling of the genus *Papio* // *American Journal of Physical Anthropology*. 2017. Vol. 166. № 4. P. 812-823. DOI: 10.1002/ajpa.23470.

8. Nan Lyu, Yue-Hua Sun. Predicting threat of climate change to the Chinese grouse on the Qinghai–Tibet plateau // *Wildlife Biology*. 2014. Vol. 20. № 2. P. 73–82. doi:10.2981/wlb.13024.

9. Yericho Berhanu, Nega Tassie, Dejene W. Sintayehu. Predicting the current and future suitable habitats for endemic and endangered Ethiopian wolf using MaxEnt model // *Heliyon*. 2022. Vol. 8. Issue 8. e10223. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e10223.

10. Phillips S.J., Dudik M. Modeling of Species Distributions with MaxEnt: New Extensions and a Comprehensive Evaluation // *Ecography*. 2008. Vol. 31. P. 161-175. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>.

11. Gils H. A. M. J., Westinga E., Carafa M., Antonucci A., Ciaschetti G. Where the bears roam in Majella National Park, Italy // *Journal for nature conservation*. 2014. Vol. 22. № 1. P. 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2013.08.001>.

12. Brygadyrenko V, Avtaeva T, Matsyura A. Effect of global climate change on the distribution of *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera, Carabidae) in Europe // *Acta Biologica Sibirica*. 2021. Vol. 7. P. 237–260. <https://doi.org/10.3897/abs.7.e72409>.

13. Avtaeva T.A., Sukhodolskaya R.A., Brygadyrenko V.V. Modeling the bioclimatic range of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change // *Biosystems Diversity*. 2021. Vol. 29. № 2. P. 140–150. doi:10.15421/012119.

14. Avtaeva T.A., Sukhodolskaya R.A., Skripchinsky A.V., Brygadyrenko V.V. Range of *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change // *Biosystems Diversity*. 2019. Vol. 27. № 1. P. 76–84. doi:10.15421/011912.

References

1. Lisovskii AA, Dudov SV. Advantages and limitations of application of the species distribution modeling methods. 2. MaxEnt. *Journal of General biology*. 2020;81(2): 135-146. (In Russ.). Available from: doi: 10.31857/S0044459620020049.

2. Ogurtsov SS. Brown bear (*Ursus arctos*) habitat suitability and distribution modeling in the southern taiga subzone using the method of maximum entropy. *Nature Conservation Research*. 2019;4(4): 34–64. (In Russ.). Available from: <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2019.061>.

3. Alexandre H. Hirzel, Gwenaëlle Le Lay. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology*. 2008;45(5): 1372–1381. Available from: doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01524.x.

4. Bednarska AJ, Świątek ZM, Paciorek K, Kubińska N. Effect of cadmium bioavailability in food on its compartmentalisation in carabids. *Ecotoxicology*. 2017;26(9): 1259–1270. Available from: doi:10.1007/s10646-017-1851-y.

5. Churiulina AG, Bocharnikov MV. Modeling of the potential distribution of the relict plant species (*Caragana jubata* (Pall.) Poir.) based on climate data. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2019;(54): 100-108. (In Russ.). Available from: doi:10.33933/2074-2762-2019-54-100-108.

6. Clements GR, Rayan DM, Aziz SA, Kawanishi K, Traeholt C, Magintatn D, et al. Predicting the distribution of the Asian Tapir (*Tapirus indicus*) in Peninsular Malaysia using maximum entropy modeling. *Integrative Zoology*. 2012;7(4): 400–406. Available from: doi:10.1111/j.1749-4877.2012.00314.x.

7. Fuchs A, Gilbert Ch, Kamilar J. Ecological niche modeling of the genus *Papio*. *American Journal of Physical Anthropology*. 2017;166(4): 812-823. Available from: doi:10.1002/ajpa.23470.

8. Nan Lyu, Yue-Hua Sun. Predicting threat of climate change to the Chinese grouse on the Qinghai–Tibet plateau. *Wildlife Biology*. 2014;20(2): 73–82. Available from: doi:10.2981/wlb.13024.

9. Yericho Berhanu, Nega Tassie, Dejene W. Sintayehu. Predicting the current and future suitable habitats for endemic and endangered Ethiopian wolf using MaxEnt model. *Heliyon*. 2022;8(8): e10223. Available from: doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10223.

10. Phillips SJ, Dudik M. Modeling of Species Distributions with MaxEnt: New Extensions and a Comprehensive Evaluation. *Ecography*. 2008;(31): 161-175. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>.

11. Gils H.A.M.J., Westinga E, Carafa M, Antonucci A, Ciaschetti G. Where the bears roam in Majella National Park, Italy. *Journal for nature conservation*. 2014; 22(1): 23-34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2013.08.001>.

12. Brygadyrenko V, Avtaeva T, Matsyura A. Effect of global climate change on the distribution of *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera, Carabidae) in Europe. *Acta Biologica Sibirica*. 2021;(7): 237–260. Available from: <https://doi.org/10.3897/abs.7.e72409>.

13. Avtaeva TA, Sukhodolskaya RA, Brygadyrenko VV. Modeling the bioclimatic range of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change. *Biosystems Diversity*. 2021;29(2): 140–150. Available from: doi:10.15421/012119.

14. Avtaeva TA, Sukhodolskaya RA, Skripchinsky AV, Brygadyrenko VV. Range of *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change. *Biosystems Diversity*. 2019;27(1): 76–84. Available from: doi:10.15421/011912.

Информация об авторе

Т. А. Автаева – кандидат биологических наук, доцент.

Статья поступила в редакцию 07.09.2022; одобрена после рецензирования 13.09.2022; принята к публикации 20.09.2022.

Information about the author

T. A. Avtaeva - PhD (Biology), Associate Professor.

The article was submitted to the editorial office on 07.09.2022; approved after review 13.09.2022; accepted for publication 20.09.2022.

Научная статья

УДК 582.794.2:575.17/.2 (571.1)

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_173

Изучение декоративного потенциала популяций *Clarkia Pursh.* в условиях лесостепи Западной Сибири

Елена Викторовна Королева

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

coroleva-nsk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3527-877X>

Аннотация. Региональный ассортимент однолетних цветочных культур весьма ограничен из-за отсутствия высококачественного сортового материала, невыровненного по основным декоративным признакам (окраске и форме цветка, габитусу куста), представленного в основном зарубежной селекцией и неприспособленного к природно-климатическим условиям лесостепи Западной Сибири. В 2020 г. на базе Новосибирского ГАУ была сформирована биоресурсная коллекция красивоцветущих растений из рода *Clarkia Pursh.* (*Onagraceae* Juss.) - эндемиков Калифорнии. При формировании коллекции учитывали ботаническую принадлежность, окраску цветка, ярко выраженную флоральную пигментацию, форму и степень махровости венчика. Коллекция включает три секции: *Rhodanthos*, *Godetia* и *Phaeostoma*, всего 14 сортопопуляций. Фенотипирование потомства и оценку качественных и количественных декоративных признаков проводили по методике Международного союза по охране новых сортов растений. По высоте растений популяции ранжированы на 4 группы: низкие (25–45 см) и среднерослые (46–70 см) – *Rhodanthos* и *Godetia*; высокие (71–95 см) и исполинские (96–120 см и более) – *Phaeostoma*. По диаметру цветка выделили 3 группы: 1) мелкоцветковые (1,0–3,9 см) – представители *Godetia* и *Phaeostoma*, 2) средние (4,0–6,4 см) и крупноцветковые (6,5–8,0 см и более) – *Rhodanthos*. По количеству цветущих побегов выделены 3 группы: минимально обильноцветущие (8–15), обильноцветущие (16–25) популяции *Rhodanthos* и *Godetia* и максимально обильноцветущие (26 и более) популяции *Phaeostoma*. Разработана методика оценки на отличимость, однородность и стабильность декоративных и хозяйственно-биологических качеств и свойств. Для озеленения Новосибирска рекомендованы три вида (*C. amoena*, *C. purpurea*, *C. unguiculata*) и подвид (*C. amoena* subsp. *lindleyi*). Сортообразцы Малиновая чаша и Лиловая фея в 2021 г. зарегистрированы в Госсортокомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Создан банк исходного семенного материала. Определена стратегия селекции.

Ключевые слова: *Onagraceae*, *Clarkia*, *Godetia*, *Rhodanthos*, *Phaeostoma*, биоресурсная коллекция, декоративные качества, популяция, сохранение *ex-situ*, селекция, фенотипирование

Для цитирования: Королева Е.В. Изучение декоративного потенциала популяций *Clarkia Pursh.* в условиях лесостепи Западной Сибири // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 173-183. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_173.

Scientific paper

Study of the decorative potential capacities of *Clarkia Pursh.* populations in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia

Elena V. Koroleva

Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russia

coroleva-nsk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3527-877X>

Abstract. The regional assortment of annual flower crops is very limited due to the lack of high-quality varietal material which is aligned with the main decorative features (flower color and shape, bush habit). It is represented mainly by foreign selection and is unadapt to the natural and climatic conditions of the forest-steppe of Western Siberia. In 2020 a bioresource collection of flowering plants from the genus *Clarkia* Purh. (Onagraceae Juss.) endemic to California was formed on the basis of the Novosibirsk State Agrarian University. Botanical affiliation, flower color, pronounced floral pigmentation, shape and degree of corolla terry were taken into account in the course of forming the collection. The collection includes 14 cultivar populations and three sections, i.e. *Rhodanthos*, *Godetia* and *Phaeostoma*. Phenotyping of progeny and evaluation of qualitative and quantitative decorative traits were carried out according to the methodology of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants. According to plant height, the populations are ranked into 4 groups, i.e. low (25–45 cm) and medium (46–70 cm) (*Rhodanthos* and *Godetia*); high (71–95 cm) and gigantic (96–120 cm or more) (*Phaeostoma*). Three groups were distinguished according to the diameter of the flower, i.e. small-flowered (1.0–3.9 cm) (*Godetia* and *Phaeostoma*), medium (4.0–6.4 cm) and large-flowered (6.5–8.0 cm and more) (*Rhodanthos*). Also three groups including minimally profusely flowering (8–15), profusely flowering (16–25) (populations of *Rhodanthos* and *Godetia*) and maximally profusely flowering (26 or more) (populations of *Phaeostoma*) were distinguished according to the number of flowering shoots. A methodology for evaluating the distinctiveness, uniformity and stability of decorative and economic-biological qualities and properties has been developed. Three species (*C. amoena*; *C. purpurea*, *C. unguiculata*) and a subspecies (*C. amoena* subsp. *lindleyi*) are recommended for landscaping of Novosibirsk. Varietal samples Raspberry bowl and Lilovaya fairy were registered with the State Variety Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements in 2021. A bank of initial seed material has been created. The selection strategy has been determined.

Keywords: *Onagraceae*, *Clarkia*, *Godetia*, *Rhodanthos*, *Phaeostoma*, bioresource collection, ornamental qualities, population, ex-situ conservation, breeding, phenotyping

For citation: Koroleva E.V. Study of the decorative potential capacities of *Clarkia* Purh. populations in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 173-183. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_20.22_59_4_173.

Введение. Основные тенденции селекции однолетних цветочных культур направлены на улучшение определенных декоративных и хозяйственно-биологических качеств и свойств, таких как оригинальная окраска и форма цветков и соцветий; наличие или отсутствие аромата; окраска и форма листьев; тип роста побегов и габитус растений; сроки, продолжительность и обильность цветения [1–3]; сроки появления всходов [4] и скорость фотосинтеза [5]; семенная продуктивность и посевные качества [6–7]; комплексная устойчивость к болезням, вредителям и абиотическим факторам среды [8]. Каждое направление зависит от конкретной цели селекции: пригодность для интенсивной технологии производства [9], биологизация цветоводства [10], цифровизация цветоводства и создание трехмерных архитектурных моделей декоративных цветочных растений в режиме реального времени [11–12], получение цветочного конвейера сортов с разными сроками цветения и создание сортопопуляций с заданными соотношениями признаков окраски цветков и соцветий [13].

В контексте успешного озеленения города Новосибирска, расположенного в лесостепной зоне Западной Сибири, основные усилия в селекции однолетних цветочных культур направлены на обновление регионального ассортимента иммунными и толерантными сортами для универсального использования в цветочном оформлении (клумбы, рабатки, миксбордеры, цветочные группировки, контейнеры, фито-дизайн).

Сегодня, в связи с ужесточением санкций против России, на первый план выходит импортозамещение и собственное производство высококачественных семян цветочных культур.

В нашем регионе имеются большие возможности для расширения промышленного ассортимента однолетних цветочных культур, который пока весьма ограничен и сдерживается низким качеством привозных сортов и семян, в основном зарубежной селекции, проявляющих в местных условиях неоднородность по основным декоративным признакам (окраске и форме цветка, габитусу).

тусу куста). Именно поэтому исследование декоративного потенциала популяций цветочных растений рода *Clarkia* Purch. из семейства Onagraceae Juss. является актуальным.

Clarkia – однолетние красивоцветущие растения, эндемики Калифорнии – выделяются продолжительным цветением, высокими декоративными качествами куста и цветков и способностью выдерживать пониженные температуры и заморозки, что дает возможность выращивания в цветниках без рассады – посевом семян в грунт [14]. W. L. Jepson в 1908 году описал разные типы встречающихся видов и межвидовых гибридов данного рода: 17 разновидностей, относящихся к двум группам: *Amoena*-группа, состоящая из рыхлых, разветвленных форм со стелющимися побегами, и *Purpurea*-группа, состоящая из узкопирамидальных форм с прямостоячими стеблями. Им были выделены 5 новых видов, 15 новых разновидностей, 6 новых форм и 3 новых комбинации [15]. В 20 годах прошлого столетия Hans Rasmuson провел первый генетический анализ флоральной пигментации у видов *Clarkia* из группы *amoena* [16]. Macswain et al. в 1973 г. отмечал, что дифференциация цветков, затрагивающая изменения в структурной морфологии и системы пигментации особенно важна среди видов *Clarkia* [17].

В настоящее время виды *Clarkia* практически не встречаются в цветниках Новосибирска и заслуживают большего распространения в регионе. Цель научного исследования – обогащение ресурсов декоративных однолетних растений универсальным ассортиментом красивоцветущих видов рода *Clarkia* Purch., адаптированных к местному климату, через формирование, пополнение и сохранение *ex-situ* генетического фонда популяций и сортов в коллекции Новосибирского ГАУ.

В задачи исследования входило: фенотипирование качественных и количественных декоративных и хозяйственно-биологических признаков в популяциях *Clarkia*, изучение фенотипической изменчивости и выделение наиболее перспективных и устойчивых генотипов, обладающих в новых условиях интродукции комплексом ценных свойств – в качестве исходного материала для селекции.

Материалы и методы исследования.

Исходные образцы биоресурсной коллекции различных популяций *Clarkia* впервые были получены путем международного обмена семенами [14], затем пополнялись за счет приобретения сортообразцов у семенных компаний, хорошо известных на рынке [6].

Многофакторный, мелкоделяночный опыт по изучению популяций *Clarkia* проводился в 2020–2022 г. в 4 повторностях с рендомизированным размещением. Схема опыта: 0,5 x 1,2 м. Наблюдения проводились на 20 контрольных растениях, типичных по форме и габитусу для каждого сортообразца. Морфометрические описания декоративных признаков проводились в период массового цветения популяций. В работе применяли следующие методы: сравнительно-описательные, морфологический анализ, фенотипирование признаков в соответствии с методиками, принятыми Международным союзом по охране новых сортов растений [18], массовый, индивидуальный и семейственно-групповой отборы, искусственная гибридизация. При статистической обработке данных использовался метод дисперсионного анализа [19].

Результаты исследований и их обсуждение. Созданная нами биоресурсная коллекция видов *Clarkia* включает три разные популяции и 14 сортообразцов: 1) секция *Rhodanthos* (1 вид и подвид: 9 сортообразцов), 2) секция *Godetia* (1 вид: 1 сортообразец) и 3) секция *Phaeostoma* (1 вид: 4 сортообразца). Диапазон отбора коллекции был сформирован на основе учета следующих основных критериев: ботаническая принадлежность, окраска цветка и ярко-выраженная флоральная пигментация, форма цветка (табл. 1).







Таблица 1. Первичные критерии оценки сортопопуляций *Clarkia*
Table 1. Primary criteria for assessing *Clarkia* variety populations

Сортообразец (происхождение) / Variety sample (origin)	Цвет УПОВ, номер UCL / UPOV color, UCL number										Типы флоральной пигментации (тип пятна) / Types of floral pigmentation (spot type)								Степень махровости цветка / The degree of flower fertility		
	Белый 92 / White, 92	Бледно-желтовато-розовый / Светлый, 31 / Pale yellowish pink, Light, 31	Светлый розово-розовый, 252 / Light pink, 252	Светлый красно-розовый, 7 / Light red-pink, 7	Оранжево-розовый, 37 / Orange-pink, 37	Оранжево-красный, 26 / Orange red, 26	Красный, 11 / Red, 11	Пурпурно-красный, 248, 255 / Purple red, 248, 255	Темный пурпурно-красный, 256 / Dark purple red, 256	Фиолетовый, 221 / Purple, 221	Очень бледно-фиолетовый, 226 / Very pale purple, 226	Светлая кайма (пята) по краям лепестка / Light border (ribbon) on the edges of the petal	Светлое пятно у основания лепестка / Light spot at the base of the petal	Темно-пурпурное крупное пятно в центре лепестка / Dark purple large spot in the center of the petal	Пурпурно-красные мелкие двойные штрихи в центре лепестка / Turkish-red small double strokes in the center of the petal	Пурпурное мелкое пятно у основания лепестка / Purple small spot at the distal margin of the petal	Темно-пурпурное мелкое пятно у основания лепестка / Dark purple small spot at the base of the petal	Без пятен / Spot-free	Слабая (+) / Weak (+)	Средняя (++) / Average (++)	Сильная (+++) / Strong (+++)
Секция <i>Rhodanthos</i> : С. амоена (Lehm.) Neils & Macbr																					
Малшовая чаша (НГАУ) / <i>Raspberry bowl</i> (NSAU)							+					+						+			
Сладкие сердечки (Аэлита) / <i>Sweet Hearts</i> (Aelita)			+												+					++	
Оранжевое сияние (Аэлита) / <i>Orange Glow</i> (Aelita)																					
Герцогиня (СеДек) / <i>Duchess</i> (SeDek)																					
Секция <i>Rhodanthos</i> : С. амоена subsp. <i>hindeyi</i>																					
Снопл Шервуд (Повск) / <i>Суд Шервуд</i> (Search)	+																				
Катля (Гавриш) / <i>Katlya</i> (Gavriush)																					
Герцог Йоркский (Евросемена) / <i>Duke of York</i> (Euroseeds)																					
Рембрандт (Повск) / <i>Rembrandt</i> (Search)																				++	+++
Вайсер страус (Повск) / <i>White swanet</i> (Search)																					
Секция <i>Godetia</i> : С. <i>purpurea</i> (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr / <i>Godetia</i> section С. <i>purpurea</i> (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr																					
Липовая фея (НГАУ) / <i>The Linc Fairy</i> (NSAU)																					
Секция <i>Phaeostoma</i> : С. <i>unguiculata</i> Lindl. / <i>Phaeostoma</i> section С. <i>unguiculata</i> Lindl.																					
Пурпурная (Семена Алтай) / <i>Purple</i> (Altai Seeds)																				++	
Сакуро (Семена Алтай) / <i>Sakura</i> (Altai Seeds)	+																			++	+++
Коралловые рифы (НГАУ) / <i>Coral reefs</i> (NSAU)																				++	+++
Лебединое озеро (НГАУ) / <i>Swan Lake</i> (NSAU)																				++	+++


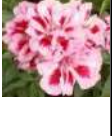






Источник: составлено автором по результатам собственных наблюдений / Source: compiled by the author based on the results of her own observations

Оценку декоративных качеств и фенотипирование потомства в трех популяциях кларкии проводили по единым параметрам: окраске и размеру цветка, высоте растения, длине главного соцветия, количеству цветков в кисти, обильности цветения (количеству боковых соцветий) и габитусу растения (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ декоративного потенциала сортопопуляций *Clarkia*
Table 2. Comparative analysis of decorative potential capacity of *Clarkia* varieties

Сортообразец / <i>Variety</i>	Фото / <i>Photo</i>	Пигментация лепестка / <i>Pigmentation of petal</i>	Диаметр венчика, см / <i>Diameter of corolla, cm</i>	Число лепестк ов / <i>Number of petals</i>	Длина кисти, см / <i>Brush length, cm</i>	Кол-во цветков на главной кисти / <i>Number of flowers on the main brush</i>	Кол-во боковых цветоно- сов / <i>Quantity of lateral flower stalks</i>	Габитус (высота /диаметр куста, см) / <i>Habitus (height /diameter of bush, cm)</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Секция <i>Rhodanthos</i> /<i>Rhodanthos</i> section								
<i>Clarkia amoena</i> (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr.								
Малиновая чаша / <i>Raspberry bowl</i>		Основной тон – пурпурно-красный, светлая кайма по краям и основанию лепестка, образует центральную чашу / The main tone is purple-red; a light border along the edges and base of the petal forms a central bowl.	6,5	4	7,5	8	20	39,5 / 28,0
Герцогиня / <i>Duchess</i>		Основной тон– красный, светло-розовая кайма по краям и основанию лепестка / The main tone is red. The border at the edges and base of the petal is light pink.	7,0	4	11	13	24	60,0 / 39,0
Оранжевое сияние / <i>Orange Glow</i>		Основной тон –оранжево- розовый, В базальной четверти лепестка светлое пятно образует крупную чашу / The main tone is orange-pink. A light spot forms a large bowl in the basal quarter of the petal.	5,5	4	7,5	8	13	51,5 / 27,0
Сладкие сердечки / <i>Sweet Hearts</i>		Основной тон – светло- розовый с мелкими пурпурными штрихами в центре лепестка / The main tone is light pink with small purple strokes in the center of the petal	6,5	6	8,5	9	14	37,5 / 27,0
<i>Clarkia amoena</i> subsp. <i>Lindleyi</i> (Douglas) H.F.Lewis & M.R.Lewis								
Сибил Шервуд / <i>Sybil Sherwood</i>		Основной тон – нежный розово-коралловый, светлая кайма по краям и основанию лепестка образует чашу / Basic tone is delicate pink-coral. Light border along the edges and base of the petal forms a bowl.	5,5	4-5	9,0	10	15	45,0 / 26,0
Катлея / <i>Katleya</i>		Основной тон - Светло-фиолетовый с пурпурно-красными двоенными штрихами по центру базальной части / Basic tone is light purple with purplish-red double strokes in the center of the basal part.	7,0	4-5	5,7	8	14	35,4 / 44,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Герцог Йоркский / <i>Duke of York</i>		<i>Основной тон – темно-пурпурный (бордовый), пятно у основания лепестка, образует чашу</i> / The basic tone is dark purple (burgundy). Light spot at the base of the petal forms a bowl.	8,0	4	16,5	9	15	44,5 / 40,8
Рембрандт / <i>Rembrandt</i>		<i>Основной тон - светло-розовый с крупным темно-пурпурным пятном в центре лепестка</i> / The basic tone is light pink with a large dark purple spot in the center of the petal.	7,5	8	11,0	11	17	50,0 / 45,0
Белый букет / <i>White bouquet</i>		Основной тон – белый, без пятен / The basic tone is white, spot-free.	6,5	4-5	10,0	10	20	50,0 / 37,0
<i>Секция Godetia / Godetia section</i>								
<i>Clarkia purpurea</i> (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr.								
Лиловая фея / <i>The Lilac Fairy</i>		<i>Основной тон – лиловый с темно-пурпурными пятнами у основания лепестка и на дистальном крае в центре</i> / The basic tone is purple with dark purple spots at the base of the petal and on the distal margin in the center	3,5	4	11,0	12	25	65,0 / 25,0
<i>Секция Phaeostoma / Phaeostoma section</i>								
<i>Clarkia unguiculata</i> Lindl.								
Пурпурная / <i>Purple</i>		Основной тон – пурпурный, без пятна / Basic tone is purple, spot-free.	2,5	4; 10-12	65,0	26	30	87,0 / 35,0
Сакура / <i>Sakura</i>		Основной тон – светлый, бледно-желтовато-розовый, без пятна / The main tone is light, pale yellowish-pink, without a spot.	3,0	4; 10-14	83,0	38	36	115,0 / 30,0
Коралловые рифы / <i>Coral reefs</i>		<i>Основной тон – оранжево-розовый, без пятна</i> / The main tone is orange-pink, without a spot.	2,5	4; 10-18;	67,0	29	40	91,0 / 35,0
Лебединое озеро / <i>Swan Lake</i>		<i>Основной тон – белый, без пятна</i> / The main tone is white, without spots.	3,0	4; 10-18;	68,0	35	38	100,0 / 30,0
Исп (5 %)			0,13	3,20	5,21 / 4,03	2,15	2,92	1,29

Источник: составлено автором по результатам собственных наблюдений.

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

Окраска цветка: 1). по признаку основного тона окраски цветка у пурпурной и темно-пурпурной окраски, являющейся доминантным признаком (Герцогиня, Малиновая чаша, Герцог Йоркский, Пурпурная); 2) популяции с преобладанием оранжево-красных и оранжево-розовых тонов (Оранжевое

сияние и Коралловые рифы); 3) популяции с преобладанием светлых желтовато-розовых тонов (Сибил Шервуд и Сакура); 4) популяции с преобладанием светло-розовых тонов (Сладкие сердечки) и 5) популяции с доминирующим темно-пурпурным (карминовым) пятном в центре лепестка (Рембрандт); 6) популяции с преобладающей светло-фиолетовой и фиолетовой окраской с мелким пурпурным пятном (Катля и Лиловая фея); 7) популяции с белой окраской без пятна (Белый букет и Лебединое озеро).

Размер цветка. По диаметру цветка популяции представителей родового комплекса *Clarkia* распределились на: 1) мелкоцветковые (1,0–3,9 см): секция *Godetia* (Лиловая фея) и секция *Phaeostoma* (Сакура, Пурпурная, Коралловые рифы, Лебединое озеро); 2) средние (4,0–6,4 см): секция *Rhodanthos* (Оранжевое сияние, Сибил Шервуд); 3) крупноцветковые (6,5–8,0 см и более): секция *Rhodanthos* (Малиновая чаша, Герцогиня, Белый букет, Рембрандт, Герцог Йоркский, Сладкие сердечки, Катля) (рис. 1).

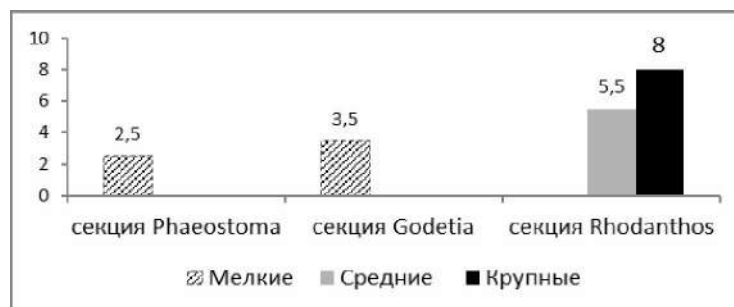


Рис. 1. Градация популяций *Clarkia* по размеру цветка.
 Fig. 1. Gradation of *Clarkia* populations by flower size.

Источник: составлено автором по результатам собственных наблюдений.
 Source: compiled by the author based on the results of her own observations.

Форма цветка. В популяциях *Clarkia* были выделены 4 группы по числу лепестков в венчике: 1) немахровые формы с простым венчиком (n = 4) встречаются во всех секциях; 2) слабомахровые – для секции *Rhodanthos* (n = 5), а для *Phaeostoma* (n = 5–7); 3) среднемахровые – для *Rhodanthos* (n=6–7), для *Phaeostoma* (n=8–10); 4) сильномахровые – для *Rhodanthos* (n = 8 и более), для *Phaeostoma* (n=11–14 и более). Популяция *Godetia* отличается стабильностью в наследовании простой формы венчика. В потомстве популяций *Phaeostoma* от сильномахровых родителей появляются промежуточные слабомахровые формы.

Длина кисти и число цветков. Эти показатели одновременно характеризуют и декоративность популяции и ее продуктивность (урожайность). По длине главной кисти и урожайности образцы были ранжированы на 3 группы: 1) короткая и компактная кисть длиной от 5–8,5 см, несущая 8–9 цветков (секция *Rhodanthos*), за исключением образца Герцог Йоркский, имеющего среднюю рыхлую кисть; 2) кисть средней длины от 9–20 см, несущая 10–20 цветков (секции *Rhodanthos* и *Godetia*); 3) длинная многоцветковая кисть, несущая от 21–40 цветков (секция *Phaeostoma*) (рис. 2).

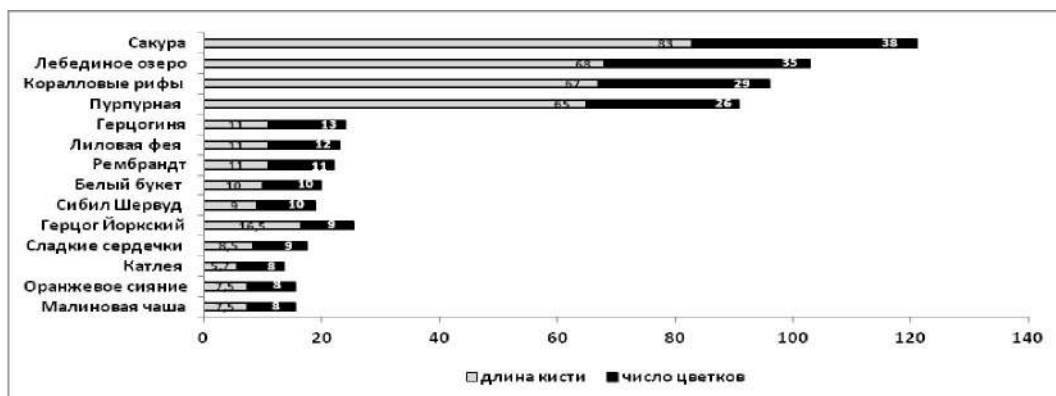


Рис. 2. Ранжирование образцов *Clarkia* по размеру кисти и цветочной продуктивности.
 Fig. 2. Ranking *Clarkia* options by brush size and floral productivity.

Источник: составлено автором по результатам собственных наблюдений.
 Source: compiled by the author based on the results of her own observations.

Выявлена достоверная зависимость количества сформированных генеративных органов (цветков) от длины кисти $r = 0,98$.

Обильность цветения. По количеству цветущих боковых побегов или цветоносов II, III, IV и V порядков в популяциях кларкии была проведена следующая градация и выделены 3 группы: 1) минимально обильно цветущие образцы (8–15) боковых соцветий; 2) обильно цветущие образцы (16–25) боковых соцветий из популяций *Rhodanthos* и *Godetia*; 3) максимально обильно цветущие образцы (26 и более) боковых цветоносов из секции *Phaeostoma* (рис 3).

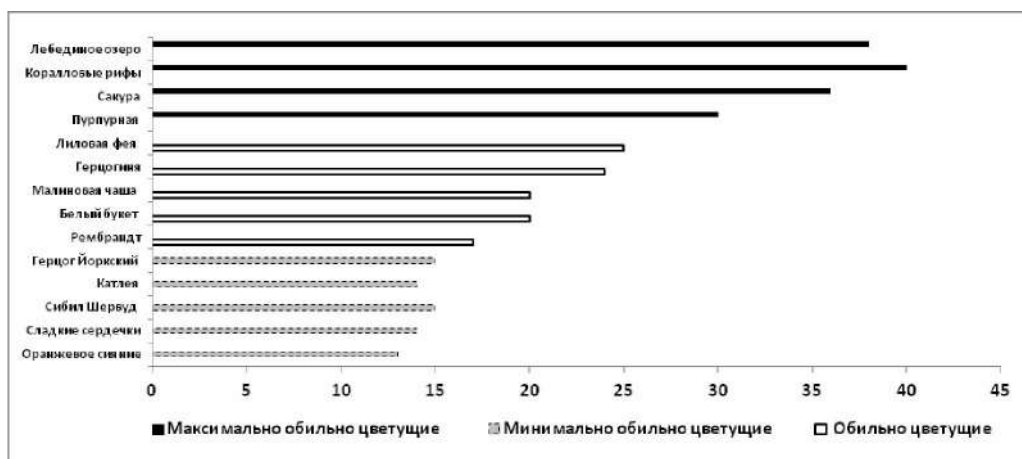


Рис. 3. Градация популяций *Clarkia* по обильности цветения.

Fig. 3. Gradation of *Clarkia* populations by flowering abundance.

Источник: составлено автором по результатам собственных наблюдений.

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

Высота растения. По росту в популяциях кларкии были выделены 4 группы растений: 1) низкие – высотой до 45 см; 2) среднерослые достигают 46–70 см – эти две группы относятся к секциям *Rhodanthos* и *Godetia*; 3) высокие 71–95 см; 4) исполинские достигают в высоту 96–120 см и более – это сортообразцы *C. unguiculata* из секции *Phaeostoma* (рис. 4).

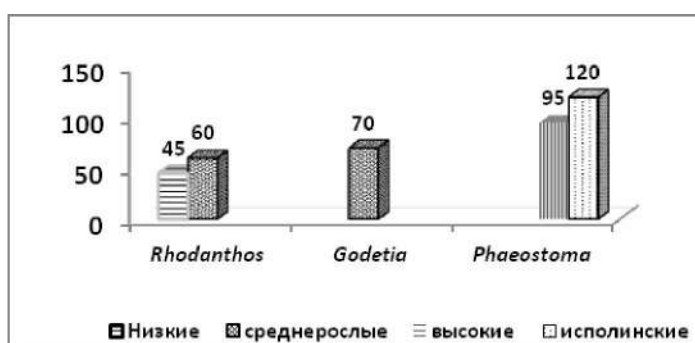


Рис. 4. Распределение популяций *Clarkia* по высоте растений.

Fig. 4. Distribution of *Clarkia* populations by plant height.

Источник: составлено автором по результатам собственных наблюдений.

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

Низкие (Малиновая чаша, Сладкие сердечки, Сибил Шервуд, Катля, Герцог Йоркский) и среднерослые (Герцогиня, Оранжевое сияние, Белый букет, Рембрандт, Лиловая фея) сортообразцы *Clarkia* из коллекции Новосибирского ГАУ могут использоваться в озеленении города при оформлении цветочных клумб, бордюров, рабаток, цветочных группировок скверов и контейнеров. Высокие и исполинские сортообразцы *C. unguiculata* (Пурпурная, Коралловые рифы, Сакура, Лебединое озеро) могут применяться в озеленении садов и парков, в цветочных группах, миксбордерах и как акцентные растения. Сочетание биологически разнообразных видов и сортов кларкии может составлять многообразные по форме, высоте и колеру ландшафтные композиции.

Габитус. По габитусу куста в популяциях *Clarkia* были выделены 5 типов: секции *Rhodanthos*:

1) с пирамидальной компактной формой: *C. amoena* (Малиновая чаша, Оранжевое сияние, Сладкие сердечки) и *C. amoena* subsp. *lindleyi* (Сибил Шервуд, Белый букет); 2) с рыхлой пирамидальной формой: *C. amoena* (Герцогиня) и *C. amoena* subsp. *lindleyi* (Герцог Йоркский); 3) с раскидистой формой: *C. amoena* subsp. *lindleyi* (Катля и Рембрандт); растения секции *Godetia*: 4) с узкопирамидальной формой кустов: *C. purpurea* (Лиловая фея); растения секции *Phaeostoma*: 5) с колонновидной формой: *C. unguiculata* (Пурпурная, Сакура, Коралловые рифы, Лебединое озеро).

Заключение

По результатам научно-исследовательской работы на базе Новосибирского ГАУ проведено фенотипирование декоративных признаков генетической коллекции видов и сортообразцов *Clarkia*, создан собственный банк исходного материала для селекции и элитного семеноводства; разработана методика оценки на отличимость, однородность и стабильность декоративных и хозяйственно-биологических качеств и свойств у растений рода *Clarkia* Purch.

Для обогащения ресурсов декоративных летников в условиях лесостепи Западной Сибири рекомендованы три вида кларкии: *C. amoena* (*Lehm.*) A. Nelson & J. F. Macbr; *C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr., *C. unguiculata* Lindl. и подвид *C. amoena* subsp. *lindleyi* (Douglas) H.F.Lewis & M.R.Lewis. Сортообразцы Малиновая чаша (*C. amoena* (*Lehm.*) A. Nelson & J. F. Macbr) и Лиловая фея (*C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr) зарегистрированы в Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений [20].

Выявленный декоративный и биологический потенциал популяций рода *Clarkia* Purch. имеет широкий диапазон применения в озеленении нашего региона и определяет развитие следующих направлений селекции:

1. Получение сортопопуляций с новыми цветочными фенотипами по окраске и форме цветка с заданным соотношением признаков.
2. Увеличение степени махровости цветка.
3. Получение низкорослых сортопопуляций *Godetia*;
4. Получение карликовых компактных (высотой до 25 см) сортопопуляций *Rhodanthos*.
5. Получение среднерослых сортопопуляций *Phaeostoma*.
6. Получение обильноцветущих и многоцветковых сортопопуляций *Clarkia* с разными сроками цветения.
7. Получение устойчивых к стрессовым факторам сортопопуляций *Clarkia* с высокой семенной продуктивностью.

Дальнейшая работа по сохранению в условиях *ex-situ* и размножению генетической коллекции популяций рода *Clarkia* Purch. будет способствовать обогащению ресурсов красивоцветущих однолетних растений с высоким декоративным потенциалом и адаптационными возможностями к резко-континентальным условиям лесостепи Западной Сибири. И может послужить развитию новых селекционно-генетических и семеноводческих программ в целях импортозамещения.

Список источников

1. Рахмангулов Р.С., Тихонова Н.Г. Селекция декоративных растений в России // Биотехнология и селекция растений. 2021. Т.4. № 4. С. 40-54. DOI: 10.30901/2658-6266-2021-4-04.
2. Сортоизучение петунии (р. *Petunia*) и ее адаптационные возможности в условиях Костанайской области / Д.Т. Коньсбаева [и др.]. // Вестник КГПИ. 2015. № 1. С. 34-39.
3. Тукач С.И. Модификационная 100-балльная шкала оценки представителей рода *Zinnia* L. при интродукции в предгорном Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 145. С. 101–109.
4. Mercer K.L., Alexander H.M., Snow A. Selection on Seedling Emergence Timing and Size in an Annual Plant, *Helianthus Annuus* (Common Sunflower, Asteraceae) // American Journal of Botany. 2011. Vol. 98. No 6. P. 975–985. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/27975363>. (Accessed 30 July 2022).
5. Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance for high yield and tolerance to drought stress in marigold (*Tagetes* spp.) genotypes / Aparna Srinivasan, [et al.]. // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. Vol. 7. No 6. P. 1847-1851.
6. Королева Е.В., Петров А.Ф., Чудинова Ю.В. Формирование генетической коллекции сортов однолетних цветочных культур рода *Clarkia* Purch. на базе Новосибирского ГАУ и оценка посевных качеств семян // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяй-

ственных культур: Материалы международной научно-практической конференции, Краснодар, 26–27 августа 2021 года / Минобрнауки РФ РАН ФГБНУ «Федеральный научный центр риса». Краснодар: Изд-во Эдви, 2021. С. 104–110. DOI 10.33775/conf-2021-104-110.

7. Biological Traits and Genetic Relationships Amongst Cultivars of Three Species of *Tagetes* (Asteraceae) / R. Cicevan, et al. // *Plants*. 2022. Vol. 11. P.760. <https://doi.org/10.3390/plants11060760>.

8. Баранова Е.Г. Селекционная оценка сортов-доноров болезнеустойчивости по основным хозяйственно-полезным признакам // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. 2010. Т.179. С. 162–169.

9. Карпионов Р. А. Декоративные растения для городских контейнеров // Вестник Университета Правительства Москвы. 2017. № 4. С. 47–51.

10. Баландин Д.А., Пыткин А.Н., Тарасов Н.М. Управление процессами биологизации АПК в достижении нового технологического уклада. Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2015. 177 с.

11. 3D phenotyping and QTL analysis of a complex character: rose bush architecture / C. Li-Marchetti, et al. // *Tree Genetics and Genomes*. 2017. Vol. 13. No 5. p. 112.

12. Visual characterization of the esthetic quality of the rosebush / R. Boumaza, et al. // *Sensory Studies*. 2009. Vol. 24. P. 774–796.

13. Проявление изменчивости признака «окраска цветка» в разноколерной сортопопуляции «радуга» гвоздики турецкой (*Dianthus barbatus* L.) / Г.Д. Левко [и др.]. // Овощи России. 2019. № 1(45). С. 12–15. DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-12-15.

14. Королева Е.В., Петров А.Ф., Чудинова Ю.В. Внутривидовая изменчивость цветочно-декоративных растений семейства Onagraceae и механизмы их сортообразования // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2021. № 2(59). С. 18–42. DOI 10.31677/2072-6724-2021-59-2-18-42.

15. Jepson W.L. Synopsis of *Godetia* // *Botanical Gazette*. 1908. Vol. 45. No 3. P. 214. URL: <https://www.jstor.org/stable/2467128>.

16. Rasmuson H. Beitrage zu einer genetischen Analyse zweier *Godetia* – Arten und ihrer Bastarde // *Hereditas*. 1921. Vol. 2. No 2. P. 143–289.

17. MacSwein J.W., Raven P.H., Thorp R.W. Comparative behavior of Bees and Onagraceae. IV *Clarkia* Bees of the Western United States // *Publications in Entomology*. 1973. Vol. 70. P. 1–80. URL: https://digitalcommons.usu.edu/bee_lab_lo/1.

18. Нормативные документы, принятые Международным союзом по охране новых сортов растений // ФГБНУ «Госсорткомиссия»: офиц. сайт. URL: <https://gossortrf.ru/mezhdunarodnyu-soyuz-pohrane-novyh-sortov-rasteniy-upov/> (дата обращения: 01.09.2022).

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 351с. EDN ZJQBUD.

20. Официальный бюллетень ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». Москва. 2022. № 1 (271). Электрон. версия. URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2022/03/271.pdf> (дата обращения: 01.09.2022). Доступен на офиц. сайте ФГБНУ «Госсорткомиссия».

References

1. Rakhmangulov RS, Tikhonova NG. Breeding of ornamental plants in Russia. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(4): 40-54. (In Russ.). Available from: doi:10.30901/2658-6266-2021-4-04.

2. Konybaeva DT, Ruleva MM, Ormanbekova DO, Kadieva ER, Andreichenko DA, Nikolaenko EV, et al. Variety study of petunia (p. *Petunia*) and its adaptive capacity in the conditions of Kostanai region. *Bulletin of KSPI*. 2015;(1): 34-39. (In Russ.).

3. Tukach SI. Modification 100-ball evaluation scale of species of *Zinnia* L. genus at introduction in the foothill zone of the Crimea. *Collection of scientific works of the State Nikita Botanical Garden*. 2017;(145): 101-109. (In Russ.).

4. Mercer KL, Alexander HM, Snow A. Selection on Seedling Emergence Timing and Size in an Annual Plant, *Helianthus Annuus* (Common Sunflower, Asteraceae). *American Journal of Botany*. 2011;98(6): 975–985. JSTOR. Available from: <http://www.jstor.org/stable/27975363>. [Accessed 30th July 2022].

5. Aparna Srinivasan, Kannan M, Ravikesavan R, Jeyakumar P, Subramaniam S. Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance for high yield and tolerance to drought stress in marigold (*Tagetes* spp.) genotypes. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018;7(6): 1847-1851.

6. Koroleva EV, Petrov AF, Chudinova YuV. Formation of a genetic collection of varieties of annual flower crops *Clarkia Pursh.* on the basis of the Novosibirsk State Agrarian University and the assessment of sowing qualities of seeds. In: *Breeding, seed production, cultivation technology and processing of agricultural crops : Proceedings of International Scientific and Practical Conference, 26–27 August 2021, Krasnodar. Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation RAS Federal Scientific Center of Rice.* Krasnodar: Edvi Publishing House; 2021. p. 104-110. (In Russ.). Available from: doi:10.33775/conf-2021-104-110.
7. Cicevan R, Sestras AF, Plazas M, Boscaiu M, Vilanova S, Gramazio P, et al. Biological Traits and Genetic Relationships Amongst Cultivars of Three Species of *Tagetes* (Asteraceae). *Plants.* 2022;(11): 760. Available from: <https://doi.org/10.3390/plants11060760>.
8. Baranova EG. Selective evaluation of donor varieties of disease resistance by main economic and useful features. *Collection of scientific papers of the All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Shag and Tobacco Products.* 2010;(179): 162–169. (In Russ.).
9. Karpisonova RA. Ornamental plants for city container gardens. *Bulletin of the Moscow Government University.* 2017;(4): 47-51. (In Russ.).
10. Balandin DA, Pytkin AN, Tarasov NM. *Process management biologization apk to achieve new technological order.* Yekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of The Russian Academy of Sciences; 2015. (In Russ.).
11. Li-Marchetti C, Le Bras C, Chastellier A, Relion D, Morel P, Sakr S, et al. 3D phenotyping and QTL analysis of a complex character: rose bush architecture. *Tree Genetics and Genomes.* 2017;13(5): 112.
12. Boumaza R, Demotes-Mainard S, Huchř-Thřilier L, Guřrin V. Visual characterization of the esthetic quality of the rosebush. *Sensory Studies.* 2009;(24): 774–796.
13. Levko GD, Soldatenko AV, Sirota SM, Bepalko LV, Turushina VM. Manifestation of variability characteristic «Flower colour» in population «Rainbow» carnation turkish (*Dianthus barbatus* L.). *Vegetable crops of Russia.* 2019;1(45): 12-15. (In Russ.). Available from: doi:10.18619/2072-9146-2019-1-12-15.
14. Koroleva EV, Petrov AF, Chudinova YuV. Intraspecific variability of floral and ornamental plants of Onagraceae family and mechanisms of their variety formation. *Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University).* 2021;2(59): 18–42. (In Russ.). Available from: doi:10.31677/2072-6724-2021-59-2-18-42.
15. Jepson WL. Synopsis of *Godetia*. *Botanical Gazette.* 1908;45(3): 214. Available from: <https://www.jstor.org/stable/2467128>. [Accessed 15th August 2022].
16. Rasmuson H. Beitrage zu einer genetischen Analyse zweier *Godetia* – Arten und ihrer Bastarde. *Hereditas.* 1921;2(2): 143–289.
17. MacSwein JW, Raven PH, Thorp RW. Comparative behavior of Bees and Onagraceae. IV *Clarkia* Bees of the Western United States. *Publications in Entomology.* 1973;(70): 1–80. Available from: https://digitalcommons.usu.edu/bee_lab_lo/1.
18. *Regulatory documents adopted by the International Union for the Protection of New Varieties of Plants.* Available from: <https://gossortrf.ru/mezhdunarodnyy-soyuz-po-ohrane-novyh-sortov-rasteniy-upov/> [Accessed 01th September 2022]. (In Russ.).
19. Dospekhov BA. Methodology of field experiment: with the basics of statistical processing of research results. 5th ed., supplement and revision. Moscow: Agropromizdat; 1985. (In Russ.). EDN: ZJQBUD.
20. Official Bulletin of FGBU «State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements». Moscow. 2022; 1 (271). URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2022/03/271.pdf> [Accessed 01 September 2022]. (In Russ.).

Информация об авторах

Е. В. Королева, соискатель, специалист ландшафтного центра Новосибирского ГАУ.

Статья поступила в редакцию 08.09.2022; одобрена после рецензирования 23.09.2022; принята к публикации 30.09.2022.

Information about the author

E. V. Koroleva – postgraduate student, specialist of Landscape Centre of Novosibirsk State Agricultural University.

The article was submitted to the editorial office on 08.09.2022; approved after review 23.09.2022; accepted for publication 30.09.2022.

Научная статья

УДК 574.1

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_184

Проблемы сохранения биологического разнообразия лесных ресурсов в Республике Дагестан

Раисат Магомедовна Адамова¹✉, Магомед-Расул Абдусаламович Казиев^{2,3}

¹Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

²Федеральный аграрный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

³Дагестанский НИИСХ Россельхозакадемии, Махачкала, Россия

¹adamov45@inbox.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6691-9891>

^{2,3}mc-murphy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>

Аннотация. Изучение процесса сукцессии актуализируется в условиях деградации лесных и агроландшафтов. Сукцессионное восстановление, или смена одной экосистемы другой, могут быть использованы для создания защитных лесонасаждений. В статье анализируются результаты исследований сукцессионных процессов в лесных насаждениях в сухостепных, полупустынных районах, почвозащитных аридных редколесьях горы Тарки-Тау в Дагестане. Исследователями была выявлена закономерность изменений запасов биомассы и продуктивности биосистемы в ходе сукцессии лесных массивов. Наличие на изучаемых участках всех жизненных форм, сопровождающих древесные породы, позволило определить степень стабильности леса. Результаты проведенных исследований показали, что снижение сельского населения в горных и предгорных территориях республики, прекращение вырубki леса в связи с газификацией горных территорий позволили сукцессионным процессам восстановить 24645 га земель. Резкое увеличение гибели лесных насаждений от пожаров зарегистрировано в период 2011–2016 гг. Наибольшая часть насаждений, пострадавших от лесных пожаров, находится в труднодоступных участках, либо являются низкостелными насаждениями. Наибольшая площадь насаждений пострадала от неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов в 2007, 2011–2016 и 2021 годах. Положительная динамика естественного восстановления лесных массивов должна быть поддержана научно обоснованной деятельностью Агентства по лесному хозяйству Республики Дагестан.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, лесные экосистемы, сукцессии, лесовосстановление, самоподдержание

Для цитирования: Адамова Р. М., Казиев М.-Р. А. Проблемы сохранения биологического разнообразия лесных ресурсов в Республике Дагестан // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 184-190. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_184.

Scientific paper

Conservation problems of forest resources' biological diversity in the Republic of Dagestan

Raisat M. Adamova¹✉, Magomed-Rasul A. Kaziev^{2,3}

¹Dagestan State University, Makhachkala, Russia

²Federal Agrarian Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

³Dagestan Research Institute of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Makhachkala, Russia

¹adamov45@inbox.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6691-9891>

²mc-murphy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>

Abstract. The study of the process of succession is updated in the conditions of degradation of forest and agricultural landscapes. Successional restoration, or the replacement of one ecosystem by another, can be used to create protective forest stands. The article analyzes the results of succession processes' studies of forest plantations in dry-steppe, semi-desert regions and soil-protective arid woodlands of the Tarki-Tau mountain (Dagestan). Researchers have identified a pattern of changes in biomass reserves and biosystem productivity during the forest tracts' succession. The presence all life forms in the studied areas (accompanying tree species) made it possible to determine the degree of forest stability. The results of the research showed that the decrease in the rural population in the mountainous and foothill areas of the republic, the cessation of deforestation due to the gasification of mountainous areas allowed to restore 24,645 hectares of land. A sharp increase in the death of forest plantations from fires was registered in the period of 2011–2016. Most of the plantings affected by forest fires are located in hard-to-reach areas or are low quality plantations. The largest area of plantations was affected by adverse weather conditions and soil and climatic factors in 2007, 2011–2016 and 2021. The positive dynamics of the natural restoration of forest areas should be supported by the science based activities of the Agency for Forestry of the Republic of Dagestan.

Keywords: *biological diversity, forest ecosystems, successions, reforestation, self-maintenance*

For citation: Adamova R.M., Kaziev M.-R.A. Conservation problems of forest resources' biological diversity in the Republic of Dagestan. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 184-190. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_184.

Введение. Лесные экосистемы, сформировавшиеся и функционирующие в стабильных условиях, не нуждаются в особых мерах поддержки. При проведении оценки лесных ресурсов в последние годы стали придавать большое значение биологическому разнообразию леса. Наличие на изучаемых участках всех жизненных форм, сопровождающих древесные породы, позволяет определить степень стабильности леса. Растения, животные и микроорганизмы составляют биоразнообразие леса. Его можно рассматривать на разных уровнях, включая экосистемы: ландшафтно-видовом, популяционном и генетическом. На этих уровнях, а также между ними, могут происходить комплексные взаимодействия. В биологически разнообразных лесах этот комплекс позволяет организмам адаптироваться к постоянно меняющимся условиям среды и поддерживать экосистемные функции. Кроме того, разнообразие лесных экосистем (как по физическим, так и по биологическим характеристикам) дает высокий уровень адаптивности – одной из важных характеристик лесных экосистем. В рамках той или иной конкретной лесной экосистемы поддержание экологических процессов зависит от поддержания их биологического разнообразия. Процесс восстановления лесной экосистемы под действием ее внутренних механизмов (восстановительная сукцессия) при отсутствии повторных нарушений может восстановиться до равновесного состояния (климакса).

Сукцессией (от лат. *succession*) называют процесс поэтапного развития экосистемы на месте, лишенном живого покрова, или ее восстановление после разрушения. Если исходить из определения экосистемы как множества популяций видов разных трофических групп, то сукцессия – это процесс формирования или восстановления потоков поколений в популяциях всех видов экосистемы [1], смена одного сообщества другим [2].

Изучение сукцессий - один из наиболее сложных разделов экологии. В России изучение сукцессий лесов было начато Г.Ф. Морозовым [3] и продолжено В.Н. Сукачевым [4], Е.М. Лавренко [5] и другими ботаниками и лесоводами. Только на основе понимания сукцессионных процессов возможно решение задач планирования и организации устойчивого лесного хозяйства.

При сукцессии существует тенденция как можно быстрее использовать доступные ресурсы. Поэтому в начальных стадиях сукцессии развиваются организмы, способные быстро расходовать запасы биогенных элементов и показывающие высокую продуктивность. Только недостаток и конкуренция стимулируют более эффективное использование ресурсов. Полнота сукцессий и видовое разнообразие возможны в случае надежной «работы» круговорота питательных веществ. Только в этом случае можно говорить о стабильности экосистемы, которая достигается в результате преобразования сообщества на основе длительной эволюции видов.

В ходе и в результате сукцессий тем или иным образом меняется видовой состав (иногда

полностью), пространственная структура, показатели круговорота веществ и другие параметры экосистемы. Экосистема достигает стационарного состояния (последняя стадия) этого процесса, в котором она может существовать неограниченно долгое время, если ее не нарушают внешние воздействия (климакс). Естественные микро- и мезонарушения - нормальные явления в климаксовых экосистемах, они поддерживают их пространственную неоднородность и видовое разнообразие [6].

Также в ходе лесной сукцессии меняются запасы биомассы и продуктивность экосистемы. Динамика этих изменений зависит от вида нарушения, типа экосистемы и других условий. Знание подобных закономерностей важно для разработки методов планирования защитного лесоразведения.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке рекомендаций по лесовозобновлению после пожаров, рубок, для экологического обоснования производственных работ по созданию лесных культур на гарях и вырубках и сокращения затрат на лесовосстановление, а также при планировании мероприятий по защите лесонасаждений.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований служили сукцессионные процессы в лесных насаждениях в сухостепных, полупустынных районах, почвозащитные аридные редколесья Тарки-Тау.

Методологической основой проведения исследований был комплексный подход, включающий типовые методы исследований по таксации, лесоводству, опубликованные в трудах российских и зарубежных авторов.

В условиях деградации лесных и агроландшафтов актуализируется изучение процесса сукцессии (от лат. *succession* – последовательность, смена). Сукцессионное восстановление, или смена одной экосистемы другой, могут быть использованы для создания ЗЛН (защитных лесонасаждений) [2; 7]. Исследователями была выявлена закономерность изменений запасов биомассы и продуктивности биосистемы в ходе сукцессии лесных массивов. Их динамика обусловлена причинами нарушения, видом экосистемы и прочими факторами. Исходя из причин возникновения сукцессионного процесса, его классифицируют в различных вариантах [8-10], также сукцессии различают по длительности процесса [9-13].

Изменение климата или динамики поступления неорганических веществ, или прямое воздействие (пожар, выкашивание травы, рубка леса) вызывают сукцессионные процессы. Степень воздействия этих факторов определяет и длительность восстановления экосистемы. Последствия лесного пожара можно фиксировать в течение нескольких столетий. Зарастающая травой гарь может восстанавливаться только по краям пораженного участка. Подобный сценарий сукцессионных процессов наблюдается и на деградированных пастбищных участках, пашнях и сенокосах [6].

Наряду с антропогенным воздействием на экосистемы исследователи наблюдают сукцессию на участках, где лесные массивы были нарушены естественными факторами – пожарами, ветровалами, оползнями, русловыми процессами. Однако, если сравнивать последствия естественных и антропогенных факторов по их частоте и интенсивности, антропогенные носят более глубокий по разрушению и длительный по восстановлению характер.

Антропогенное воздействие очевидно, его следы свидетельствуют, во-первых, что значительная часть территории Республики Дагестан была ранее покрыта лесами. Во-вторых, характер реакции экосистемы говорит о том, первоначально леса уничтожали контролируемым палом, а в советский период истории Дагестана для расширения агроугодий стали применять технику.

Результаты исследований. Миграционные процессы последних десятилетий привели к снижению сельского населения в горных и предгорных территориях республики. Сукцессионные процессы восстанавливают утраченные древесно-кустарниковые массивы, захватывая заброшенные сельхозугодия. В пользу восстановления леса работает и процесс газификации гор, что снижает потребность населения в древесине как источнике энергии. Агентство по лесному хозяйству Республики Дагестан свидетельствует, что в лесной фонд возвращены 1405 га пашни, 25542 га сенокосов, 20698 га пастбищ, в целом – 24645 га земель [6].

При сохранении темпов сукцессионного восстановления и отсутствии повторного воздействия экосистема может прийти в равновесное состояние (рис. 1).



Рис. 1. Слабое и долгое восстановление леса на склоне Нарат-Тюбинского хребта после лесного пожара.

Fig. 1. Weak and long restoration of the forest on the slope of the Narat-Tyube ridge after a forest fire.

Источник: из архива автора.

Source: from the author's archive.

Среди возможных естественных прямых факторов, нарушающих восстановительные процессы в экосистеме, мы можем отметить пожары, потепление климата, ливневые осадки, вспышки массового размножения непарного шелкопряда (рис. 2).

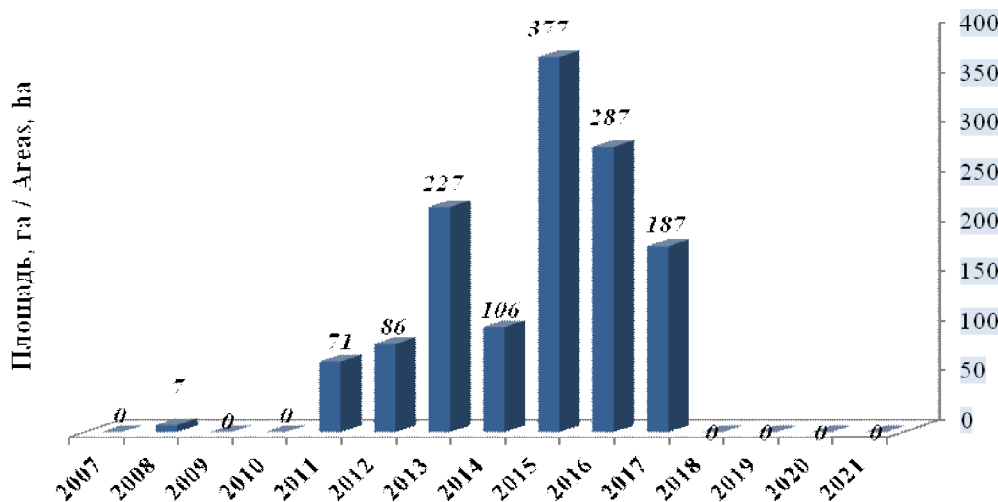


Рис. 2. Площади погибших насаждений от пожаров (по данным Центра защиты леса Республики Дагестан).

Fig. 2. Areas of dead plantations from fires (according to the Center for Forest Protection of the Republic of Dagestan).

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Как видно из рис. 2, резкое увеличение лесных насаждений, уничтоженных пожарами, зарегистрировано в период 2007–2021 гг. В насаждениях, поврежденных пожаром, улучшение состояния не происходит по причине невозможности проведения в них санитарно-оздоровительных мероприятий. Наибольшая часть насаждений, пострадавших от лесных пожаров, находится в труднодоступных участках, либо являются низкобонитетными насаждениями.

За последнее десятилетие ослабление и усыхание насаждений от воздействия неблагоприятных факторов было, как правило, первым по значимости фактором гибели лесов. Основными из них являются аномально жаркая погода без осадков, которая отрицательно сказывается на состоянии насаждений, колебание грунтовых вод, лавины и снеговал (рис. 3).

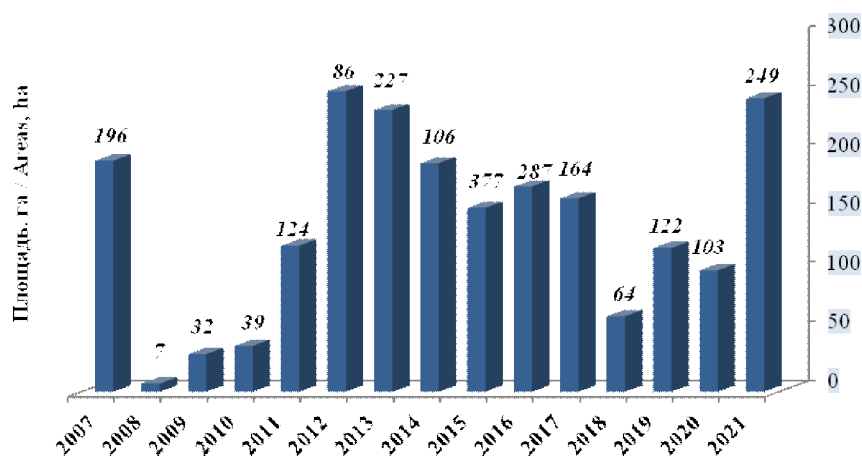


Рис. 3. Площади насаждений (га), погибших от неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов за 2007–2021 гг.

Fig. 3. Areas of plantations (ha) that died from adverse weather conditions and soil and climatic factors for 2007–2021.

Источник: составлено авторами.

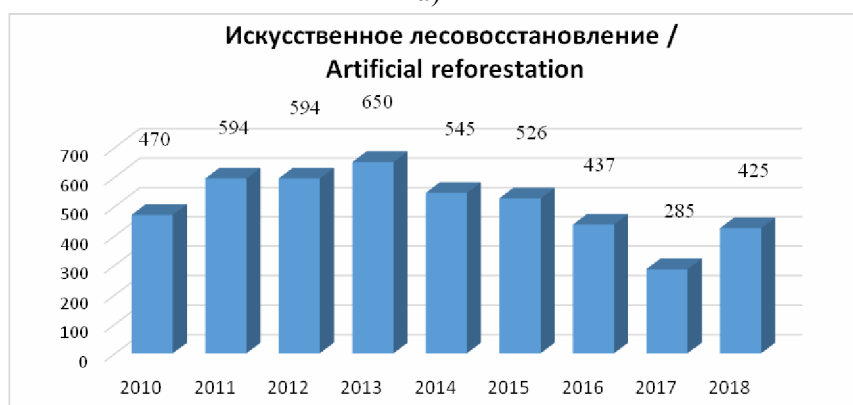
Source: compiled by the authors.

Наибольшая площадь насаждений пострадала от неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов в 2007, 2011–2016 и 2021 годах.

Положительная динамика естественного восстановления лесных массивов должна быть поддержана научно обоснованной деятельностью Агентства по лесному хозяйству Республики Дагестан (рис. 4, а)



а)



б)

Рис. 4. Мероприятия по воспроизводству лесов и лесоразведению по районам в Республике Дагестан за 2010-2018 гг., а) естественное возобновление, б) искусственное лесовосстановление.

Fig. 4. Measures for reforestation and afforestation by districts in the Republic of Dagestan, a) natural renewal, b) artificial reforestation

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Необходимо установить оптимальное соотношение естественного и искусственного восстановления лесомассивов и вести регулярный мониторинг этого процесса. В настоящее время искусственное лесовосстановление реализуется в очень малых объемах (рис.4, б). При разрешении вырубок соответствующим ведомствам важно сохранять здоровые плодоносящие экземпляры для возможности их использования в искусственном восстановлении и сукцессиях.

Заключение

Таким образом, происходящие в последние 20–25 лет естественные сукцессионные и лесовосстановительные процессы в Республике Дагестан следует всемерно поддерживать, не нарушая новую формирующуюся лесную экосистему. При предоставлении участков (делянок) под любые виды рубок необходимо сохранить крупные здоровые плодоносящие экземпляры для обеспечения естественного лесовосстановления и происходящих сукцессий.

Список источников

1. Clements F.E. *Plant succession; an analysis of the development of vegetation*. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916. 512 p.
2. Зубкова Е.В. Динамика распределения экологических ниш растений при сукцессиях лесных сообществ: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 – экология. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. 26 с.
3. Морозов Г.Ф. Учение о лесе / Издание посмертное, просмотренное В.В. Матренинским. Ленинград; Москва: Государственное издательство, 1925. 367 с.
4. Сукачев В.Н. Идея развития фитоценологии // Советская ботаника. 1942. №1-3. С. 5-17.
5. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения / Полевая геоботаника. / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина.– М., Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1959. Т. 1. С. 12–75.
6. Адамов М.Г., Адамова Р.М., Курбаналиева Г.С. Сукцессии лесных экосистем в Дагестане // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2010. № 3(18). С. 110-116.
7. West D.C., Shugart H.H., Botkin D.F. *Forest Succession : Concepts and Application*. New-York: Springer-Verlag, Berlin: Heidelberg, 1981. 517 p.
8. Александрова М.С. Изучение смен растительного покрова / Полевая геоботаника / под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина.– М.; Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1964. Т. 3. С. 300–447.
9. Миркин Б.М. Антропогенная динамика растительности / Итоги науки и техники. Ботаника. М.: ВИНТИ, 1984. Т.5. 250с.
10. Комарова Т.А. Изменение синузильной структуры кустарничково- травяного яруса в ходе послепожарных сукцессий // Ботанический журнал. 1993. Т. 78. № 6. С. 86–95.
11. Маслов А.А. Сукцессионная динамика древостоя и нижних ярусов в послепожарном 100-летнем сосняке лишайниково-зеленомошном // Лесоведение. 2002. № 2. С. 24–30.
12. Самойлов Ю.И., Ипатов В.С. Пирогенные сукцессии напочвенного покрова сухих сосняков на песках // Вестник СПбГУ. 1995. Сер. 3. Вып. 4. № 24. С. 58–67.
13. Смирнова О.В., Торопова Н.А. Сукцессия и климакс как экосистемный процесс // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128. № 2. С. 129–144.

References

1. Clements FE. *Plant succession; an analysis of the development of vegetation*. Washington: Carnegie Institution of Washington; 1916.
2. Zubkova EV. Dynamics of the distribution of ecological niches of plants during the succession of forest communities [dissertation abstract]. Kazan: Kazan Federal University; 2013. (In Russ.).
3. Morozov AF. *The theory of forest*. In: Posthumous edition, reviewed by V.V. Matreninsky (eds.) Leningrad: State Publishing; 1925. (In Russ.).
4. Sukachev VN. The idea of development of phytocenology. *Sovetskaya botanika*. 1942;(1)-3: 5-17. (In Russ.).
5. Lavrenko EM. The main regularities of plant communities and ways of their study. In: Lavrenko EM, Korchagin AA. (eds.). *Polevaya geobotanika*. Vol. 1. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1959. p. 12-75. (In Russ.).

6. Adamov MG, Adamova RM, Kurbanailova GS. Successions of forest ecosystems in Dagestan. *Bulletin of the Dagestan State Technical University (Technical Sciences)*. 2010;3(18): 110-116. (In Russ.).
7. West DC, Shugart HH, Botkin DF. *Forest Succession*. In: West DC, Shugart HH, Botkin DF (eds.). *Forest Succession : Concepts and Application*. New-York: Spinger-Verlag, 1981.
8. Aleksandrova MS. Study of changes in vegetation. In: Lavrenko EM, Korchagin AA. (eds.) *Polevaya geobotanika*. Vol. 3. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1964. p. 300-447. (In Russ.).
9. Mirkin BM. Anthropogenic dynamics of vegetation. In: *Itogi nauki i tekhniki. Botanika*. Vol. 5. Moscow: VINITI; 1984. (In Russ.).
10. Komarova TA. Changes in the synusial structure of the shrub-grass layer during post-fire successions. *Botanichesky zhurnal*. 1993;78(6): 86-95. (In Russ.).
11. Maslov AA. Succession dynamics of forest stand and lower layers in post-fire 100-year-old lichen-green-moss pine forest. *Lesovedenie*. 2002;(2): 24-30. (In Russ.).
12. Samoilov YuI, Ipatov VS. Pyrogenic successions of the ground cover of dry pine forests on the sands. *Bulletin of St. Petersburg State University. Series 3*. 1995;24(4): 58-67. (In Russ.).
13. Smirnova OV, Toropova NA. Succession and climax as an ecosystem process. *Uspekhi sovremennoi biologii*. 2008;128(2): 129-144. (In Russ.).

Информация об авторах

Р. М. Адамова – аспирант, старший лаборант, SPIN-код: 8061-4699, AuthorID: 599096;

М.-Р. А. Казиев – доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом агроландшафтного земледелия, Федеральный аграрный центр Республики Дагестан; Дагестанский НИИСХ Россельхозакадемии, SPIN-код: 9251-9223, AuthorID: 762844.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Статья поступила в редакцию 06.10.2022; одобрена после рецензирования 19.10.2022; принята к публикации 27.10.2022.

Information about the authors

R. M. Adamova – postgraduate student, Senior Laboratory Assistant

M.-R. A. Kaziev – D.Sc (Agriculture), Head of the Department of Agrolandscape Agriculture, Federal Agrarian Center of the Republic of Dagestan; Dagestan Research Institute of Agriculture of the Russian Agricultural Academy.

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 to the editorial office 06.10.2022; approved after review 19.10.2022; accepted for publication 27.10.2022.

Научная статья
УДК 638.132.2
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_191

Оценка биоресурсного потенциала насаждений *Tilia cordata* геопарка Торатау Республики Башкортостан с использованием цифровых технологий

Ирина Дмитриевна Самсонова^{1✉}, Миляуша Рафаэловна Нуркаева²,
Венер Нуруллович Саттаров², Раиль Рауфович Хисамов³

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

² Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия

³ Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

¹ isamsonova18@mail.ru[✉]; <http://orcid.org/0000-0002-0027-3442>

² wener5791@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6331-4398>

³ hisrail@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3566-3480>

Аннотация. Насаждения *Tilia cordata* являются самой продуктивной кормовой базой пчеловодства на территории Башкортостана (нектароносных насаждений – около 33 %), что составляет почти 80 % от общих медоносных ресурсов. Объект исследования геопарка «Торатау», входящий в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО, обладает невероятным биологическим разнообразием и служит для сохранения естественной флоры и поддержания генетической чистоты популяции аборигенной бурзянской бортовой пчелы. Целью научной работы явилось совершенствование оценки биоресурсного потенциала медоносных угодий липняков с использованием цифровых технологий. Для уточнения площадей липняков были обработаны данные таксационных описаний по возрасту, полноте, бонитету и типам леса с применением табличного редактора Excel и разработанного алгоритма действий. Результаты вычислений показали, что наибольшие площади составляют липняки перестойные в возрасте 50-90 лет (2403,04 га), с полнотой 0,7 (1210,42 га – 47,7 %), III класса бонитета, (1948,49 га – 76,8 %), тип леса снытьево-кустарничковый липняк (2035,11 га – 80,2 %). Биоресурсный потенциал угодий с преобладанием перестойных древостоев липы (2403,04 га) по классам возраста составляет 1250339 кг. Предложенная методика позволяет автоматизировать решение задач, которые возникают в процессе выполнения камеральных работ по оценке медоносных ресурсов на больших площадях и протяженной территории.

Ключевые слова: насаждения *Tilia cordata*, биоресурсный потенциал, таксационные показатели, Excel

Благодарности: статья подготовлена в рамках гранта «Оценка потенциала и рациональное использование медоносных ресурсов геопарка Торатау Республики Башкортостан» Фонда грантов главы Республики Башкортостан.

Для цитирования: Самсонова И.Д., Нуркаева М.Р., Саттаров В.Н., Хисамов Р.Р. Оценка биоресурсного потенциала насаждений *Tilia cordata* геопарка Торатау Республики Башкортостан с использованием цифровых технологий // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 191-197. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_191.

Scientific paper


Assessment of bioresource potential of *Tilia cordata* plantations in Geopark Toratau (Republic of Bashkortostan) using digital technologies

Irina D. Samsonova^{1✉}, Milyusha R. Nurkaeva², Vener N. Sattarov²,
Rail R. Hisamov³

¹ Saint Petersburg State Forest Technical University, Saint Petersburg, Russia

²Bashkir State Pedagogical University, Ufa, Russia

³Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹isamsonova18@mail.ru ; <http://orcid.org/0000-0002-0027-3442>

²wener5791@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6331-4398>

³hisrail@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3566-3480>

Abstract. Plantations of *Tilia cordata* are the most productive forage base for beekeeping in the territory of Bashkortostan (nectar-bearing plantations is about 33%). It amounts to almost 80% of the total honey resources. The research object of the Toratau Geopark which is part of the UNESCO Global Geoparks Network has an incredible biological diversity and serves to preserve the natural flora and maintain the genetic purity of the native Burzyan bee population. The purpose of the scientific work was to improve the assessment of the bioresource potential of the honey-bearing lands of lime forests using digital technologies. To clarify the areas of lime-tree forests, the data of taxation descriptions by age, completeness, site class and forest types were processed using the Excel spreadsheet editor and the developed algorithm of actions. The results of the calculations showed that the largest areas are overmature lime forests at the age of 50-90 years (2403.04 ha), with a density of 0.7 (1210.42 ha - 47.7 %), site class III, (1948.49 ha - 76.8 %), with the type of linden-shrub forest (2035.11 ha - 80.2 %). The bioresource potential of lands with a predominance of overmature linden stands (2403.04 ha) by age class is 1250339 kg. The proposed technique makes it possible to automate the solution of problems that arise in the process of performing office work on the assessment of melliferous resources over large areas and an extended territory.

Keywords: *Tilia cordata* stands, bioresource potential, taxation indicators, Excel

Acknowledgements: the article was prepared within the framework of the grant «Assessment of the potential and rational use of honey resources of the Toratau Geopark of the Republic of Bashkortostan» of the Grant Fund of the Head of the Republic of Bashkortostan.

For citation: Samsonova I.D., Nurkaeva M.R., Sattarov V.N., Khisamov R.R. Assessment of bioresource potential of *Tilia cordata* plantations in Geopark Toratau (Republic of Bashkortostan) using digital technologies. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 191-197. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_191.

Введение. Территория России располагает огромными медоносными ресурсами. Разные категории площадей лесного фонда могут играть первостепенную роль в решении очень важной задачи, направленной на резкое увеличение производства продуктов пчеловодства. В связи с этим наибольшего внимания заслуживает рациональное использование липняков и других насаждений с участием липы для создания кормовой базы пчеловодства.

Республика Башкортостан – единственное место в России, где богатые медоносные угодья способствуют сохранению в чистоте среднерусской лесной пчелы в бортовых деревьях [1]. Зонально-географическое положение республики, обширность территории, наличие Уральских гор и равнинных пространств обуславливают большое разнообразие лесорастительных условий. Липняки занимают третье место среди лиственных лесов. Защитные липовые насаждения площадью 243,5 тыс. га, выполняя экологическую и социальную функции, составляют 21,9 % всех липняков республики. Липовые древостои отличаются значительным участием в фонде лесных земель в качестве угодий для пчеловодства (около 33% нектароносных площадей) и получения товарной древесины (около 67%) [2-4].

А.М. Ишемгулов, выполняя оценку медоносных ресурсов в лесах Башкортостана, отметил увеличение площадей и участие липы в составе древостоя в более старших группах возраста, что безусловно отразится на медоносной ценности этих угодий. Многолетние наблюдения ученых показали, что с приспевающих и спелых древостоев липы можно получить до 350 тыс. т меда. Существующие площади липняков на территории республики позволяют содержать не менее 1 млн. пчелиных семей [5].

Липовые насаждения Южного Урала отличаются географическими особенностями эколого-биологических признаков, которые, несомненно, требуют внимания в научных исследованиях с целью дальнейшего многостороннего практического использования.

Территория геопарка «Торатау» входит в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО (Global Geopark

Network GGN) и обладает невероятным биологическим разнообразием [6]. Природные объекты, являющиеся основой геопарка, подлежат строгой охране и режиму использования в рамках федерального, регионального и местного законодательства и являются научной ценностью. Также объект исследования служит оптимизацией численности, расширения ареала и поддержания генетической чистоты популяции аборигенной бурзянской бортовой пчелы (*Apis mellifera* L.), обитающей в естественных и искусственных дуплах, сохранения традиционного народного промысла – бортничества. Несмотря на множество исследований по оценке биоресурсного потенциала медоносных угодий, информация по оценке медоносных ресурсов на территории геопарка Торатау в научно-монографических источниках отсутствует.

Целью научной работы явилось совершенствование оценки биоресурсного потенциала медоносных угодий липняков с использованием цифровых технологий.

Методика исследований. Для проведения исследований на территории Гафурийского, Макаровского и Стерлитамакского лесничеств подобраны лесные участки, используя лесохозяйственные регламенты, учитывая доступность лесных участков и их ценность для пчеловодства. На заложенных пробных площадях выполняли учет медоносных растений по типам леса. Возраст древостоя уточняли по таксационным описаниям. Участие медоноса в насаждении определяли по формуле состава древостоя [7]. С использованием цифровых технологий были обработаны данные таксационных описаний для уточнения площадей липняков по возрасту, полноте, бонитету и типам леса. Выделы подбирались только по преобладающей породе липы в составе древостоя с возрастом не менее 20 лет. Биоресурсный потенциал ($B_{пр}$) угодий для медосбора определяли с учетом распределения площади липняков и сахаропродуктивности растения для условий РБ [8, 9].

Результаты исследований. Из данных лесохозяйственных регламентов Макаровского и Гафурийского лесничеств (2018 г.) в липовых насаждениях выделяют нектарную и товарную хозяйственные секции. К липнякам эксплуатационным (189957 га) отнесены древостои, которые в настоящее время еще не используются в качестве кормовых угодий для пчеловодства. Таких липняков на территории геопарка насчитывается 69,959 тыс. га, или 32,8 % от всей площади липняков.

Площади липовых насаждений на территории геопарка, расположенные в Макаровском лесничестве, составляют 23,3 % лесопокрытой площади и в Гафурийском – 21,1 %. Таким образом, лесничества на территории геопарка, за исключением липовых насаждений Стерлитамакского лесничества, относятся к третьей группе липовых лесов, которые подвергаются антропогенному воздействию. При этом распределение липняков по группам возраста в лесничестве крайне неравномерное. На территории геопарка значительные площади занимают спелые и перестойные липы (77,4 %), припевающие 24388 га (11,4 %) (рис. 1).

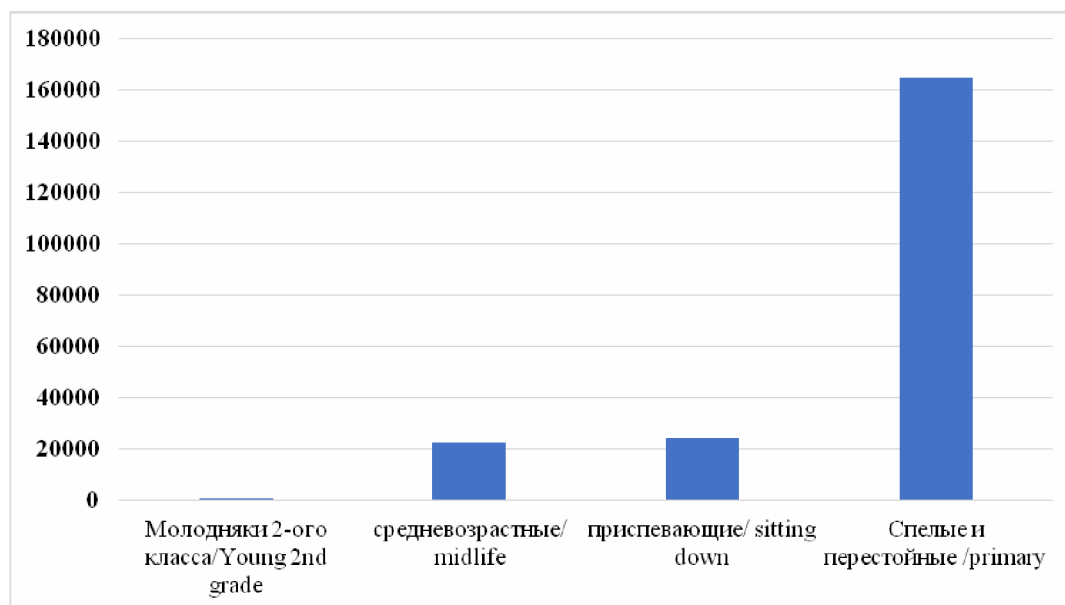


Рис. 1. Площади лесных земель с преобладанием липы по группам возраста в геопарке Торатау, га.

Fig. 1. Linden forest area by groups Geopark of Toratau, ha.

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Преобладание спелых и перестойных древостоев *Tilia cordata* характеризует изучаемые угодья как ценные для отрасли пчеловодства. Поэтому выделение липняков по группам возраста имеет важное практическое значение для эффективного использования ресурсов и получения продуктивных медосборов. Необходимо отметить, что отсутствие достаточных площадей младших групп возраста отрицательно скажется на медовую продуктивность изучаемых лесных участков в будущем. Для получения устойчивых медосборов следует формировать разновозрастные древостои и ступенчатость полога с тем, чтобы обеспечивалась достаточная освещенность возможно большей части крон.

Для определения точности полученных результатов по биоресурсному потенциалу медоносных угодий в липовом древостое нами проведены расчеты этого показателя с учетом лесоводственно-таксационных признаков на примере Шихановского участкового лесничества Макаровского лесничества.

Шихановское участковое лесничество имеет общую площадь 12339 га. В лесах лесопарковой зоны (1478 га) запрещено ведение сельского хозяйства, в том числе и расположение пасек. Особо охраняемой природной территорией в 52 квартале лесничества является Пещера Зигановка. Знание площадей и биоресурсного потенциала дикорастущих растений важно для сохранения естественной флоры и поддержания генетической чистоты популяции аборигенной бурзянской бортовой пчелы.

Многолетними исследованиями установлено, липа начинает цвести в 13-15 лет, выделять нектар в 20-25 лет. Степень цветения липы в насаждениях динамичный показатель. Увеличение интенсивности цветения наблюдается с изменением возраста и среднего диаметра древостоев.

Удобной универсальной вычислительной средой для решения задач обработки экспериментальных данных является табличный процессор MS Excel. Нами предложена сортировка и фильтрация таксационных данных по цвету, что значительно упрощает анализ показателей, оперативно систематизируя и определяя необходимые сведения, а также помогает визуально проследить за динамикой их изменений. Для упрощения расчетов биоресурсного потенциала угодий липняков нами предложен алгоритм расчетов. Методика вычислений заключается в присвоении цвета ячейки в табличном процессоре каждому из лесоводственно-таксационных характеристик, необходимых для уточнения. В редакторе *Visual Basic* используется новый кодированный модуль через меню **Insert – Module**. Для создания формулы ячейки необходимо использовать следующую цепочку действий:

- во вкладке *Формулы* в панели инструментов входим во *Вставка функций*;
- выбираем категорию *Определенные пользователи*;
- в категории выбираем функцию *SumCellByColor*;
- вводим аргументы функции: в *RData* все ячейки определяемого показателя, в *CellRefColor* ячейку с цветом для расчета.

В результате получаем оперативное решение поставленных задач для определения площадей по всем необходимым лесоводственно-таксационным признакам (рис. 2).

1	площадь, га	доля участия липы в формуле состава	возраст	Полнота	расчетная площадь, га	1-0,8	0,7-0,6	0,5-0,3	сахаропроductивность, кг/га
2									
3	81,3	5	50	0,8	40,65	30	0,44	13,34	0
4	82,5	6	70	0,8	19,3	40	107,07	3,88	0
5	18,4	6	70	0,6	11,04	50	64,03	32,11	12,07
6	9,2	4	60	0,7	3,68	60	50,99	257,22	13,27
7	2,2	4	60	0,6	0,88	70	69,39	636,61	78,91
8	2,9	4	60	0,6	1,16	80	33	678,17	132,12
9	15,5	7	70	0,7	10,85	90	10,02	291,78	52
10	6,8	6	70	0,6	4,08		334,94	1913,11	288,37
11	6,3	8	50	0,3	5,04				2536,42
12	0,8	6	80	0,6	0,88				
13	4,8	7	90	0,5	3,36	30	99	2958,812	0
14	39,1	8	90	0,7	31,28	40	37131,9	1318,8	0,0

Рис. 2. Результаты вычисления площадей с использованием разработчика и нового модуля в редакторе Visual Basic.

Fig. 2. Results of area calculation using developer and new module in Visual Basic

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Результаты вычислений показали, что смешанные древостои с преобладающим участием липы в составе древостоя составляют 2536,42 га.

Наибольшие площади составляют липняки приспевающих и спелых групп возраста в возрасте 50-90 лет (2403,04 га), с полнотой 0,7 (1210,42 га – 47,7 %), III класса бонитета, (1948,49 га – 76,8 %), тип леса снытьево-кустарничковый липняк (2035,11 га – 80,2 %) (табл. 1).

По результатам расчетов биоресурсного потенциала по классам возраста получили, что площади липняков с преобладанием приспевающих и спелых древостоев (2403,04 га) составляют 1250339 кг (табл. 2).

Таблица 1. Площади липняков по таксационным характеристикам
Table 1. Lipstick area by taxation indices

Таксационные характеристики / Taxation indices	Показатель / Indicators	Площадь, га / Areas, ha	Доля участия, % / Share, %	Таксационные характеристики / Taxation indices	Показатель / Indicators	Площадь, га / Areas, ha	Доля участия, % / Share, %
Возраст / Age	30	13,78	0,5	Полнота / Volume	0,3	7,12	0,3
	40	119,6	4,7		0,4	16,89	0,7
	50	111,64	4,4		0,5	423,24	16,7
	60	307,43	12,1		0,6	685,16	27,0
	70	799,59	31,5		0,7	1210,42	47,7
	80	827,85	32,6		0,8	177,37	7,0
	90	356,53	14,1		0,9	16,22	0,6
Тип леса / Forest type	Снк	2035,11	80,2	Бонитет / Bonitet	I	0,7	0,03
	Сн	489,83	19,3		II	161,29	6,4
	зл	11,48	0,5		III	1948,49	76,8
			80,2		IV	425,94	16,8

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

Таблица 2. Биоресурсный потенциал липняков в Шихановском участковом лесничестве, кг
Table 2. Biological Resource Potential of Lime-tree forest in Shikhanov forest management, kg

Возраст / Age	Полнота насаждений / Density of plantings		
	1.0 – 0.8	0.7 – 0.6	0.5 – 0.3
20	-	-	-
30	99	2958,812	-
40	37131,9	1318,8	-
50	27193,5	13367,4	4149,7
60	25097,3	123980,0	5300,0
70	36880,8	331737,5	34104,9
80	15585,9	364855,5	59242,6
90	5393,8	153972,3	22672,0
Итого/Total	147382,1	992190,3	125469,2

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

Поскольку ресурсы медосбора зависят не только от состава насаждений (доля участия медоноса), но и от его сахаропродуктивности, может быть введен, в частности, для липы, показатель оптимальной медовой продуктивности. Для липы этот оптимум расположен, согласно данным Е.С. Мурахтанова, в интервале возраста V-XI классов [10] и средней полноты липовых древостоев на территории геопарка 0,6 – 470 кг/га.

Заключение

Предложенная методика определения биоресурсного потенциала медоносных угодий с применением цифровых технологий позволяет автоматизировать решение практически всех задач, которые возникают в процессе выполнения камеральных работ по оценке медоносных ресурсов на больших площадях и протяженной территории. Многоцелевое использование липняков на территории Республики Башкортостан остается одним из важных направлений в научных исследованиях и ведении хозяйства в лесах. Для рационального использования медоносных ресурсов на землях лесного фонда необходимо увеличить численность пчел и целесообразно организовывать работы в медосборном сезоне, учитывая лесоводственные особенности липовых насаждений в регионе.

Список источников

1. Ресурсы медоносных растений заповедной горно-лесной зоны Республики Башкортостан / Р.Г. Фархутдинов [и др.]. // Аграрная Россия. 2013. №10. С. 30-33.
2. Формирование кадастра медоносных ресурсов Караидельского района темнохвойно-липовых лесов Уфимского плато / А.Г. Маннапов [и др.]. // Естественные и технические науки. 2021. № 7 (158). С. 88-93.
3. Кадастровая оценка медоносных ресурсов горно-лесной зоны Республики Башкортостан / Р.Р. Хисамов [и др.]. // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2014. № 2. С. 41-49.
4. Хисамов Р.Р., Фархутдинов Р.Г., Хасанов Ф.Р. Мониторинг естественных медоносных ресурсов Бугульминско-Белебеевской возвышенности в пределах Республики Башкортостан // Фундаментальные исследования. 2014. № 5-1. С. 84-88.
5. Ишемгулов А.М., Бурмистров А.Н. Медоносные ресурсы Башкортостана. - Уфа: Информреклама, 2008. 260 с.
6. Гареев Э.З. Геологические памятники природы Республики Башкортостан. Уфа: Тау, 2004. 296 с.
7. Самсонова И.Д. Медопродуктивность растительных формаций на землях лесного фонда степного Придонья // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2017. № 4 (358). С. 69-83. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.69.
8. Самсонова И. Д., Саттаров В.Н. Ресурсный потенциал угодий для медосбора степного Придонья. Воронеж: АртПринт, 2021. 210 с.
9. Кучеров Е.В., Сираева С.М. Медоносные растения Башкирии. М.: Наука, 1980. 128 с.
10. Мурахтанов Е.С. Основы организации комплексного хозяйства в липняках Средней Волги. Л.: Изд-во ЛГУ, 1972. 302 с.

References

1. Farkhutdinov RG, Khisamov RR, Kulagin AA, Yumaguzhin FG, Tashbulatov RK., Hasanov FR. Resources of honey plants on protected mountain forest zone in the Republic of Bashkortostan. *Agrarian Russia*. 2013;(10): 30-33. (In Russ.).
2. Mannapov AG, Talypov MA, Khisamov RR, Farkhutdinov RG, Mustafin RF, Dikhin DR, et al. Formation of the inventory of honey-bearing resources of the Karaidelsky district of the dark coniferous-lime forests of the Ufa plateau. *Natural and technical sciences*. 2021;7(158): 88-93. (In Russ.).
3. Khisamov RR, Farkhutdinov RG, Tashbulatov RK, Kulagin AA. Cadastral evaluation of melliferous resources of the mountain and forest zone of the Republic of Bashkortostan. *Bulletin of Udmurt University*. 2014;(2): 41-49. (In Russ.).
4. Khisamov RR, Farkhutdinov RG, Khasanov FR. Monitoring of natural melliferous resources of Bugulma-Belebey upland within Bashkortostan Republic. *Fundamental research*. 2014;5(1): 84-88. (In Russ.).
5. Ischemgulov AM, Burmistrov AN. *Honey resources of Bashkortostan*: reference book Ufa: Informreklama; 2008. (In Russ.).

6. Gareev EZ. *Geological natural monuments of the Republic of Bashkortostan*. Ufa: Tau; 2004. (In Russ.).
7. Samsonova ID. Melliferous capacity of plant formations in forest area lands of the steppe Don region. *Russian Forestry Journal*. 2017;4(358): 69-83. (In Russ.). Available from: DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.69.
8. Samsonova ID, Sattarov VN. *Resource potential of land for the me-additional collection of the steppe Pridonya*. Voronezh: ArtPrint; 2021. (In Russ.).
9. Kucherov EV, Siraeva SM. *Honey plants of Bashkiria*. Moscow: Science; 1980. (In Russ.).
10. Murakhtanov ES. *The foundations of the organization of an integrated economy in the lipnyaks of the Middle Volga*. Leningrad: Publishing House of Leningrad State University; 1972. (In Russ.).

Информация об авторах

- И. Д. Самсонова** – доктор биологических наук, профессор кафедры лесоводства;
М. Р. Нуркаева – преподаватель, заместитель декана естественно-географического факультета по научной работе;
В. Н. Саттаров – доктор биологических наук, профессор, декан естественно-географического факультета;
Р. Р. Хисамов – доктор биологических наук, профессор кафедры кадастра недвижимости и геодезии.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 24.10.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 25.11.2022.

Information about the authors

- I. D. Samsonova** – D.Sc (Biology), Professor, the Department of Forestry;
M. R. Nurkaeva – Lecturer, Deputy Dean of the Faculty of Natural Geography for Scientific Work;
V. N. Sattarov – D.Sc (Biology), Professor, Dean of the Faculty of Natural Geography;
R. R. Hisamov – D.Sc. (Biology), Professor of the Department of Real Estate, Cadastre and Geodesy.

Contribution of 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 to the editorial office 24.10.2022; approved after review 18.11.2022; accepted for publication 25.11.2022.

Научная статья
УДК 574.2 (574.3)
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_198

Редкие и исчезающие виды грибов, лишайников, печеночников и мхов, включенные во 2-е издание Красной книги Чеченской Республики

Муса Анасович Тайсумов^{1✉}, Мухади Умарович Умаров²,
Елена Александровна Крапивина³, Жамаат Адамовна Кушалиева⁴,
Руслан Мухадинович Умаров⁵

^{1,2,5}Академия наук Чеченской Республики, Грозный, Россия

³Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик, Россия

⁴Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия

¹musa_taisumov@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-5053-8816>

²umarovbiolog@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7623-9400>

³e.a.krapivina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8756-1369>

⁴astamirova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2251-0696>

⁵umrusmuh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3529-4232>

Аннотация. В статье обоснована необходимость расширения списка охраняемых видов за счёт ранее неучтенных групп – грибов, лишайников, печеночников и мхов, играющих важную роль в функционировании экосистем. На основе современных полевых исследований, коллекционных сведений и обзора литературы составлен перечень видов грибов, лишайников, печеночников и мхов для 2-го издания Красной книги Чеченской Республики. Названия таксонов приведены в соответствии с современными таксономическими данными. Для всех видов указаны категории и охранный статус, дано краткое описание, указаны ареал – в частности, на территории Чечни, сведения о биологии и экологии, лимитирующие факторы, рекомендуемые меры охраны, источники информации. Издание 2020 г. дополнено 15 представителями грибов – макромицетов, относящихся к 11 семействам; 27 видами лишайников 12 семейств; 7 видами печеночных мхов из 6 семейств, 9 видами листостебельных мхов из 5 семейств. Учитывая важную роль в природе и жизни человека, отмечена необходимость сосредоточения большего внимания указанным группам организмов при подготовке специальных листов в вузах и детального изучения их видового состава, состояния популяций, а также поиска новых мест обитания на территории республики и др., внедрения мер по охране видов и т. д.

Ключевые слова: грибы, лишайники, печеночные мхи, листостебельные мхи, Красная книга, Чеченская Республика, охрана видов

Для цитирования: Тайсумов М.А., Умаров М.У., Крапивина Е.А., Кушалиева Ж.А., Умаров Р.М. Редкие и исчезающие виды грибов, лишайников, печеночников и мхов, включенные во 2-е издание Красной книги Чеченской Республики // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 198-206. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_198.

Scientific paper

Rare and endangered species of fungi, lichens, liverworts and mosses included in the second edition of the Red Data Book of the Chechen Republic

Musa A. Taisumov^{1✉}, Mukhadi U. Umarov², Elena A. Krapivina³, Zhamaat A. Kushaliev⁴, Ruslan M. Umarov⁵

^{1,2,5}Academy of Sciences of the Chechen Republic, Grozny, Russia

³Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia

⁴Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russia

¹musa_taisumov@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-5053-8816>

²umarovbiolog@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7623-9400>

³e.a.krapivina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8756-1369>

⁴astamirova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2251-0696>

⁵umrusmuh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3529-4232>

Abstract. The article substantiates the need of expanding the list of protected species at the expense of previously unrecorded groups (fungi, lichens, liverworts and mosses) which play an important role in the functioning of ecosystems. A list of fungi, lichens, liverworts and mosses' species was compiled for the 2nd edition of the Red Data Book of the Chechen Republic on the basis of modern field research, collection information and a review of the literature. The taxa names are given in accordance with modern taxonomic data. The following information on each species is given: categories, conservation status, a brief description, range (in particular on the territory of Chechnya), data on biology and ecology, limiting factors, recommended conservation measures, sources. The 2020 edition has been supplemented with: 1) 15 representatives of fungi - macromycetes belonging to 11 families; 2) 27 lichen species from 12 families; 3) 7 species of hepatic mosses from 6 families, 4) 9 species of leafy mosses from 5 families. As a result of the study the need for focusing more attention on these groups of organisms in the training of specialists in universities, a detailed study of their species composition, the state of populations, the search for new habitats on the territory of the republic and the introduction of protection measures is noted.

Key words: *fungi, lichens, hepatic mosses, leafy mosses, Red Data Book, Chechen Republic, species protection*

For citation: Taysumov M.A., Umarov M.U., Krapivina E.A., Kushaliev Zh.A., Umarov R.M. Rare and endangered species of fungi, lichens, liverworts and mosses included in the second edition of the Red Data Book of the Chechen Republic. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 198-206. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_198.

Введение. Сохранение биоразнообразия – разнообразия видов животных и растений, ландшафтов и экосистем – актуальнейшая задача современности. Сохранение биоразнообразия не является просто новым направлением охраны природы, это – неотъемлемая составная часть концепции перехода человечества на принципы устойчивого развития.

Охрана всего живого на Земле не является узкой задачей определенных групп и кругов, а задачей всего человечества и одновременно условием его выживания на планете. В 1992 году в Рио-де-Жанейро подписана Конвенция о биологическом разнообразии. В 1996 году Конвенция была ратифицирована Россией. В 2001 году принята «Национальная стратегия сохранения биоразнообразия в России». В 2004 году утверждена «Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов Российской Федерации», которая является документом долгосрочного планирования и определяет цель, задачи, приоритеты и основные направления деятельности в области сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов. Одним из основных направлений деятельности, определенных Стратегией, является создание и ведение по единой методике Красных книг субъектов Российской Федерации.

Красная книга Чеченской Республики – это официальный документ, содержащий свод информации о редких и находящихся под угрозой исчезновения объектах живой природы – животных, растениях, лишайниках и грибах. Первое издание Красной книги Чеченской Республики вышло в свет в 2007 году. В него было внесено 347 видов: 158 видов растений и 189 видов животных.

Подготовка второго издания Красной книги Чеченской Республики велась в рамках Государственной программы Чеченской Республики «Охрана окружающей среды и развитие лесного хозяйства Чеченской Республики», утвержденной постановлением Правительства Чеченской Республики от 19 декабря 2013 года № 347. Исследования, предпринятые в ходе выполнения 4-х этапов исследований в рамках программы ведения Красной книги ЧР, позволили значительно расширить и уточнить наши представления о распространении, образе жизни и природоохранном статусе редких видов растений и животных.

Во второе издание вошли редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды грибов, мхов и лишайников. При работе по инвентаризации редких видов и подготовке нового издания Красной книги были обобщены все имеющиеся доступные данные. Министерством природных ресурсов и охра-

ны окружающей среды и научными организациями Чеченской Республики были организованы экспедиционные работы с целью поиска ранее известных и новых местонахождений видов, обследования малоизученных территорий, подтверждения исторических находок отдельных редких видов.

Цель работы

Материалы и методы исследования. В описаниях видов, рекомендуемых для раздела «Лишайники» во втором издании Красной книги Чеченской Республики, отражены: систематическое положение вида, местонахождения, численность и встречаемость, соэкологический статус, местообитания, распространение, выделены лимитирующие факторы. Приведен статус видов в Красных книгах республик Северного Кавказа.

Категории охраны видов приведены в соответствии с системой, принятой в Красной книге РФ (2008), с некоторыми уточнениями из Красной книги Московской обл. (1988):

0 – вероятно, исчезнувшие таксоны и популяции, известные ранее на территории (в акватории), нахождение которых в природе не подтверждено за последние 50 лет, но в то же время возможность их сохранения нельзя исключить полностью;

1 – находящиеся под угрозой исчезновения таксоны и популяции, численность особей которых уменьшилась до критического уровня таким образом, что в ближайшее время они могут исчезнуть;

2 – таксоны и популяции с неуклонно сокращающейся численностью;

3 – редкие таксоны и популяции, которые имеют малую численность и распространены на ограниченной территории (акватории) или спорадически распространены на значительных территориях (акваториях);

4 – неопределенные по статусу таксоны и популяции, которые, вероятно, относятся к одной из предыдущих категорий, но достаточных сведений об их состоянии в природе в настоящее время нет, либо они не в полной мере соответствуют критериям всех остальных категорий.

Названия видов даны согласно списку видов России (2010).

Полученные результаты и их обсуждение. В 1-е издание Красной книги Чеченской Республики [7, 8], являющейся юридическим документом и руководством для защиты редких видов, из растений были занесены лишь сосудистые растения (хвощи, папоротникообразные, голосеменные и покрытосеменные (цветковые)). Из-за отсутствия на тот период достаточной информации в неё не были включены такие группы, как грибы, лишайники, печеночники и мхи, играющие важную роль в жизни природы и человека.

Являясь сапрофитами, *грибы* разлагают органические соединения (подстилки из листьев и древесины) почвы до минеральных веществ и участвуют в почвообразовательных процессах, повышают её плодородие, способствуют очищению почвы от патогенных организмов, влияют на развитие цветковых растений (микориза). Поселяясь на древесных остатках, валежниках, на порубках в лесу, они являются важным звеном в процессе разложения опавших сучьев и порубочной древесины. Плодовые тела шляпочных грибов служат пищей для птиц, зверей и других животных, многие из них употребляются в пищу и человеком. Некоторые из грибов образуют ряд физиологически активных веществ и широко используются человеком для различных целей [3].

Для всех видов грибов скорректированы категории статусов и приведены сведения о распространении их на территории республики. Большинство из предложенных к внесению в региональную Красную книгу видов грибов по типу питания подразделяются на сапротрофы и микоризообразователи, в свою очередь сапротрофы подразделяются на сапротрофы опада и подстилки и ксилотрофы, которые в свою очередь обитают как на живой так и мертвой древесине различных древесных пород, способствуя развитию гнили, разрушая ее. По принадлежности к биотопам преобладают лесные виды, многие из которых являются облигатными микоризообразователями.

Лишайники широко распространены в природе, встречаются практически во всех наземных и некоторых водных экосистемах, составляя заметную часть растительного покрова. Как компоненты биогеоценозов, они играют определённую роль в жизни, динамике и круговороте веществ. С ними связана и жизнь многих живых организмов, в основном, беспозвоночных, но питаются ими и некоторые крупные животные. Поселяясь на стволах деревьев, поверхностях камней и почве, они усложняют структуру биогеоценозов, влияют на круговорот веществ, повышают эффективность использования солнечной радиации. Различные вещества, содержащиеся в них, при разложении слоевища, попадая в почву, способствуют накоплению в ней ряда химических элементов и образованию гуму-

са. Лишайниковые кислоты ингибируют прорастание семян и развитие проростков травянистых и древесных растений, а некоторые из них (физодовая, усниновая, вульпиновая и др.) подавляют рост грибов – разрушителей древесины. Нередко они первыми поселяются на обнаженных субстратах, участвуют в химическом выветривании пород. Многие лишайники используются для оценки степени загрязненности окружающей среды и индикации её экологического состояния. Некоторые из них, обладающие целебными свойствами, используются в научной и народной медицине, другие – для получения спирта, в парфюмерной промышленности, для получения красок [2,4].

Моховидные (включая *печеночные* и *листочкельные мхи* [1]), являясь компонентом многих экосистем, играют важную роль в регулировании водного баланса континентов. Аккумулируя в себе многие вещества, они способны быстро впитывать влагу и сравнительно прочно её удерживать. И в то же время они способствуют переводу поверхностного стока вод в подземный, предохраняя земли от эрозии. Могут снижать продуктивность сельскохозяйственных земель, вызывая их замоховение и заболачивание. Практически не поедаются животными, мало повреждаются насекомыми, бактериями, грибами. Некоторые из них (сфагнум) обладают антибиотическими свойствами и применяются в медицине. Мхи используются в строительстве (для получения прессованных плит), торф применяют в сельском хозяйстве, используется в качестве топлива [1].

Со времени выхода 1-го издания Красной книги Чеченской Республики прошло около 15 лет. В течение этого периода велись полевые исследования видового состава, состояния и численности популяций отдельных видов грибов, лишайников и моховидных, анализ литературных источников [5, 6, 9, 10, 12]. Были получены предварительные сведения о систематическом составе и состоянии популяций выявленных видов из перечисленных таксонов, изучены ареалы и местообитания конкретных видов, обнаружены новые точки их распространения, определен и охранный статус. Определен перечень редких и исчезающих видов, нуждающихся в охране, включенных во 2-е издание республиканской Красной книги [7]: 15 представителей грибов – макромизетов, относящихся к 11 семействам; 27 видов лишайников; 7 видов печеночных и 9 видов листовкельных мхов.

Названия таксонов, используемые во 2-м издании Красной книги Чеченской Республики, приведены в соответствии с современными таксономическими данными.

Лишайники в новом издании региональной Красной книги выделены в отдельную группу в соответствии со структурой федеральной Красной книги [7]. Они представлены эпифитной и эпигейной эколого-субстратными группами.

В соответствии с рекомендациями [11] в новом издании региональной Красной книги принята шкала категорий статусов для оценки состояния видов, используемая в Красной книге Российской Федерации.

По результатам многолетних наблюдений в природе и последующего анализа во 2-е издание Красной книги Чеченской Республики дополнительно включены следующие таксоны:

ГРИБЫ

Порядок Агариковые – Agaricales

Семейство Шампиньоновые - Agaricaceae

1. *Agaricus spissicaulis* F.H. Muller, *Friesia* – Шампиньон плотноножковый
2. *Tricholoma colossus* (Fr.) Quél., *Mém. Soc. Émul. Montbéliard Sér.* – Рядовка исполинская

Порядок Болетовые – Boletales

Семейство Болетовые – Boletaceae

3. *Boletus fragrans* Vittad., *Descr.* – Болет ароматный
4. *Gyroporus cyanescens* (Bull.) Quel. – Гиропор синеющий
5. *Strobilomyces strobiliformis* Beck, *Z. Pilzk.* – Шишкогриб хлопьяножковый

Порядок Гомфовые – Gomphales

Семейство Клавариладельфовые – Clavariadelphaceae

6. *Clavariadelphus pistillaris* (L.) Donk – Клавариладельфуспестичный
7. *Phellinus quercinus* (J.D. Zhao) J.D. Zhao – Феллинус дубовый

- Порядок Полипоровые – Polyporales
Семейство Фомитопсисовые – Fomitopsidaceae
8. *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray – Грифолакурчавая
Семейство Ганодермовые – Ganodermataceae
9. *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. – Ганодерма блестящая
Семейство Полипоровые – Polyporaceae
10. *Lentinellus suavissimus* Fr. – Лентинеллус привлекательнейший
11. *Lenzites warnieri* Durieu & Mont. – Ленцитес Варнье
12. *Polyporu sarcularius* (Batsch) Fr. – Полипорус ямчатый
13. *P. umbellatus* (Pers.) Fr. – П. зонтичный
Порядок Пориевые – Poriales
Семейство Кориоловые – Coriolaceae
14. *Haaploporus odoratus* (Sommerf.) Bondartsev & Singer ex Singer – Хаплопорус душистый
Порядок Сыроежковые – Russulales
Семейство Герициевые – Hericiaceae
15. *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. – Ежовик коралловидный

ЛИШАЙНИКИ

- Порядок Кониоцибовые – Coniocybales
Семейство Кониоцибовые – Coniocybaceae
16. *Chaenotheca brachypoda* (Ach.) Tibell – Хенотека коротконожковая
Порядок Калициевые – Caliciales
Семейство Калициевые – Caliciaceae
17. *Pухine soredata* (Ach.) Mont. – Пиксина соредиозная
Порядок Лекацоровые – Lecanorales
Семейство Кладониевые – Cladoniaceae
18. *Cladonia cryptochlorophaea* Asahina – Кладония скрыто-темно-зеленая
19. *C. macrophylla* (Schaer.) Stenh – К. крупнолистная
20. *C. merochlorophaea* Asahina – К. частично-темно-зеленая
21. *C. pleurota* (Flörke) Schaer. – К. бокоплодная
22. *C. scabriuscula* (Delise) Nyl. – К. шероховатая
Семейство Пармелиевые – Parmeliaceae
23. *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale – Гипотрахина Отогнутая
24. *Letharia vulpina* (L.) Hue – Летария лисья
25. *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy – Пармотрема сетчатая
26. *Usneaflorida* (L.) F. H. Wigg. – Уснея цветущая
27. *Vulpicida juniperinus* (L.) J.-E. Mattson & M.J. Lai – Вульпицида можжевельная
28. *Xanthoparmelia verruculifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch – Ксанто-пармелия бородавчатоносная
Семейство Рамалиновые – Ramalinaceae
29. *Ramalina sinensis* Jatta – Рамалина китайская
30. *R. fastigiata* (Pers.) Ach. – Р. равновершинная
Семейство Сферофорусовые – Sphaerophoraceae
31. *Sphaerophorus fragilis* (L.) Pers. – Сферофор усломкий
Семейство Стереокцуловые – Stereocaulaceae
32. *Lepraria diffusa* (J.R. Laundon) Kukwa – Лепрария раскидистая
Порядок Пельтигеровые – Peltigerales
Семейство Коллемовые – Collemataceae
33. *Stereocaulon dactylophyllum* Flörke – Стереокаулон пальчатолыственный
34. *Leptogium burnetiae* C.W. Dodge – Лептогиум Бурнета
35. *Lobaria amplissima* (Scop.) Forssell – Лобария широчайшая
36. *L. scrobiculata* (Scop.) DC. – Л. ямчатая
37. *Sticta sylvatica* (Huds.) Ach. – Стикта Лесная

- Семейство Лобариевые – Lobariaceae
38. *Peltigera ponojensis* Gyeln. – Пельтегера понойская
 Порядок Телосхистовые – Teloschistales
 Семейство Телосхистовые – Teloschistaceae
39. *Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr. – Калоплака ржавая
40. *C. nivalis* (Körb.) Th. Fr. – К. снежная
 Порядок Пертузариевые – Pertusariales
 Семейство Икмадофиловые – Icmadophilaceae
41. *Icmadophila ericetorum* (L.) Zahlbr. – Икмадофила пустошная
 Порядок Умбиликариевые – Umbilicariales
 Семейство Умбиликариевые – Umbilicariaceae
42. *Umbilicaria deusta* (L.) Baumg. – Умбиликария обугленная

Печеночные мхи

- Порядок Юнгерманниевые – Jungermanniales
 Семейство Анастрофилловые – Anastrophyllaceae
43. *Isopaches decolorans* (Limpr.) H. Buch. – Изопахес обесцвеченный
 Семейство Юнгерманниевые – Jungermanniaceae
44. *Liochlaena subulata* (Evans) Schljak. – Лиохлена шиловидная
 Семейство Скапаниевые – Scapaniaceae
45. *Scapania Helvetica* Gottsche. – Скапания швейцарская
46. *Sc. verrucosa* Heeg. – С. бородавчатая
 Порядок Лунурядиевые – Lunulariales
 Семейство Лунуляриевые – Lunulariaceae
47. *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb. – Лунулярия крестовидная
 Порядок Пореляловые – Porellales
 Семейство Фрулланиевые – Frullaniaceae
48. *Frullania parvistipula* Steph. – Фруллания мелколисточковая
 Семейство Леженеевые – Lejeuneaceae
49. *Cololejeunea calcarea* (Libert.) Schiffn. – Кололежения известняковая

Листостебельные

- Порядок Дикрановые – Dicranales
 Семейство Дикрановые – Dicranaceae
50. *Oreas martiana* (Hoppe et Hornsch. ex Hornsch.) Brid. – Ореас Марциуса
 Порядок Гипновые – Hypnales
 Семейство Фаброниевые – Fabroniaceae
51. *Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid. – Фаброния реснитчатая
 Порядок Ортотриховые – Orthotrichales
 Семейство Ортотриховые – Orthotrichaceae
52. *Orthotrichum vladikavkanum* Vent. – Ортотрихум владикавказский
 Порядок Портиевые – Pottiales
 Семейство Портиевые – Pottiaceae
53. *Aloina rigida* (Hedw.) Limpr. – Алоина жесткая
54. *Barbula crocea* (Brid.) Web. et Mohr – Барбула шафранно-желтая
55. *Hilpertia velenovskyi* (Schiffn.) Zander – Хилпертия Веленовского
56. *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix. – Птеригонев румяйцевидный
57. *Tortula lingulata* Lindb. – Тортула Язычковая
 Порядок Сплахновые – Splachnales
 Семейство Сплахновые – Splachnaceae
58. *Tayloria serrata* (Hedw.) B.S.G. – Тэйлория пыльчатая

В связи с ограниченным тиражом 2-го издания республиканской Красной книги (всего 600 экз.), отсутствием её в большинстве библиотек образовательных учреждений республики необходимо уделить внимание популяризации знаний среди населения о редких, подлежащих охране видах грибов, лишайников, печеночников и мхов, играющих важную роль в круговороте веществ в экосистемах. Этому будут способствовать тематические передачи и публикации в СМИ и научных изданиях, научно-познавательные экскурсии на природу, проведение различных мероприятий (конференций, выставок, конкурсов и др.) по природоохранной и экологической тематике.

Сохранению перечисленных видов растений будут способствовать: запрет рубок деревьев и другой хозяйственной деятельности, нарушающей места обитания видов; ограничение рекреационной нагрузки на этих территориях; охрана видов, растений в биологических заказниках, в Аргунском государственном историко-архитектурном и природном заповеднике и на других территориях; организация специализированных ботанических микрозаказников; изучение эколого-биологических особенностей видов; контроль за состоянием и динамикой популяций; запрещение сбора населением редких видов грибов, разведение их культуры в разных популяциях.

Заключение

Определён перечень редких и исчезающих видов растений, нуждающихся в охране и включенных во 2-е издание республиканской Красной книги: 15 представителей грибов – макромицетов, относящихся к 14 родам, 11 семействам; 27 видов лишайников (лихенофлоры) из 20 родов, 12 семейств; 7 видов печеночных мхов из 6 родов и семейств; 9 видов листостебельных мхов из 9 родов, 5 семейств. Определены меры по охране видов, наиболее действенными из которых являются сохранение их в пределах заповедных территорий и других естественных местообитаний.

Список источников

1. Абрамова И.И., Абрамов А.Л. Хозяйственное значение моховидных и их роль в природе // Жизнь растений. Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения. / под ред. А.А. Федорова. М.: Просвещение, 1978. С. 55-56.
2. Голубкова Н.С. Роль лишайников в природе // Жизнь растений. Т. 3. Водоросли. Лишайники. / под ред. проф. М.М. Голлербаха. М.: Просвещение, 1977. С. 432-433.
3. Горленко М.В. Отдел грибы (Mycota)/ грибов в природе и жизни человека // Жизнь растений. Т. 2. Грибы / под ред. проф. М.В. Горленко. М.: Просвещение, 1976. С. 21-22.
4. Закутнова В.И. Флора лишайников лесного пояса Чечено-Ингушетии : автореф. дис. ... канд. биолог. наук : 03.00.05. – Баку: Институт ботаники им. В. Л. Комарова, 1989. 20 с.
5. Крапивина Е.А., Кушалиева Ж.А. Макромицеты государственного биологического заказника «Зеленая зона города Грозный» // Развитие регионов в XXI веке : Материалы I Международной научной конференции, посвященной году охраны окружающей среды в России; 25-летию государственной экологической службы в РСО-А; 20-летию образования кафедры геоэкологии и устойчивого развития в Северо-Осетинском государственном университете им. К. Л. Хетагурова; памяти Макоева Хетага Хасановича, кандидата географических наук, доцента, заслуженного эколога РСО-А, основателя кафедры геоэкологии и устойчивого развития в Северо-Осетинском государственном университете им. К. Л. Хетагурова, 31 октября - 2 ноября 2013 года / Правительство Республики Северная Осетия-Алания, каф. ЮНЕСКО «Региональные проблемы охраны окружающей среды и народонаселения» и др.; редкол.: Хацаева Ф. М. и др. Ч. 1. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2013. – С. 285-288.
6. Лингинолитический ферментативный комплекс дереворазрушающих грибов Центрального Кавказа / Е.А. Крапивина [и др.]. // Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия России и сопредельных стран : Материалы Всероссийской научной конференции 13-15 мая 2013, Владикавказ, 13–15 мая 2013 года / Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова. – Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, 2013. – С. 50-56. – EDN AWMСАС.
7. Красная книга Чеченской Республики (второе издание). – Ростов-на-Дону: Южный издательский дом, 2020. 480 с.
8. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

9. Красная книга Чеченской Республики. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / под ред. Умарова М.У. Грозный: Южный издательский дом, 2007. 432 с.
10. Ксилотрофные базидиомицеты долины р. Терек / М.А. Тайсумов [и др.]. // Актуальные проблемы биологии и экологии : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Грозный, 26–27 апреля 2013 года. – Грозный: Султанбегова Х.С., 2013. С. 184-191. – EDN SMWFJD.
11. Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации. - М.: б.и., 2006. 20 с.
12. Комплексный анализ и конспект макромицетов Чеченской Республики / М.А. Тайсумов [и др.]. // Вестник Академии наук Чеченской Республики. № 1 (16) 2012. С. 31-36.

References

1. Abramova II, Abramov AL. Economic importance of bryophytes and their role in nature. In: Fedorov AA. (eds.) *Plant life*. Vol. 4. Mosses. Plownies. Horsetails. Ferns. Gymnosperms. Moscow: Enlightenment; 1978. p. 55-56. (In Russ.).
2. Golubkova NS. The role of lichens in nature. In: Hollerbach MM. (eds.) *Life of Plants*. Vol. 3. Seaweed. Lichens. Moscow: Enlightenment; 1977. p. 432-433. (In Russ.).
3. Gorlenko MV. Department of fungi (Mycota) / fungi in nature and human life. In: Gorlenko MV. (eds.) *Plant Life*. Vol. 2. Mushrooms. Moscow: Enlightenment; 1976. p. 21-22. (In Russ.).
4. Zakutnova VI. Flora of lichens in the forest belt of Checheno-Ingushetia [dissertation abstract]. Baku: Institute of Botany after named V. L. Komarov; 1989. (In Russ.).
5. Krapivina EA, Kushalieva ZhA. Macromycetes of the State Biological Reserve «Green Zone of the City of Grozny». In: *Development of regions in the XXI century : materials of the I International Scientific Conference dedicated to the Year of Environmental Protection in Russia; the 25th anniversary of the State Environmental Service in RNO-Alania; The 20th anniversary of the formation of the Department of Geoecology and Sustainable Development at the K. L. Khetagurov North Ossetian State University; in memory of Makoev Khetag Khasanovich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Honored Ecologist of the RSO-A, founder of the Department of Geoecology and Sustainable, 31 October - 2 November 2013, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: Information and printing center of North Ossetian State University; 2013. p. 285-288. (In Russ.).
6. Krapivina EA, Gabeeva ZP, Kushalieva DA, Shkhagapsoev SH, Nikolaev IA, Taisumov MA. Lingulytic enzymatic complex of wood-destroying fungi of the Central Caucasus. In: *Actual problems of ecology and biodiversity conservation in Russia and neighboring countries: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference 13-15 May, 2013, Vladikavkaz, North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov*. Vladikavkaz: North Ossetian State University K.L. Khetagurov; 2013. p. 50-56. (In Russ.). – EDN: AWMCAC.
7. *Red Book of the Chechen Republic*. 2nd ed. Rostov-on-Don: Southern Publishing House LLC; 2020. (In Russ.).
8. *Red Book of the Russian Federation. Plants and mushrooms*. Moscow: Association of scientific publications KMK; 2008. (In Russ.).
9. Umarov MU, editor. *Red Book of the Chechen Republic. Rare and endangered plant and animal species*. Grozny: Southern Publishing House; 2007. (In Russ.).
10. Taysumov MA, Kushalieva Zh.A, Salamov AK, Krapivina EA. Xylotrophic basidiomycetes of the R. Terek valley. In: *Actual problems of biology and ecology: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, 26–27 April 2013, Grozny*. Grozny: Sultanbegova Kh.S; 2013. p. 184-191. (In Russ.). EDN: SMWFJD.
11. Guidelines for maintaining the Red Book of the subject of the Russian Federation. Moscow; 2006. (In Russ.).
12. Taysumov MA, Krapivina EA, Umarov MU, Astamirova MA.-M. Comprehensive analysis and synopsis of macromycetes of the Chechen Republic. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic*. 2012;1(16): 31-36. (In Russ.).

Информация об авторах

М. А. Тайсумов – доктор биологических наук, профессор;

М. У. Умаров – доктор биологических наук, профессор;

Е. А. Крапивина – кандидат биологических наук, доцент;

Ж. А. Кушалиева – соискатель (аспирант);

Р. У. Умаров – кандидат биологических наук.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 31.10.2022; одобрена после рецензирования 09.11.2022; принята к публикации 16.11.2022.

Author information

M. A. Taysumov – D.Sc (Biology), Professor;

M. U. Umarov – D.Sc (Biology), Professor;

E. A. Krapivina – PhD (Biology), Associate Professor;

G. A. Kuschalieva – postgraduate student;

R. M. Umarov – PhD (Biology), Associate 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 31.10.2022; approved after reviewing 09.11.2022; accepted for publication 16.11.2022.

Научная статья
УДК 615.322
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_207

Исследование функциональной активности Melissa лекарственной (Melissa officinalis L.) с использованием поведенческих моделей

Зинаида Григорьевна Хабаева^{1✉}, Валентина Созыркеевна Гаппоева²,
Азамат Черменович Чивиев³

^{1,2}Северо-осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

³Центр развития творчества детей и юношества «Интеллект», Владикавказ, Россия

¹zinahabaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7214-7827>

²valentina.gappoeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3127-4122>

³a.chiviev@mail.ru

Аннотация. В работе, выполненной на базе Северо-Осетинского госуниверситета, оценивали характер функциональной активности *мелиссы лекарственной (Melissa officinalis L., сем. Lamiaceae)* на крысах линии Wistar (самки, весом 175-210 г.) с использованием физиологических моделей поведения. Оценку поведенческих реакций осуществляли на трех тест-системах «Приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ), «Черно-белая камера» (ЧБК) и «Открытое поле» (ОП) в определенной последовательности, с учетом стрессогенности используемых установок для животного и возможности развития привыкания. Готовили водно-спиртовые настои *мелиссы лекарственной, донника лекарственного и цикория обыкновенного. Мелисса лекарственная* (тест ЧБК) вызвала повышение количества и время выгладывания из темной части камеры более чем в 2 раза; продолжительности нахождения животных в светлой камере более чем в 5 раз и соответственно уменьшение нахождения в темном отсеке камеры. Одновременно достоверно снижалась частота уринаций. По тесту ПКЛ уменьшалось количество замираний более чем в 2 раза, а их продолжительность более чем в 5 раз и достоверно снижалось число уринаций. На модели ОП снизились латентный период выхода в периферию (в 2 раза), продолжительность актов груминга (в 3 раза); число замираний уменьшилось практически в 5, а их продолжительность более чем в 6 раз. Одновременно наблюдали также достоверное повышение горизонтальной ($p < 0.05$) и вертикальной ($p < 0.05$) двигательной активности, количество обнюхивания норок ($p < 0.01$). Такого рода данные расцениваются как выраженный анксиолитический эффект действия *мелиссы лекарственной*, выявленный по всем трем используемым тестам. При использовании *цикория обыкновенного* изменения носили менее выраженный характер, однако их динамика также указывала на проявление седативного эффекта экстракта на животных.

Ключевые слова: поведенческие реакции, крысы, растительные экстракты, мелисса лекарственная, цикорий обыкновенный, донник лекарственный, поведенческие модели

Для цитирования: Хабаева З.Г., Гаппоева В.С., Чивиев А.Ч. Исследование функциональной активности *мелиссы лекарственной (Melissa officinalis L.)* с использованием поведенческих моделей // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 207-216. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_207.


Scientific paper

Study of the functional activity of lemon balm (Melissa officinalis L.) using behavioral models

Zinaida G. Khabaeva^{1✉}, Valentina S. Gappoeva², Azamat Ch. Chiviev³

^{1,2}North Ossetian State University, Vladikavkaz, Russia

³The Children Creative Development Centre «Intellect», Vladikavkaz, Russia

¹ zinhabaeva@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0001-7214-7827>

² valentina.gappoeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3127-4122>

³ a.chiviev@mail.ru

Abstract. The nature of the functional activity of lemon balm (*Melissa officinalis* L., family Lamiaceae) on Wistar rats (females, weighing 175-210 g) was evaluated (using physiological behavioral models) in the work performed on the basis of the North Ossetian State University. Behavioral responses were assessed using three test systems (the Elevated Cross-Shaped Maze (ECM), the Black and White Camera (BWC), and the Open Field (OF)) in a certain sequence, taking into account the stress potential of the used equipment on the animal and the possibility of habituation. Water-alcohol infusions of lemon balm, sweet clover and common chicory were prepared. BWC test (using *Melissa officinalis*) caused: 1) an increase in the number and time of peeking out of the dark part of the chamber by more than 2 times; 2) the duration of the stay of animals in the light chamber by more than 5 times; 3) a decrease in the stay in the dark compartment of the chamber. At the same time, the frequency of urination significantly decreased. According to the ECM test: 1) the number of fadings decreased by more than 2 times; 2) duration decreased by more than 5 times; 3) the number of urinations significantly decreased. On the OF model: 1) the latent period of going to the periphery decreased (by 2 times); 2) the duration of grooming acts decreased (by 3 times); 3) the number of fading decreased by almost 5; 4) duration decreased by more than 6 times. At the same time, a significant increase in horizontal ($p < 0.05$) and vertical ($p < 0.05$) locomotor activity and in the amount of mink sniffing ($p < 0.01$) were also observed. Such data are regarded as a pronounced anxiolytic effect of lemon balm identified by all three tests used. When using ordinary chicory, the changes were less pronounced, but their dynamics also indicated the manifestation of the sedative effect of the extract on animals.

Keywords: behavioral responses, rats, plant extracts, lemon balm, common chicory, sweet clover, behavioral models

For citation: Khabaeva Z.G., Gappoeva V.S., Chiviev A.Ch. Study of the functional activity of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) using behavioral models. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 207-216. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_207.

Введение. Широкий спектр функциональной активности лекарственных растений определяет интерес к ним как к источнику создания новых фармакологических препаратов с заданной направленностью действия. Низкая токсичность при достаточно высокой эффективности, отсутствие побочных эффектов при длительном употреблении, относительная дешевизна и менее длительный путь от производителя до потребителя определяют приоритетность использования растительного сырья в качестве основы для создания лекарственных препаратов. Тенденция к увеличению потребности в препаратах седативного действия определяется повышением ритма жизни человека, увеличением количества окружающих его стрессогенных факторов и существенным повышением психоэмоционального напряжения, выходящего за границы нормы и определяющего возникновение донозологических состояний разного уровня. Актуальность разработки и использования лекарственных растительных препаратов определяется резким увеличением в последние годы числа потребителей в связи с уникальными свойствами фитопрепаратов, широким спектром их терапевтического действия и пр.

В качестве перспективного растительного сырья для получения препаратов, влияющих на ЦНС, рассматривается *мелисса лекарственная* (*Melissa officinalis* L., сем. *Lamiaceae*). Химический состав первичных и вторичных метаболитов *мелиссы лекарственной* определяет комплекс физиологических реакций, проявившихся в седативном, антимикробном, болеутоляющем, иммуномодулирующем, гипотензивном и пр. действии [1-8]. Настой *мелиссы лекарственной* в отечественной медицинской практике используется в качестве седативного лекарственного средства с 1997 г. [9]. В этой связи представляют интерес исследования, выполненные на тест-системах для животных, позволяющих определить особенности и разнообразие их поведения в стрессогенных для них ситуациях.

В работе была поставлена задача оценки функциональной активности растительных экстрактов из *мелиссы лекарственной*, обладающей седативным действием на батареи поведенческих тестов с целью использования ее как основы для лекарственных сборов.

Материалы и методы. Работа выполнена на 32 белых лабораторных крысах-самках линии Wistar, массой 175-210 г. Животных содержали в стандартных условиях вивария, при дневном свете и температуре 22-24 °С. Исследование на животных проводили согласно требованиям Приказа Минздрава РФ от 01.04.16 №199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики».

Оценку поведенческих реакций животных при воздействии на них лекарственных экстрактов осуществляли на 3-х тест-системах, широко используемые в доклинических исследованиях лекарственных препаратов: черно-белая камера (ЧБК), приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ) и открытое поле (ОП). Методики и возможности использования данных моделей поведения, их высокая валидность были описаны нами ранее при оценке влияния электрических компонентов атмосферы (аэроионов) на животных [17-20]. Согласно существующим представлениям при использовании батареи тестов измерения начинают с наименее стрессогенных, поэтому использовали следующую последовательность тест-систем: «ЧБК» - «ПКЛ» - «ОП». С этой же целью в день осуществляли тестирование только на одной модели. Исследуемое вещество вводили животному перорально в день тестирования и через 60 минут начинали тестирование. Регистрацию поведенческих реакций осуществляли с помощью цифровой видеосистемы № VS1304.

В качестве растительных препаратов использовало водно-спиртовые растворы *мелиссы лекарственной*, *донника лекарственного* и *цикория обыкновенного*. Отбор растительного сырья для приготовления экстрактов производился в экологически благоприятных районах Республики Северная Осетия-Алания в период с июня по июль. Траву *мелиссы лекарственной* отбирали в с. Зинцар (873 м н.у.м.) на приусадебном участке, *цикорий обыкновенный* и *донник лекарственный* – в с. Унал (904 м н.у.м.) на открытой местности. Изготовление экстрактов производили на следующий день после сбора растительного сырья.

Главным отличием способа приготовления настоящих водно-спиртовых настоев является экстрагирование свежего растительного сырья (без высушивания), что позволяет нивелировать изменение его химического состава и произвести экстракцию большого количества БАВ в первоначальном виде. Отобранное сырье измельчали до частиц размером 4-5 мм, после чего заливали 70% этиловым спиртом и настаивали в стеклянной колбе в течение 10 дней без доступа солнечных лучей. Полученный настой отфильтровывали, а оставшийся шрот отжимали и повторно заливали 20% этанолом, настаивали в течение 7 дней. Второй настой фильтровали, тщательно отжимая шрот от спирта. Далее в темную емкость сливали фильтраты, полученные в ходе экстракции сырья 70% и 20% этанолом. Экстракты хранили в холодильнике при температуре 13-15 °С. Для предотвращения влияния этилового спирта, содержащегося в исследуемых экстрактах, на поведение животных, проводили отгонку экстрагента на роторном испарителе (Heidolph, Германия) при 56 °С на 130 грт.

Донник лекарственный и *цикорий обыкновенный* использовали в качестве дополнительного контрольного исследования, т.к. эти растения по литературным источникам не обладают седативной активностью в чистом виде [10-16].

Статистическую обработку данных проводили по критерию Стьюдента для некоррелированных выборок при помощи программного обеспечения MS Excel 2016.

Результаты. Количественный анализ поведенческих реакций белых лабораторных крыс, выполненные на разных тест-системах, представлен в табл. 1, 2, 3. Результаты оценки по тесту ЧБК выявили достоверные различия в опытной группе, получавшей *мелиссу лекарственную*, по отношению к контрольной группе животных по целому ряду показателей (табл. 1). Повышались количество и время выглядываний из темной части камеры ($p < 0.05$); увеличилось время, проведенное крысами в светлой камере ($p < 0.05$) и соответственно уменьшилась продолжительность нахождения в темном отсеке модели ($p < 0.01$). В соответствии с существующей интерпретацией по тесту ЧБК такого рода данные следует рассматривать, с одной стороны, как результат активации ориентировочно-исследовательского поведения (количество выглядываний), так и снижение уровня страха (время нахождения в светлом и темном отсеках). Существенное снижение мочеиспускания ($p < 0.01$) является проявлением вегетативной реакции, также свидетельствующей о снижении стрессогенности ситуации. Во 2-й опытной группе (*цикорий обыкновенный*) происходило достоверное по отношению к контролю повышение числа и времени выглядывания из темного отсека ($p < 0.05$) и снижалось количество уринаций ($p < 0.01$), что также свидетельствовало о уменьшении стрессовых воздействий на организм, уменьшении чувства страха. Изменения оцениваемых параметров в 3 группе животных (*донник лекарственный*) имели несущественный характер,

за исключением времени выглядывания из темного отсека и числа уринаций ($p < 0.05$). Однако в этом случае количество мочеиспусканий увеличивалось, а время выглядывания – уменьшалось.

Таблица 1. Особенности влияния растительных экстрактов на поведенческую активность крыс-самок в тесте «Черно-белая камера», ($M \pm m$)

Table 1. Features of plant extracts' effects on the behavioral activity of female rats in the «Black-and-white camera» test, ($M \pm m$)

Поведенческие акты / Behavioral acts	Группы животных / Animal groups			
	Контроль (интакт) / Control (intact)	1-ая опытная / 1-st test	2-ая опытная / 2-nd test	3-я опытная / 3-rd test
Латентный период захода в темную часть, с / The latent period of entering the dark part, sec	14.05±4.50	14.0±7.6	15.3±1.5	12.5±4.8
Кол-во выглядываний из темной части, шт. / Number of peeks from the dark part, pcs	1.80±0.83	4.25±0.73*	4.75±0.89*	2.25±0.21
Время выглядываний из темной части, с / The time of peeking out of the dark part, sec	6.55±2.90	31.5±10.0*	31.2±7.7*	2.75±5.10*
Кол-во выходов из темной части, шт. / Number of exits from the dark part, pcs	0.6±0.2	1.25±0.50	1.5±0.6	0.25±0.21
Время в светлой части, с / Time in the light part, sec	21.45±4.8	66.65±17.90*	20.4±5.4	14.6±4.7
Время в темной части, с / Time in the dark part, sec	286.88±10.10	228.15±10.40**	267.9±7.1	279.0±5.2
Кол-во дефекаций, шт. / Number of defecations, pcs	0.20±0.18	0.25±0.21	0.50±0.25	0.5±0.4
Кол-во уринаций, шт. / Number of urinations, pcs	1.60±0.46	0±0**	0±0**	0.25±0.20*

Примечание: здесь и далее *1-ая опытная* – экстракт Melissa лекарственной, *2-ая опытная* – экстракт цикория обыкновенного, *3-я опытная* – экстракт донника лекарственного; М – среднее арифметическое значение, m – ошибка репрезентативности, * - $p < 0.05$ по сравнению с контролем, ** - $p < 0.01$ по сравнению с контролем.

Note: here and further, the 1-st experimental – Melissa officinalis extract, the 2-nd experimental - chicory extract, the 3-rd experimental – sweet clover extract; M - arithmetic mean, m – representativeness error, * – $p < 0.05$ compared to the control, ** – $p < 0.01$ compared to the control.

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

У крыс, получавших экстракт *melissy лекарственной* по тесту ПКЛ (табл. 2) достоверно увеличивался латентный период первого движения, снижалось время пребывания в центре, число свешиваний и продолжительность пребывания в открытых рукавах лабиринта ($p < 0.05$). Такого рода данные рассматриваются как результат угнетения поисково-ориентировочного поведения, обусловленного необычностью ситуации и стрессогенностью поведенческой модели. В тоже время, снижение количества и времени актов замираний, а также числа уринаций ($p < 0.05$) свидетельствует о снижении эмоциональной возбудимости. К тому же для самок, в отличие от самцов, характерной

вегетативной реакцией организма на страх является частота мочеиспускания, такая динамика регистрируемого показателя свидетельствует об отсутствии (или снижении) фобического компонента в эмоциональном статусе животных.

Таблица 2. Особенности влияния растительных экстрактов на поведенческую активность крыс-самок в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт», (M±m)

Table 2. Features of plant extracts' effects on the behavioral activity of female rats in the «Elevated Cross-Shaped Maze» test, (M±m)

Поведенческие акты / Behavioral acts	Группы животных / Animal groups			
	Контроль (интакт) / Control (intact)	1-ая опытная / 1-st test	2-ая опытная / 2-nd test	3-я опытная / 3-rd test
Латентный период первого движения, с / The latent period of the first movement, sec	4.20±0.59	11.2±2.3*	9.02±0.92**	17.05±5.44
Время в центре, с / Time in the center, sec	9.7±1.3	3.7±1.9*	2.50±1.25*	0±0***
Число посещений открытых рукавов, шт. / Number of visits to open sleeves, pcs	4.28±0.63	2.25±0.54*	2.50±0.75	1.75±0.41*
Число посещений закрытых рукавов, шт. / Number of visits to closed sleeves, pcs	3.2±1.3	2±0.4	1.75±0.22	2.0±0.6
Время посещений открытых рукавов, с / Time of visits to open sleeves, sec	66.06±10.70	23.4±10.1*	64.6±21.2	69.4±32.2
Время посещений закрытых рукавов, с / Time of visits to closed sleeves, sec	235.2±8.6	277.3±7.8**	241.9±25.8	228.5±26.6
Число актов дипинга, шт. / Number of dipping acts, pcs	2.80±0.34	0.50±0.43**	2.25±0.41	1.75±0.60
Число актов груминга, шт. / Number of grooming acts, pcs	3.4±1.4	2.25±0.25	1.25±0.41	0.75±0.65*
Время актов груминга, с / Time of grooming acts, sec	32.2±15.5	13.8±2.4	6.25±3.70	10.25±8.90*
Число актов замирания, шт. / Number of fading acts, pcs	1.60±0.61	0.50±0.25*	1.25±0.41	4±2.03
Время актов замирания, с / The time of the fading acts, sec	23.4±9.4	4.25±2.20*	6.0±1.9	14.7±4.5
Число вертикальных стоек, шт. / Number of vertical racks, pcs	1.8±0.4	3.0±0.7	2.25±0.90	1.0±0.4
Число дефекаций, шт. / Number of defecations, pcs	1.0±0.9	0±0	0.25±0.21	0.25±0.21
Число уринаций, шт. / Number of urinations, pcs	1.60±0.46	0.25±0.41*	0±0*	1.0±0.4

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Экстракт *цикория обыкновенного* вызвал увеличение латентного периода первого движения ($p < 0.01$), снижение времени пребывания в центре и уменьшение число уринаций ($p < 0.05$). Введение водно-спиртового настоя *донника лекарственного* спровоцировало снижение времени нахождения в центре до нулевых значений ($p < 0.01$) и числа посещений открытых рукавов ($p < 0.05$). Одновременно происходило достоверное снижение числа и время груминга (акты чистки шерсти, умывательные движения) по сравнению с контрольной группой. Считается, что реакция чистки шерсти является примером смешанного поведения, возникающего в результате конфликта позывов к исследовательскому поведению и стратегии затаивания.

На модели «Открытое поле» у животных, получавших экстракт *мелиссы лекарственной*

(табл. 3) достоверно снизился латентный период выхода в периферию ($p < 0.01$) и повысилась горизонтальная двигательная активность ($p < 0,01$). Снижение продолжительности актов груминга, числа и времени замираний ($p < 0.001$), свидетельствует о снижении общей эмоциональной возбудимости. Повышение актов обследования отверстий ($p < 0.01$) и вертикальных стоек ($p < 0.05$) указывают на повышение исследовательского драйва на фоне снижения эмоциональной реактивности. Достоверное снижение количества актов дефекаций подтверждает снижение уровня тревоги животных данной опытной группы.

Таблица 3. Особенности влияния растительных экстрактов на поведенческую активность крыс-самок в тесте «Открытое поле»

Table 3. Features of plant extracts effect on the behavioral activity of female rats in the «Open Field» test

Поведенческие акты / Behavioral acts	Группы животных / Animal groups			
	Контроль (интакт) / Control (intact)	1-ая опытная / 1-st test	2-ая опытная / 2-nd test	3-я опытная / 3-rd test
Латентный период выхода в периферию, с / Latent period of exit to the periphery, sec	5.0±0.4	2.4±0.3**	2.6±0.3**	3.2±0.6
Кол-во пересеченных центральных квадратов, шт. / Number of intersected central squares, pcs	4.4±0.6	6±2	3.5±1.2	2.25±0.2**
Кол-во пересеченных периферических квадратов, шт. / Number of intersected peripheral squares, pcs	28±6.5	40.3±4.7	30.2±4.6	11.7±1.5
Сумма пересеченных квадратов, шт. / Sum of crossed squares, pcs	32.4±4.2	46.25±6.3	31.2±8.5	14±1.9**
Вертикальная двигательная активность, шт. / Vertical motor activity, pcs	2.2±0.7	5.3±0.9*	5.25±1.2*	3.8±1.1
Число актов груминга, шт. / Number of grooming acts, pcs	3.4±0.9	0.75±0.20**	0.50±0.25**	0.75±0.20*
Продолжительность актов груминга, с / Duration of grooming acts, sec	27.9±5	9.35±2.5*	2.75±0.8**	6.45±2.1**
Число актов замиранья, шт. / Number of fading acts, pcs	7.2±0.5	1.5±0.25***	0.75±0.41***	4.25±0.5**
Время актов замиранья, с / The time of the fading acts, sec	59.5±4.3	9.25±2.8***	9.75±5.2**	67.4±5.6
Число дефекаций, шт. / Number of defecations, pcs	2.6±0.8	0.25±0.2*	0.5±0.25*	0±0*
Число уринаций, шт. / Number of urinations, pcs	0.8±0.3	0.5±0.4	0.75±0.4	0.25±0.25
Кол-во обнюхиваний норок, шт. / Number of mink sniffing, pcs	1.8±0.7	4.5±0.25**	3.25±0.4	2.75±0.4
Кол-во выходов центр, шт. / Number of outputs center, pcs	1.2±0.4	2.25±0.8	1.25±0.6	0±0*

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Введение экстракта *цикория обыкновенного* вызвало у крыс снижение латентного периода выхода в периферию ($p < 0.001$) Статистически значимыми оказались изменения вертикальной двигательной активности. О снижении эмоциональной возбудимости свидетельствует уменьшение продолжительности актов груминга ($p < 0.01$), число ($p < 0.001$) и продолжительность ($p < 0.01$) актов замираний. Экстракт *донника лекарственного* обусловил достоверное снижение количества пересеченных центральных квадратов и общей горизонтальной двигательной активности, свидетельствующие о понижении локомоторной активности. Одновременно происходило снижение актов замираний ($p < 0.01$), количество дефекаций ($p < 0.05$), а также выходов в центральную часть арены.

Обсуждение. Полученные результаты позволяют провести анализ используемых растительных экстрактов в плане реализации их функциональной активности. В соответствии с существующей интерпретацией данных по использованным поведенческим моделям, можно выделить комплекс реакций, обусловленных необычной, стрессогенной для животных обстановке (боязнь открытого и светлого пространства, боязнь высоты). В этих условиях у животных возникает рассогласование между двумя врожденными, генетически детерминированными процессами: с одной стороны, активация поисково-исследовательской реакции в ответ на новую ситуацию, и с другой, проявление реакции страха, затаивания на неадекватную для них среду. Совокупность этих реакций отражает реакции, которые возникают при невротических расстройствах (состояние беспокойства, тревоги, эмоциональной напряженности, страха и т.д.) и купируются действием анксиолитиков (транквилизаторов).

Обобщение результатов, полученные на трех экспериментальных моделях поведения, указывает на наличие анксиолитического эффекта у водно-спиртового настоя *мелиссы лекарственной*. Об этом свидетельствует, с одной стороны, повышение локомоторной (горизонтальная двигательная активность, латентный период первого движения) и поисково-исследовательской (вертикальные стойки и свешивания с открытых рукавов, обследование норок-отверстий) активности. С другой, снижение уровня тревожности (время, количество посещений открытых и закрытых рукавов, время в центре, индекс тревожности) и эмоциональной реактивности (уменьшение количества и продолжительности замираний, частоты мочеиспусканий и дефекаций).

О наличии элементов седативного действия у экстрактов *цикория обыкновенного* и *донника лекарственного* свидетельствует повышение времени выглядываний из темной части, а также снижение количества мочеиспусканий в тесте ЧБК. Экстракт *цикория обыкновенного* не оказал влияние на спонтанную двигательную активность, но тем не менее вызвал уменьшение количества замираний и актов груминга, что в совокупности говорит о снижении уровня тревоги у крыс опытной группы. В тесте «Открытое поле» экстракт *донника лекарственного* вызвал снижение горизонтальной двигательной активности и снижение уровня тревоги, изменения в исследовательской активности не обнаружены. Такие показатели как груминг и замирания в тесте ОП и ПКЛ изменились однонаправленно. Полученные результаты в совокупности указывают на наличие определенного седативного эффекта, использованного в работе экстракта *цикория обыкновенного* и *донника лекарственного*. Такого рода данные были несколько неожиданными, т.к. в литературе мы не нашли упоминания седативного проявления у данных растений. Описано гепатопротекторное и антиоксидантное действие *цикория обыкновенного* [10-12]. Для *донника лекарственного* характерными являются антигипоксическое и антиоксидантное действие, кроме того, показано, что он активизирует механизмы эритро- и лейкопоэза [13-16].

Заключение

Обобщение представленных выше данных позволяет выделить несколько групп фактов. Первое. По целому комплексу поведенческих реакций *мелисса лекарственная* снизила эффекты стрессогенной ситуации, создаваемые воздействиями экспериментальных установок. Препарат вызывал снижение реакций страха и тревожности: повышалось время пребывания животных в светлой части камеры (более чем в 5 раз), увеличивалось количество и время выглядываний из темной камеры более чем в 2 раза (тест ЧБК), уменьшалось количество замираний более чем в 2 раза, а их продолжительность более чем в 5 раз (тест ПКЛ). Еще более выраженные изменения наблюдали по тесту ОП, здесь число замираний уменьшилось практически в 5, а их продолжительность более чем в 6 раз. На этом фоне происходило изменение показателей, отражающих повышение поисково-исследовательской и локомоторной активности: повышение горизонтальной ($p < 0.05$) и вертикальной ($p < 0.05$) двигательной активности, количество обнюхивания норок ($p < 0.01$) и оптимизация

эмоциональной реактивности (достоверное уменьшение продолжительности и количества замираний, дефекаций и уринаций по всем трем тест-системам). Второе. При использовании *цикория обыкновенного* изменения носили менее выраженный характер, однако их динамика также указывала на проявление седативного эффекта экстракта на животных (по тесту ЧБК повышалось количество и время выплываний из темной части камеры соответственно в 2 и в 5 раз); достоверно уменьшалось мочевыделение ($p < 0.01$); по тесту ПКЛ уменьшалось число уреаций (контроль- 1.60 ± 0.46 , опыт- 0 ± 0); по тесту ОП происходило снижение латентного периода выхода в периферию (контроль- 5.0 ± 0.4 , опыт - 2.6 ± 0.3), повышение вертикальной двигательной активности (контроль- 2.2 ± 0.7 , опыт - 5.25 ± 1.2), достоверно уменьшались число и продолжительность актов замираний. Третье. Использование на крысах экстрактов *донника лекарственного* вызывала разнонаправленные и менее выраженные изменения регистрируемых параметров, не позволяющие однозначно трактовать полученные данные.

Список источников

1. The effects of *Melissa officinalis* supplementation on depression, anxiety, stress, and sleep disorder in patients with chronic stable angina / H. Haybar, A.Z. Javid, M.H. Haghizadeh, et al. // *Clinical Nutrition ESPEN*. 2018. № 26. P. 47-52.
2. Пояркова Н.М., Сапаркльчева С.Е., Чулкова В.В. Биологические и лекарственные особенности Melissa лекарственной (*melissaofficinalis*.) // *Аграрное образование и наука*. 2020. № 1. С. 3-10.
3. Kennedy D.O., Little W., Scholey A.B. Attenuation of laboratory-induced stress in humans after acute administration of *Melissa officinalis* (Lemon Balm) // *Psychosomatic medicine*. 2004. № 4. P. 607-613.
4. *Melissa officinalis* Extract Induces Apoptosis and Inhibits Migration in Human Colorectal Cancer Cells. / T.T. Kuo, H.Y. Chang, T.Y. Chen, et al. // *Omega of the American Chemical Society*. 2020. № 49. P. 31792–31800.
5. Feliú-Hemmelmann K, Monsalve F, Rivera C. *Melissa officinalis* and *Passiflora caerulea* infusion as physiological stress deceiver // *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2013. № 6. P. 444-451.
6. Miraj S., Rafieian-Kopaei, Kiani S. *Melissa officinalis* L: A Review Study with an Antioxidant Prospective. // *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*. 2017. Vol. 22. № 3. P. 385-394.
7. Гребенникова О.А., Палий А.Е., Логвиненко Л.А. Биологически активные вещества Melissa лекарственной // *Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского*. Серия: Биология, химия. 2013. №1 (65). С. 43-50.
8. Алексеева А.В., Мазур Л.И., Куркин В.А. Melissa лекарственная: перспективы использования в педиатрической практике // *Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского*. 2011. Т. 90. №1. С. 90-96.
9. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. - М.: Минздрав РФ, 2018. Т.1. - 1833 с.
10. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Пупыкина К.А. Изучение желчегонной и гепатопротекторной активности травы *цикория обыкновенного* // *Медицинский вестник Башкортостана*. 2015. Т. 10. № 5. С. 70-73.
11. Composition and Anti-Toxicity Effects of *Cichorium intybus* Distillate on Serum Antioxidant Status in Carbon Tetrachloride-Treated Rats / A. Seghatoleslam, Z. Khoshdel, R. Ghafouri, et al. // *Archive of Razi Institute*. 2021. Vol. 76. № 1. P. 107-117.
12. Petrovic J., Stanojkovic A., Comic Lj., Curcic S. Antibacterial activity of *Cichorium intybus* // *Fitoterapia*. 2004. Vol. 75. № 7-8. P. 7-8.
13. Сычев И.А. Механизм противовоспалительного действия полисахаридов *донника желтого* // *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова*. 2008. №1-2. С. 23-27.
14. Сычев И.А., Смирнов В.М., Колосова Т.Ю. Действие полисахаридов *донника желтого* на систему крови облучения животных // *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова*. 2006. № 1. С. 51-55.
15. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Целуковская М.М. Компонентный состав биологически активных веществ *донника лекарственного (желтого)* // *Химия растительного сырья*. 2012. № 3. С. 111-114.
16. Antioxidant and Antiinflammatory Effects of *Epilobium parviflorum*, *Melilotus officinalis* and *Cardiospermum halicacabum* Plant Extracts in Macrophage and Microglial Cells / S. Merighi, A. Travagli, P. Tedeschi, et al. // *Cells*. 2021. № 10 P. 4-13.

17. Khabaeva Z.G., Cherchesova S.K., Gappoeva V.S., Bzykov O.R. Electrical components of the external environment (aeroions) as determinants of animal behaviour // AIP Conference Proceedings. 1. Series: «I International Conference ASE-I - 2021: Applied Science and Engineering, ASE-I 2021». 2021. P. 060002.

18. Чивиев А.Ч., Хабаева З.Г. Изменение психоэмоционального статуса крыс при воздействии отрицательных аэроионов // Дни науки СОГУ. - 2022 : сборник материалов конференции молодых исследователей, Владикавказ, 27–28 апреля 2022 года. – Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 2022. – С. 317-321. – EDN IEFHVO.

19. Особенности воздействия отрицательных аэроионов на поведенческие характеристики крыс / О.Р. Бзыков [и др.]. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 3. С. 128-133.

20. Чивиев А. Ч., Хабаева З.Г. Влияние различной аэроионизации на психоэмоциональный статус крыс // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения. Приложение к материалам VII Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов–сборник статей конкурса «Первые шаги в медицине» [Электронный ресурс], Екатеринбург, 17-18 мая 2022 г. - Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2022. С. 113-119.

References

1. Haybar H, Javid AZ, Haghhighizadeh MH, Valizadeh E, Mohaghegh SM, Mohammadzadeh A. The effects of *Melissa officinalis* supplementation on depression, anxiety, stress, and sleep disorder in patients with chronic stable angina. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2018;(26): 47-52.

2. Poyarkova NM, Saparklycheva SE, Chulkova VV. Biological and medicinal features lemon balm (*Melissa officinalis*). *Agricultural education and science*. 2020;(1): 3-10. (In Russ.).

3. Kennedy DO, Little W, Scholey AB. Attenuation of laboratory-induced stress in humans after acute administration of *Melissa officinalis* (Lemon Balm). *Psychosomatic medicine*. 2004;66(4): 607-613.

4. Kuo TT, Chang HY, Chen TY, Liu BC, Chen HY, Hsiung YC, et al. *Melissa officinalis* Extract Induces Apoptosis and Inhibits Migration in Human Colorectal Cancer Cells. *Omega of the American Chemical Society*. 2020;5(49): 31792–31800.

5. Felix-Hemmelmann K, Monsalve F, Rivera C. *Melissa officinalis* and *Passiflora caerulea* infusion as physiological stress deceiver. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2013;(6): 444-451.

6. Miraj S, Rafieian-Kopaei, Kiani S. *Melissa officinalis* L: A Review Study With an Antioxidant Prospective. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*. 2017;22(3): 385-394.

7. Grebennikova OA, Paliy AE, Logvinenko LA. Biologically active substances of *Melissa officinalis*. *Scientific notes of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Series: Biology. Chemistry*. 2013;65(1):43-50. (In Russ.).

8. Alekseeva AV, Mazur LI, Kurkin VA. Medicinal melissa: prospects of use in pediatric practice. *Pediatrics. Journal named after G. N. Speransky*. 2011;90(1): 90-96. (In Russ.).

9. *State Pharmacopoeia of the Russian Federation*. 14th ed. Vol. 1. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2018. (In Russ.).

10. Saibel OL, Dargaeva TD, Pupykina KA. The study of choleric and hepatoprotective activity of *chicorium intybus* L. *Bashkortostan Medical Journal*. 2015;59(5): 70-73. (In Russ.).

11. Seghatoleslam A, Khoshdel Z, Ghafouri R, Fakher S, Molaei M, Namavari M, et al. Composition and Anti-Toxicity Effects of *Chicorium intybus* Distillate on Serum Antioxidant Status in Carbon Tetrachloride-Treated Rats. *Archive of Razi Institute*. 2021;76(1): 107-117.

12. Petrovic J, Stanojkovic A, Comic Lj, Curcic S. Antibacterial activity of *Chicorium intybus*. *Fitoterapia*. 2004;75(7-8): 739-779.

13. Sychev IA. Mechanism of anti-inflammatory action of polysaccharides of yellow clover. *I.P. Pavlov Russian medical biological herald*. 2003;11(1-2): 23-27. (In Russ.).

14. Sychev IA, Smirnov VM, Kolosova TYu. The effect of polysaccharides of yellow clover on the blood system of irradiation of animals. *I.P. Pavlov Russian medical biological herald*. 2006;14(1): 51-55. (In Russ.).

15. Efremov AA, Zykova ID, Tselukovskaya MM. Component composition of biologically active substances of medicinal (yellow) clover. *Chemistry of plant raw materials*. 2012;(3): 111-114. (In Russ.).

16. Merighi S, Travagli A, Tedeschi P, Marchetti N, Gessi S. Antioxidant and Antiinflammatory Effects of *Epilobium parviflorum*, *Melilotus officinalis* and *Cardiospermum halicacabum* Plant Extracts in Macrophage and Microglial Cells. *Cells*. 2021;10(10): 2691.

17. Khabaeva ZG, Cherchesova SK, Gappoeva VS, Bzykov OR. Electrical components of the external environment (aeroions) as determinants of animal behavior. In: Salamova A, Dakhaeva F. (eds.) *AIP Conference Proceedings. Series: «I International Conference ASE-I - 2021: Applied Science and Engineering, ASE-I 2021», 25 Juny 2021, Grozny*. American Institute of Physics Inc.; 2021. p:060002.

18. Chiviev Ach, Khabaeva ZG. Change in the psychoemotional status of rats under the influence of negative aeroions. In: *Days of Science of NOSU-2022 : collection of materials of the conference of young researchers, 27-28 April 2022, Vladikavkaz*. Vladikavkaz: North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, 2022. p. 317-321. (In Russ.). EDN: IEFHVO.

19. Bzykov OR, Cherchesova SK, Gappoeva VS, Khabaeva ZG. Features of the negative aeroions effect on rats' behavioural characteristics. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(3): 128-133. (In Russ.).

20. Chiviev A, Khabaeva ZG. The influence of various aeroionization on the psychoemotional status of rats. In: *Topical issues of modern medical science and healthcare. ppendix to the materials of the VII International Scientific and Practical Conference of Young scientists and students -collection of articles of the contest «First steps in medicine», 17-18 May 2022, Ekaterinburg*. Ekaterinburg: YGMU; 2022. p. 113-119. (In Russ.).

Информация об авторах

З. Г. Хабаева – кандидат биологических наук, доцент;

В. С. Гаппоева – кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой анатомии, физиологии и ботаники;

А. Ч. Чивиев – учащийся Центра развития творчества детей и юношества «Интеллект».

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 21.10.2022; одобрена после рецензирования 09.11.2022; принята к публикации 16.11.2022.

Information about the authors

Z. G. Khabaeva – PhD (Biology), Associate Professor;

V. S. Gappoeva – PhD (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Anatomy, Physiology and Botany;

A. Ch. Chiviev – student of The Children Creative Development Centre «Intellect».

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 to the editorial office 21.10.2022; approved after review 09.11.2022; accepted for publication 16.11.2022.

Научная статья
УДК 57.045
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_217

Фенольные соединения и антиоксидантная активность *Galinsoga parviflora* (сем. Asteraceae) из разных мест обитания

Эстелла Бименьиндавыи^{1✉}, Ольга Арнольдовна Тимофеева²

^{1,2}Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

¹efredence@gmail.com ✉, <https://orcid.org/0000-0001-9120-2641>

²otimofeeva2008@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4921-458X>

Аннотация. Лекарственные растения синтезируют различные химические компоненты, обладающие широким спектром биологической активности, в т.ч. для профилактики и лечения множественных заболеваний. Однако на синтез и накопление данных веществ влияют условия места обитания, что сказывается на эффективности экстрактов лекарственных растений. Исследование влияния условий места обитания на биоактивные соединения в лекарственных растениях позволит выявить места с наилучшим растительным сырьем. Целью данного исследования было количественное определение фенольных соединений, а также антиоксидантной активности экстракта растения *Galinsoga parviflora* Cav., растущего в разных условиях окружающей среды Республики Татарстан (г. Казань, Лаишевский и Верхнеуслонский районы) и Республики Бурунди (Киримиро, Мугамба, Имбо и Бурагане). Высокое содержание исследуемых веществ было обнаружено в их листьях, по сравнению с другими частями растений. Содержание флавоноидов колебалось в пределах от 4,19±0,25 до 1,26±0,25 %, растворимых фенольных соединений – от 26,02±0,43 до 16,51±0,79 мг/г, а величина антиоксидантной активности – от 48,96±1,04 до 15,67±1,96 %. Установлено, что условия места обитания повлияли на содержание фенольных соединений и антиоксидантную активность. Растения, которые были собраны в Казани и регионе Мугамба показали высокое содержание фенольных соединений и антиоксидантную активность, по сравнению с другими регионами. По-видимому, большое содержание фенольных соединений в г. Казань связано с высокой антропогенной нагрузкой. Кроме того, растения произрастали на открытых местах с высокой освещенностью. Регион Мугамба расположен относительно высоко над уровнем моря +2000 м. В этих условиях меняется качественный состав света, увеличивается доля УФ-излучения. Можно полагать, что в отсутствии антропогенных факторов решающую роль в накоплении фенольных соединений играет освещенность и, в первую очередь, спектральный состав света.

Ключевые слова: *Galinsoga parviflora*, флавоноиды, кверцетин, растворимые фенольные соединения, антиоксидантная активность

Благодарности: Работа выполнена за счет средств программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

Для цитирования: Бименьиндавыи Э., Тимофеева О.А. Фенольные соединения и антиоксидантная активность *Galinsoga parviflora* (сем. Asteraceae) из разных мест обитания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 217-223. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_217.

Scientific paper

Phenolic compounds and antioxidant activity of *Galinsoga parviflora* (family Asteraceae) from different habitats

Estella Bimenyindavyi^{1✉}, Olga A. Timofeeva²

^{1,2}Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

¹efredence@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9120-2641>

²otimofeeva2008@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4921-458X>

Abstract. Medicinal herbs synthesize various chemical components with a wide range of biological activity including the prevention and treatment of multiple diseases. However, the synthesis and accumulation of these substances are affected by the habitat conditions, which impact the effectiveness of herbal extracts. The study of the habitat conditions' influence on bioactive compounds of medicinal herbs will make it possible to identify places with the best plant materials. The aim of this study is to quantify phenolic compounds as well as the antioxidant activity of the *Galinsoga parviflora* Cav.' extract growing in different environmental conditions of the Republic of Tatarstan (Kazan, Laishevsky and Verkhneulonsky districts) and the Republic of Burundi (Kirimiro, Mugamba, Imbo and Buragane). A high content of the studied substances was found in their leaves in comparison with other parts of the plants. The results are as follows: 1) flavonoids - 4.19 ± 0.25 to $1.26 \pm 0.25\%$; 2) soluble phenolic compounds - 26.02 ± 0.43 to 16.51 ± 0.79 mg/g; 3) value of antioxidant activity - 48.96 ± 1.04 to $15.67 \pm 1.96\%$. It was found that the habitat conditions affected the content of phenolic compounds and antioxidant activity. Plants that were collected in Kazan and the Mugamba region showed a high content of phenolic compounds and antioxidant activity (in comparison with other regions). Apparently, the high content of phenolic compounds in Kazan is associated with a high anthropogenic load. In addition, the plants grew in open areas with high illumination. The Mugamba region is located relatively high above sea level +2000 m. Under these conditions, the qualitative composition of light changes and the share of UV radiation increases. It can be assumed that in the absence of anthropogenic factors, illumination and first of all, the spectral composition of light, plays a decisive role in the phenolic compounds' accumulation.

Keywords: *Galinsoga parviflora*, flavonoids, quercetin, soluble phenolic compounds, antioxidant activity

Acknowledgements: The work was carried out at the expense of the strategic academic leadership program of the Kazan (Volga Region) Federal University (PRIORITET-2030).

For citation: Bimenindavyi E., Timofeeva O.A. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Galinsoga parviflora* (family Asteraceae) from different habitats. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 217-223. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_217.

Введение. Галинсога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora*), относящаяся к семейству Asteraceae, является сорняком, который встречается как среди культурных растений, так в природных экосистемах. *G. parviflora* применяют в народной медицине в качестве средства от диареи [1], для лечения дерматологических заболеваний (экзема, лишай, герпес), незаживающих или кровоточащих ран, для облегчения зубной боли, также для лечения простуды и гриппа [2]. Как показали исследования, экстракт растения *G. parviflora* богат разнообразными вторичными метаболитами, такими как гликозиды, сапонины, флавоноиды, стероиды, дубильные вещества, алкалоиды [3], фенольные кислоты и др. Данные биоактивные соединения, как известно, по разным механизмам в синергии или индивидуально обеспечивают широкий спектр биологической активности антиоксидантной, антибактериальной, противогрибковой, противовирусной, антитромбоцитарной, противовоспалительной и др. [4, 5].

Эффективность экстракта обусловлена наличием в нем достаточного количества биоактивных веществ, которые, в свою очередь, зависят от множества разных факторов, таких, как вид растений, условия роста (географическое положение, климатические условия), время сбора и другие [6]. Это объясняет, почему растения, относящиеся к одному виду, накапливают разные количества веществ, в случае если они находятся в разных условиях обитания или собираются в разные периоды вегетации [7].

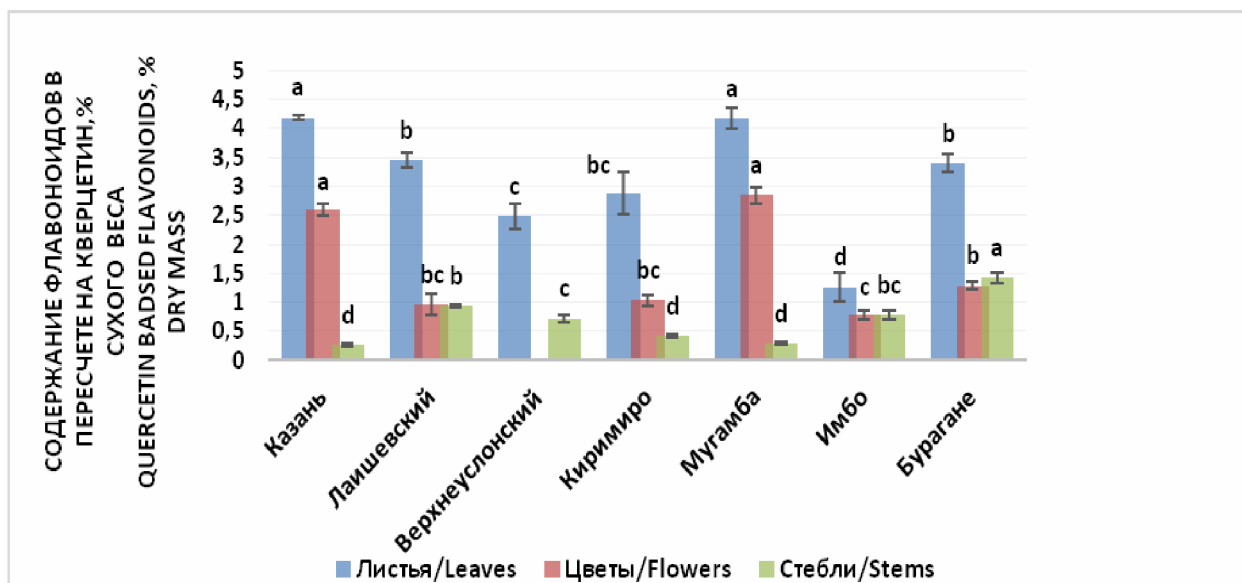
Данную работу осуществляли с целью количественного определения фенольных соединений, алкалоидов и антиоксидантной активности экстракта растений *G. Parviflora*, собранных из разных мест произрастания.

Материалы и методы. В эксперименте использовали надземную часть растений *G. Parviflora*, которые были собраны в Республике Татарстан (г. Казань, Лаишевский и Верхнеуслонский районы) и Республике Бурунди (регионы Киримиرو, Мугамба, Имбо и Бурагане).

Растения были собраны и высушены в тени до воздушно-сухого состояния, затем разделены на органы и измельчены до порошкообразного состояния. Измельченное растительное сырье было использовано для приготовления экстракта. Определение флавоноидов проводили на спектрофотометре при длине волны 430 нм в пересчете на кверцетин [8]. Растворимые фенольные соединения извлекали водой (навеска 50 мг в 1,5 мл) и проводили измерение с использованием реактива Фолина-Чокальте [9]. Антиоксидантную активность экстракта оценивали по его способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* и, тем самым, предотвращать образование активных форм кислорода [10]. Опыты проводили в 5 повторностях. Статическая обработка результатов была проведена с использованием Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Существуют данные об изменениях в содержании биологически активных веществ и терапевтических свойств в пределах видов растений, растущих в разных эколого-географических условиях обитания [11,12]. Мы определяли содержание фенольных соединений и антиоксидантную активность растений *G. parviflora*. Результаты отличались в зависимости от места сбора и органов растений при $p < 0.05$. Установлено, что независимо от места сбора листья содержат большее количество всех изучаемых групп фенольных соединений, по сравнению с другими частями растений.

Было показано, что условия места обитания влияют на содержание флавоноидов. Растения, произрастающие в г. Казань Республики Татарстан и в регионе Мугамба Республики Бурунди, накапливают большее количество флавоноидов в листьях ($4,19 \pm 0,03$ и $4,17 \pm 0,19$ % соответственно), а самое низкое содержат растения из района Имбо ($1,26 \pm 0,25\%$) (рис. 1).



. Рис. 1. Содержание флавоноидов в пересчете на кверцетин. Одинаковыми буквами обозначено отсутствие статистически значимых отличий между растениями и при $p < 0.05$.

Fig. 1. The content of flavonoids in terms of quercetin equivalent. The same letters indicate the absence of statistically significant differences between plants at $p < 0.05$.

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

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

Высокое суммарное содержание растворимых фенольных соединений обнаружено в растениях из Мугамба Республики Бурунди ($26,02 \pm 0,43$ мг/г), в то время как г. Казань и Лаишевский район Республики Татарстан не отличались по содержанию этих веществ ($24,53 \pm 0,51$ и $24,48 \pm 0,08$ мг/г соответственно) (рис. 2).

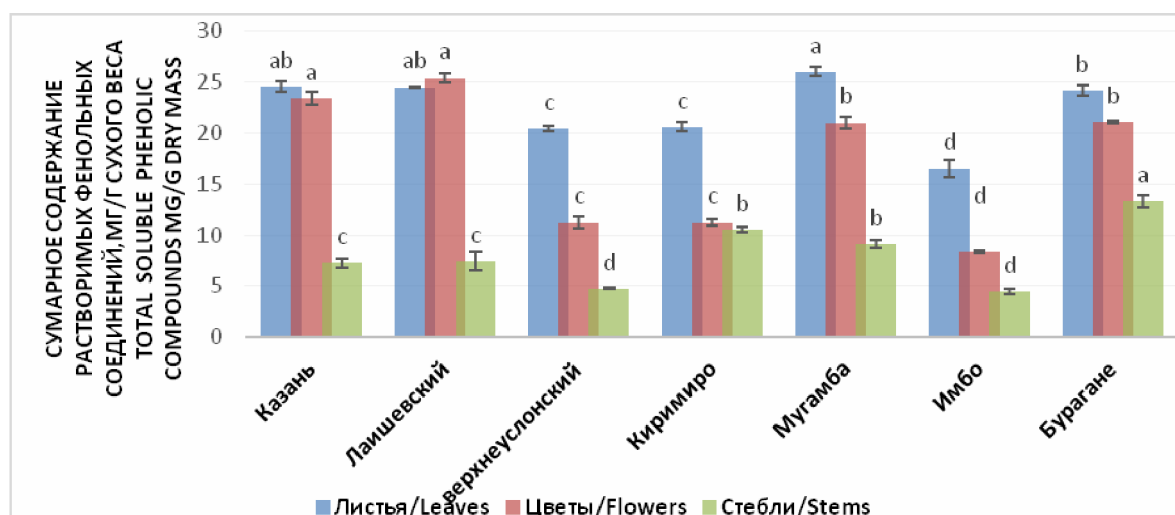


Рис. 2. Суммарное содержание растворимых фенольных соединений. Одинаковыми буквами обозначено отсутствие статистически значимых отличий между сортами при $p < 0.05$.

Fig. 2. Total content of soluble phenolic compounds. The same letters indicate the absence of statistically significant differences between plants at $p < 0.05$.

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

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

Эффективность лекарственных растений определяется содержанием в них разнообразных биологически активных веществ. Антиоксидантные свойства растений связаны с наличием в них различных антиоксидантных соединений, в том числе фенольных соединений. Они являются эффективными антиоксидантами, выполняющие важную роль в защите растений от различных стрессорных факторов, в том числе и абиотических, которые увеличивают образование активных форм кислорода, индуцируя окислительный стресс. В нашем исследовании растения, собранные в г. Казань Республики Татарстан и регионе Мугамба Республики Бурунди, проявили наибольшую антиоксидантную активность ($48,96 \pm 1,04$ и $56,25 \pm 1,80\%$ соответственно), по сравнению с растениями из других исследуемых регионов. Низкую антиоксидантную активность проявили растения, собранные из района Имбо ($15,67 \pm 1,96\%$) (рис. 3).

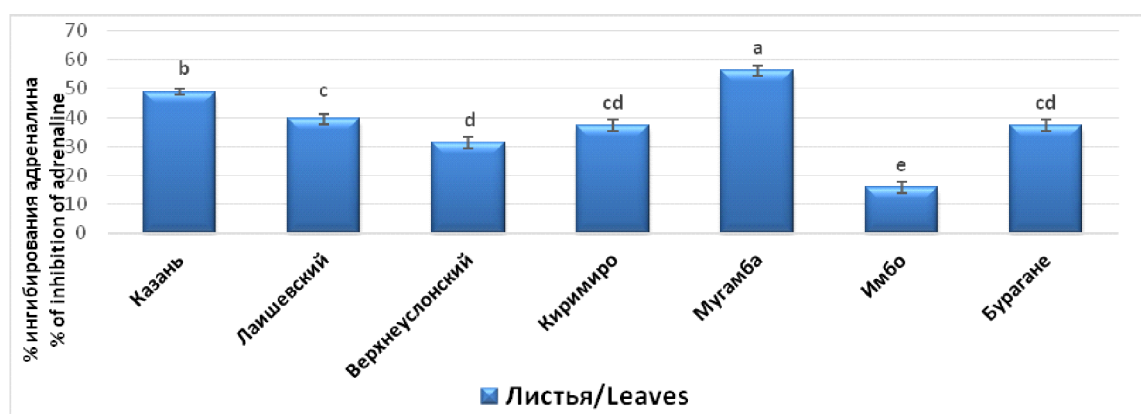


Рис. 3. Антиоксидантная активность листьев *G. parviflora*. Одинаковыми буквами обозначено отсутствие статистически значимых отличий между растениями при $p < 0.05$.

Fig. 3. Antioxidant activity of *G. parviflora* leaves. The same letters indicate the absence of statistically significant differences between plants at $p < 0.05$.

Источник: составлено авторами по результатам исследований.

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

Таким образом, растения *G. parviflora*, собранные в г. Казань и в регионе Мугамба, показали наилучшее содержание изучаемых веществ и высокую антиоксидантную активность. Вероятно,

что на них влияли внешние и географические условия. Среди основных решающих факторов являются освещенность, высота над уровнем моря, антропогенные факторы, состав и влажность почвы. Растения из г. Казани были собраны с открытых мест, где освещенность была максимальная. Кроме того, растения на данном месте подвержены автотранспортным выбросам, поскольку были ближе к автомобильным дорогам, что вероятно влияло на увеличение содержания изученных нами фитохимических веществ. Наши результаты согласуются с результатами работы Немерешина О.Н. и др., 2004 и Дьякова Н. А. и др., 2020. Было показано, что растения, растущие в антропогенной нагрузке, накапливают большее количество флавоноидов, чем растения из экологически чистых мест [13, 14]. Известно, что свет влияет на синтез и накопление всех вторичных метаболитов и, в частности, фенольных соединений растений. Он стимулирует экспрессию генов, участвующих в биосинтезе данных веществ [15]. Регион Мугамба характеризуется большой высотой над уровнем моря, минимальной средней температурой и максимальным количеством осадков, по сравнению с другими регионами Бурунди. Есть данные о том, что увеличение высоты над уровнем моря у некоторых растений позитивно коррелирует с накоплением фенольных соединений и антиоксидантных свойств [16]. Связано это, прежде всего, с условиями освещения, поскольку с повышением высоты над уровнем моря увеличивается доля УФ-излучения.

Заключение

Результаты нашего исследования доказывают, что экологические факторы (антропогенная нагрузка, освещенность, температура, высота над уровнем моря) места произрастания изменяют концентрацию фитохимического состава, что сказывается на качестве и эффективности экстрактов лекарственных растений и антиоксидантной активности. Это связано с тем, что в стрессовых условиях изменяется экспрессия генов или активность кодируемых ими белков, участвующих в метаболических путях. В отсутствии антропогенных факторов решающую роль в накоплении фенольных соединений играет освещенность и, в первую очередь, спектральный состав света.

В целом, город Казань Республики Татарстан и регион Мугамба Республики Бурунди оказались лучшими местами для накопления фенольных соединений в растениях *G. Parviflora*.

Список источников

1. Sanjukta R.K., Das S., Puro K., Ghatak S., Shakuntala I., Sen A. Screening of phytochemical and antibacterial property of some local herbs of Meghalaya // Indian Journal of Hill Farming. 2019. P. 27-32.
2. Samar A., Sara Z., Mohammad Y. Ethnobotanical, phytochemical and pharmacological properties of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae): A review // Tropical journal of pharmaceutical research. 2017. Vol. 16(12). P. 3023-3033. <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v16i12.293033>.
3. Ranjitha S., Suganthi A. Preliminary phytochemical analysis of *Galinsoga parviflora* (Cav) leaves and flowers // International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2017. Vol. 2(3). P.18-20.
4. Anti-inflammatory activity and phytochemical profile of *Galinsoga parviflora* Cav / Elibieta S., Marlana D., Ustyna Ch., [et al.] // Molecules. 2018. Vol. 23(9). P.1-15. <https://doi.org/10.3390/molecules23092133>.
5. Swati K., Anshul S., Madan S., Dindayal D. In-vitro anti-arthritic and anti-platelet activity of *Galinsoga parviflora* Linn // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2020. Vol. 9(1). P. 2197-2199.
6. Priyanka S., Anita P., Sandeep R., Anju R. Phytochemicals and antioxidants in leaf extracts of *Ginkgo biloba* with reference to location, seasonal variation and solvent system // Journal of Pharmacy Research. 2013. Vol. 7(9). P. 804-809. <https://doi.org/10.1016/j.jopr.2013.09.001>.
7. Бименьиндавы Э., Тимофеева О.А. Изменение содержания фенольных соединений и аскорбиновой кислоты в зависимости от места произрастания *Chenopodium album*, *Bidens Pilosa* // Агро-ЭкоИнфо. 2021. № 3(45). С.1-11. DOI 10.51419/20213318. – EDN HOCEVI.
8. Андреева В.Ю., Калинкина Г.И. Разработка методики количественного определения флавоноидов в Манжетке обыкновенной *Alchemilla vulgaris* L.s.l. // Химия растительного сырья. 2000. № 1. С. 85-88.
9. Методы определения редокс-статуса культивируемых клеток растений / Г.В. Сибгатуллина [и др.]. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. 45 с.
10. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина / Е.И. Рябинина [и др.] // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С.117–121.

11. Poonam P., Sudip P., Stefano D. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review // *Chem biodiversity*. 2021. Vol. 18(11). P. 1-15. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100345>.
12. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Влияние техногенного загрязнения на содержание флавоноидов в растениях семейства норичниковых степного Предуралья // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2004. № 10(35). С. 123-126.
13. Дьякова Н.А. Экологическая оценка лекарственного растительного сырья воронежской области на примере цветков пижмы обыкновенной // *Вестник Нижневартковского государственного университета*. 2020. № 1. С. 19-26. doi.org/10.36906/2311-4444/20-1/04.
14. Geographical and environmental variation in chemical constituents and antioxidant properties in *Roscoeia procera* wall / R. Sandeep, [et al.] // *Journal of food biochemistry*. 2016. Vol. 41(2). P. 1-11. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12302>.
15. Pawan S.R., Pooja S., Chandresh C. Influence of altitude on secondary metabolites and antioxidant activity of *Coleus forskohlii* root extracts // *Research Journal of Medicinal Plants*. 2020. Vol. 14(2). P. 43-52. <https://doi.org/10.3923/rjmp.2020.43.52>.

References

1. Sanjukta R, Das S, Puro K, Ghatak S, Shakuntala I, Sen A. Screening of phytochemical and antibacterial property of some local herbs of Meghalaya. *Indian Journal Hill Farming*. 2019; 27–32. Available from: http://www.kiran.nic.in/pdf/IJHF/Special_Issue_2019/6.pdf.
2. Samar A, Sara Z, Mohammad Y. Ethnobotanical, phytochemical and pharmacological properties of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae): A review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2017;16(12): 3023-3033. Available from: doi.org/10.4314/tjpr.v16i12.293033.
3. Ranjitha S, Suganthi A. Preliminary phytochemical analysis of *Galinsoga parviflora* (Cav) leaves and flowers. *International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2017;2(3): 18-20. Available from: <http://www.pharmacyjournal.in/archives/2017/vol2/issue3/2-3-15>.
4. Elibieta S, Marlena D, Ustyna Ch, Natasza C, Katarzyna K, Rafai R, et al. Anti-inflammatory activity and phytochemical profile of *Galinsoga parviflora* Cav. *Molecules*. 2018;23(9): 1-15. Available from: doi.org/10.3390/molecules23092133.
5. Swati K, Anshul S, Madan S, Dindayal D. In-vitro anti-arthritis and anti-platelet activity of *Galinsoga parviflora* Linn. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020; 9(1): 2197-2199.
6. Priyanka S, Anita P, Sandeep R, Anju R. Phytochemicals and antioxidants in leaf extracts of *Ginkgo biloba* with reference to location, seasonal variation and solvent system. *Journal of pharmacy research*. 2013;7(9): 804-809. Available from: doi.org/10.1016/j.jopr.2013.09.001.
7. Bimenyindavyi E, Timofeeva OA. Changes in the content of phenolic compounds and ascorbic acid depending in the place of plants growing *Chenopodium album*, *Bidens pilosa*. *AgroEcoInfo*. 2021;3(45): 1-11 (In Russ.). Available from: DOI 10.51419/20213318. – EDN HOCEVI.
8. Andreeva VYu, Kalinkina GI. Development method for quantitative determination of flavonoids *Alchemilla vulgaris* l.s.l. *Chemistry of plant raw material*. 2000;(1): 85-88. (In Russ.).
9. Sibgatullina GV, Khaertdinova LR, Gumerova EA, Akulov AN, Kostyukova AYU, Nikonorova AN, et al. *Methods for determination of redox status of cultivated plant cells*. Kazan: Kazan (Volga Region) Federal University; 2011. (In Russ.).
10. Ryabinina EI, Zotova EE, Vetrova EN, Ponomareva NI, Ilyushina TN. A new approach for evaluation of the antioxidant activity of plant raw materials in the study of the process of autoxidation of adrenaline. *Chemistry of plant raw material*. 2011;(3): 117–121. (In Russ.).
11. Poonam P, Sudip P, Stefano D. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. *Chem biodiversity*. 2021;18(11): 1-15. Available from: doi.org/10.1002/cbdv.202100345.
12. Nemereshina ON, Gusev NF. The influence of man-caused pollution on flavonoid contents in plants of fig-wort class of steppe Preduralie. *Vestnik of Orenburg State University*. 2004;10(35): 123-126. (In Russ.).
13. Dyakova NA. Ecological assessment of medicinal vegetable raw materials of the Voronezh region on the example of flowers of a tansy ordinary. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. 2020;(1): 19-26. Available from: doi.org/10.36906/2311-4444/20-1/04. (In Russ.).
14. Sandeep R, Indra DB, Ranbeer SR, ShyamaL KN. Geographical and environmental variation in

chemical constituents and antioxidant properties in *Roscoea procera* wall. *Journal of food biochemistry*. 2016; 41(2): 1-11. Available from: doi.org/10.1111/jfbc.12302.

15. Pawan SR, Pooja S, Chandresh C. Influence of altitude on secondary metabolites and antioxidant activity of *Coleus forskohlii* root extracts. *Research Journal of Medicinal Plants*. 2020;14(2): 43-52. Available from: doi.org/ 10.3923/rjmp.2020.43.52.

Информация об авторах

Э. Бименьиндавьи – аспирант;

О. А. Тимофеева – доктор биологических наук, профессор.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 17.10.2022; одобрена после рецензирования 10.11.2022; принята к публикации 18.11.2022.

Information about the authors

E. Bimenyindavyi – postgraduate student;

O. A. Timofeeva – D.Sc (Biology), 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 to the editorial office 17.10.2022; approved after review 10.11.2022; accepted for publication 18.11.2022.



Научная статья

УДК 582.572.225:581.4(470.67)

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_224

Изменчивость морфологических признаков *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. в условиях эксперимента

Магомед Дибирович Дибиров

Горный ботанический сад ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия

dibir1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0956-3769>

Аннотация. В результате проведенных полевых экспериментальных исследований получены результаты по изменчивости морфологических признаков эндемика Дагестана – *Allium gunibicum*. В Дагестане он встречается на высоте 450–2000 м над уровнем моря, на сухих известняковых склонах и на скалах. Исследования проводили на Цудахарской экспериментальной базе Горного ботанического сада ДФИЦ РАН (1100 м над уровнем моря). Материалом для исследований послужили выборки из одновозрастных особей *Allium gunibicum*, выросших из семян с разных высотных уровней: окрестности с. Могох (700 м н.у.м.); Цудахар (1100 м) и Гунибское плато (1770 м). Анализ показал, что с повышением высоты над уровнем моря места сбора материала, при интродукции и в одинаковых условиях, средние значения морфологических признаков уменьшаются, а масса и диаметр луковицы возрастают. В результате проведенного двухфакторного дисперсионного анализа выявлено существенное влияние условий высоты над уровнем моря места сбора материала на изученные признаки.

Ключевые слова: эндемик, популяция, интродукция, изменчивость, *Allium gunibicum*

Для цитирования: Дибиров М.Д. Изменчивость морфологических признаков *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. в условиях эксперимента // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 224–231. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_224.

Scientific paper

Variability of *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh.' morphological features under test conditions

Magomed D. Dibirov

Mountain Botanical Garden of the Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

dibir1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0956-3769>

Abstract. The results were obtained on the variability of morphological features of the endemic of Dagestan (*Allium gunibicum*) in the course of field experimental studies. It is found at an altitude of 450–2000 m above sea level, on dry limestone slopes and on rocks of Dagestan. The studies were carried out at the Tsudahar experimental base of the Mountain Botanical Garden of the Far Eastern Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (1100 m above sea level). The material for the study was samples of the same-aged species of *Allium gunibicum*, which were grown from seeds from different altitude levels (the vicinity of the village Mogokh (700m a.s.l.); Tsudahar (1100 m) and the Gunib plateau (1770 m)). The analysis showed that with an increase in the height above sea level of the place of material collection, during introduction and under the same conditions, the average values of morphological characteristics decrease and the mass and diameter of the bulb increase. As a result of the conducted two-factor analysis of variance, a significant influence of the altitude conditions above sea level of the place of material collection on the studied characteristics was revealed.

Keywords: endemic, population, introduction, variability, *Allium gunibicum*

For citation: Dibirov M.D. Variability of *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. ' morphological features under test conditions. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 224-231. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_224.

Введение. Биоразнообразие в последние годы стало одной из актуальных проблем в биологии, проявляющегося, прежде всего, в разнообразии видов растений. Особое внимание при этом уделяется изучению редких и эндемичных видов и их реакции на изменения условий среды при различных факторах. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости изучать места произрастания этих видов, провести учет с целью оценки их состояния [7], а также морфоструктуры и ритм развития популяций. Данная группа видов легко уязвимы и поэтому требуют к себе особого внимания [2]. Изучение внутривидовой и межвидовой изменчивости может дать объективную оценку состояния ценопопуляций таких видов и организовать их охрану. Важно также изучить и семенной продуктивности как основы размножения и интродукции этих видов [3, 4, 8, 9, 12, 13]. Такие исследования могут выявить направленность адаптивных изменений.

Цель исследования – экспериментальное изучение межвидовой изменчивости морфологических признаков вегетативной и генеративной части дагестанского эндемика *Allium gunibicum* в одинаковых условиях интродукции.

Объект и методы исследования. Материалом для наших исследований послужили выращенные одновозрастные особи *Allium gunibicum*. Семена для эксперимента были собраны в различных природных условиях: окр. с. Могох (700 м н.у.м.); Цудахар (1100 м) и Гунибское плато (1770 м). Ранее нами были проведены исследования по изменчивости морфологических признаков разновозрастных особей популяций лука гунибского в природных условиях [8]. Исследования проводили на Цудахарской экспериментальной базе ДФИЦ РАН (1100 м н.у.м.). Климатические условия района исследований следующие: среднегодовое количество осадков 360 мм, относительная влажность воздуха 65%, средняя температура воздуха самого теплого месяца – июля 22,8°C, самого холодного – января -2,1°C, среднегодовая температура воздуха 7,0°C, почвы лугово-степные. Лук гунибский является эндемиком Дагестана, занесён в Красные книги Дагестана и России. Произрастает на сухих известняковых склонах, на скалах, на высоте от 450 до 2100 м над уровнем моря [1, 5, 6, 11]. Для исследований было отобрано по 10 генеративных особей в фазе цветения. В лабораторных условиях была проведена камеральная обработка собранного материала. Статистическая обработка полученных данных проведена с применением дисперсионного, корреляционного анализов [10] с использованием пакета статистических программ *Statistika v. 5.5*.

Результаты и их обсуждение. Основные показатели изученных морфологических признаков популяций *Allium gunibicum* в условиях интродукции в фазе массового цветения представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика морфологических признаков *Allium gunibicum* в условиях интродукции в фазе массового цветения

Table 1. Characteristics of the morphological features of *Allium gunibicum* under conditions of introduction in the phase of mass flowering

№ п/п	Признаки / Characteristics	Могох / Mogoh		Цудахар / Tsudahar		Гуниб / Gunib	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Высота луковицы, мм / Bulb height, mm	33,8 ± 1,22	11,4	33,7 ± 1,12	10,5	31,5 ± 0,57	5,7
2	Диаметр луковицы, мм / Bulb diameter, mm	5,9 ± 0,35	19,0	6,6 ± 0,21	9,9	7,7 ± 0,16	6,4
3	Длина наибольшего листа, см / The length of the largest leaf, cm	14,6 ± 0,37	8,1	14,9 ± 0,62	13,1	13,1 ± 0,40	9,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Высота цветочной стрелки, см / Flower arrow height, cm	29,5 ± 0,43	4,6	30.2 ± 0,70	7,3	32,2 ± 0,97	9,6
5.	Диаметр цветочной стрелки, мм / Flower arrow diameter, mm	1,6 ± 0,07	13,4	1,6 ± 0,05	9,4	1,7 ± 0,05	8,6
6.	Длина листочка околоцветника наружного круга, мм / Petal length of the outer circle, mm	4,9 ± 0,13	8,3	4,5 ± 0,06	3,9	4,4 ± 0,07	5,2
7.	Ширина листочка околоцветника наружного круга, мм / The width of the tepal of the outer circle, mm	2,7 ± 0,11	12,4	2,7 ± 0,04	4,2	2,5 ± 0,04	5,7
8.	Масса луковицы, мг / Bulb weight, mg	322,0± 30,21	29,7	477,5±26,29	17,4	525,1 ± 39,49	23,8
9.	Масса надземной части, мг / Mass of the above-ground part, mg	185,7± 10,27	17,5	191,7± 0,36	17,1	180,7 ± 13,77	24,1
10.	Масса особи, мг / Species weight, mg	507,7± 38,86	24,2	669,2±36,12	17,1	705,8 ± 49,63	22,2

Источник: составлено автором на основании данных исследований.

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

Выявлено, что с возрастанием высоты над уровнем моря средние значения изученных признаков уменьшаются, что связано с экстремальными условиями среды обитания для данного вида на больших высотах. Наиболее изменчивы весовые признаки: масса луковицы, масса надземной части, масса особи, наиболее стабильные генеративные признаки: длина и ширина листочка околоцветника наружного круга.

В табл. 2 приведены результаты однофакторного дисперсионного анализа по каждому из изучаемых признаков и межпопуляционная дифференциация ряда количественных признаков у изучаемого вида.

Таблица 2. Результаты однофакторного дисперсионного анализа морфологических признаков *Allium gunibicum* в условиях интродукции

Table 2. The results of one-way analysis of *Allium gunibicum*'s morphological characters under the introduction

№ п/п	Признаки / Characteristics	Источник изменчивости популяции (2) / Source of population variability (2)			
		SS	MS	F – критерий / F-criterion	h ²
1	2	3	4	5	6
1	Высота луковицы, мм / Bulb height, mm	32,793	16,396	1,59	10,6
2	Диаметр луковицы, мм / Bulb diameter, mm	16,490	8,245	12,84***	48,7

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
3	Длина наибольшего листа, см / The length of the largest leaf, cm	18,323	9,161	4,05*	23,1
4	Высота цветочной стрелки, см / Flower arrow height, cm	37,248	18,624	3,44*	20,3
5	Диаметр цветочной стрелки, мм / Flower arrow diameter, mm	0,122	0,061	2,02	13,0
6	Длина листочка околоцветника наружного круга, мм / Petal length of the outer circle, mm	1,540	0,770	9,33***	40,9
7	Ширина листочка околоцветника наружного круга, мм / The width of the tepal of the outer circle, mm	0,180	0,090	1,83	11,9
8	Масса луковицы, мг / Bulb weight, mg	225652,1	112826,05	10,70***	44,2
9	Масса надземной части, мг / Mass of the above-ground part, mg	606,667	303,333	0,23	1,6
10	Масса особи, мг / Species weight, mg	222218,1	111109,05	6,32**	31,9

Источник: составлено автором на основании данных исследований.
Source: compiled by the authors on the basis of research data.

Выявлено, что наибольший вклад в межпопуляционную дифференциацию у этого вида вносят следующие признаки: диаметр луковицы, длина листочка околоцветника наружного круга, масса луковицы, масса особи. Значения h^2 достигают 40-48 % (рис. 1). Скорее всего, такая дифференциация может быть обусловлена различными факторами, в том числе и комплексом факторов, связанных с изменением высоты над уровнем моря у популяций.

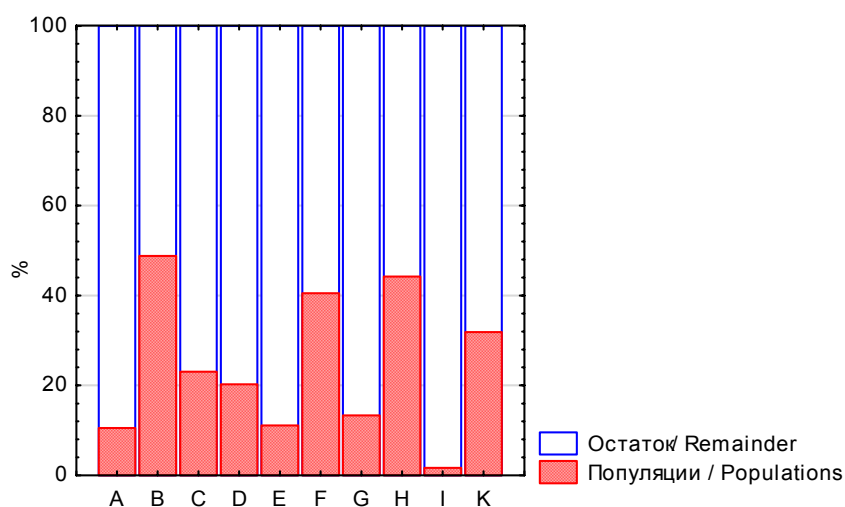


Рис. 1 Относительные компоненты дисперсии (%) по итогам однофакторного дисперсионного анализа морфологических признаков *Allium gunibicum*.

Fig. 1. Relative components of dispersion (%) based on the results of one-way analysis of *Allium gunibicum*'s morphological characters.

Примечание. Признаки: А – высота луковицы мм, bulb height, mm. В – диаметр луковицы мм, bulb diameter, mm. С – длина листа см, the length of the largest leaf, cm. D – высота стрелки см, flower arrow height, cm. E – диаметр стрелки мм, flower arrow diameter, mm. F – длина листочка околоцветника мм, petal length of the outer circle, mm. G – ширина листочка околоцветника мм, petal width of the outer circle, mm. H – масса луковицы мг, bulb weight, mg. I – масса надземной части мг, mass of the above-ground part, mg. К – масса особи мг, species weight, m

Источник: составлено автором на основании данных исследований.

Source: compiled by the author on the basis of research data.

По итогам однофакторного дисперсионного и регрессионного анализов выявлено, что высота над уровнем моря популяций, существенно, с высокой степенью достоверности влияет на изменчивость признаков этого вида. Наибольшее значение коэффициента детерминации (r^2 , %), отмечено у признаков: диаметр луковицы, длина листочка околоцветника, масса луковицы. Между значениями большинства морфологических признаков и высотой над уровнем моря популяций наблюдаются отрицательные значения коэффициента корреляции ($r_{xy} = -0,31 - 0,58$), кроме признаков диаметр луковицы, масса луковицы и масса особи (рис.2,3). У этих признаков коэффициенты корреляции положительные ($r_{xy} = 0,50 - 0,70$).

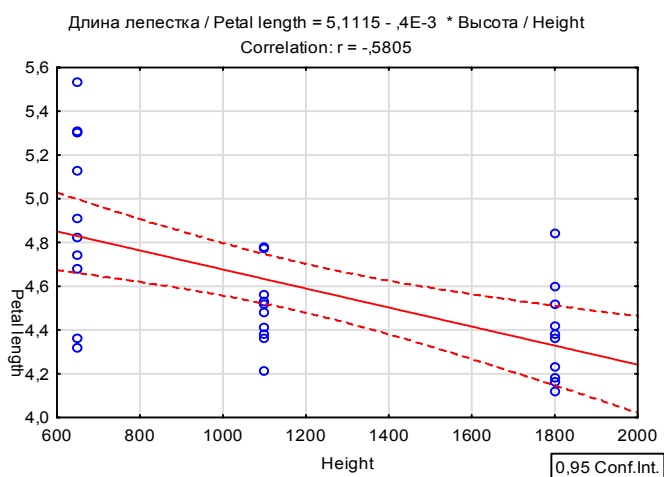


Рис.2. Изменчивость длины листочка околоцветника *A. gunibicum* вдоль высотного градиента (корреляция $r = -0,58$).

Fig.2. Petal length variability of *A. gunibicum* along the altitude gradient (correlation $r = -0.58$).

Источник: составлено автором на основании данных исследований.

Source: compiled by the author on the basis of research data.

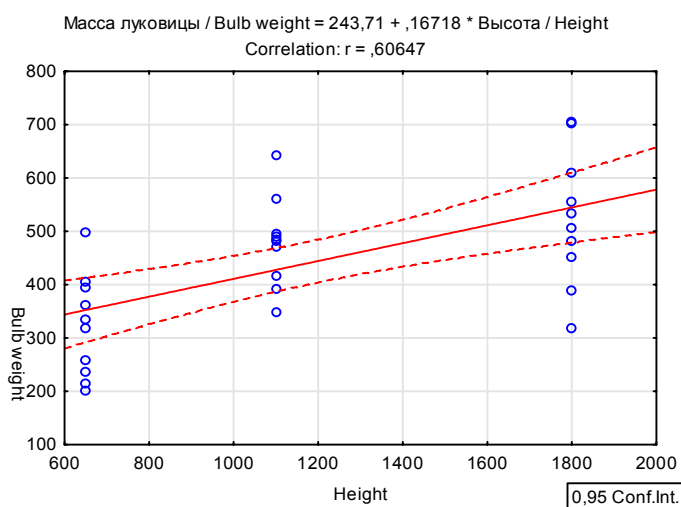


Рис.3 Изменчивость массы луковицы *A. gunibicum* вдоль высотного градиента (корреляция $r = 0,61$).

Fig.3 Variability of *A. gunibicum* bulb mass along the altitude gradient (correlation $r = 0.61$).

Источник: составлено автором на основании данных исследований.

Source: compiled by the author on the basis of research data.

Коэффициенты корреляции, показывающие связь между изученными морфологическими признаками у данного вида, приведены в табл. 3.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции (r) между морфологическими признаками *Allium gunibicum*
Table 3. Correlation indices (r) between *Allium gunibicum*'s morphological characteristics

Признаки / characteristics	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	0,48*	-	-	-	-	-	-	-	-
C	0,68**	0,14	-	-	-	-	-	-	-
D	0,57*	0,32	0,35	-	-	-	-	-	-
E	0,16	0,53*	-0,24	-0,26	-	-	-	-	-
F	0,60**	0,34	0,76***	0,33	0,25	-	-	-	-
G	-0,02	0,52*	-0,30	-0,18	0,46	0,03	-	-	-
H	0,84***	0,64**	0,51***	0,61**	0,27	0,57*	0,21	-	-
I	0,75***	0,55*	0,55***	0,74***	0,18	0,66**	-0,03	0,93***	-
K	0,82***	0,63**	0,53***	0,66**	0,24	0,61**	0,15	0,98***	0,96***

Примечание. Признаки: А – высота луковицы, bulb height, mm. В – диаметр луковицы, bulb diameter, mm. С – длина листа, the length of the largest leaf, cm. D – высота стрелки, flower arrow height, cm. E – диаметр стрелки, flower arrow diameter, mm. F – длина листочка околоцветника, petal length of the outer circle, mm. G – ширина листочка околоцветника, petal width of the outer circle, mm. H – масса луковицы, bulb weight, mg. I – масса надземной части, mass of the above-ground part, mg. К – масса особи, species weight, mg
* - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Источник: составлено автором на основании данных исследований.
Source: compiled by the authors on the basis of research data.

Между большинства изученными признаками с высотой луковицы и массой особи выявлены положительные достоверные связи $r = 0,42-0,98$, кроме признаков диаметр стрелки и ширина листочка околоцветника. Признаки генеративной части диаметр стрелки и ширина листочка околоцветника ведут себя относительно независимо. Эти признаки имеют достоверные положительные связи только с диаметром луковицы $r = 0,52-0,53$.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены межпопуляционные различия по количественным признакам *A. gunibicum* в зависимости от высоты расположения природных популяций. Выделены наиболее эффективно разделяющие популяции признаки вегетативной и генеративной сфер: диаметр луковицы, длина листочка околоцветника наружного круга, масса луковицы, масса особи.

Заклучение

Исследования одновозрастных популяций *Allium gunibicum*, семена которых были собраны с различных высот и выращены в одинаковых условиях на высоте 1100 м, показали, что по мере увеличения высоты местности, откуда был собран материал, признаки листа и листочков околоцветника уменьшаются, а масса луковицы и особи в целом увеличиваются.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа выявлена дифференциация между по-

пуляциями по некоторым признакам. Показано, что наиболее эффективно разделяющими популяции признаками являются диаметр луковицы, длина листочка околоцветника наружного круга, масса луковицы, масса особи в целом.

Между некоторыми изученными признаками (высота луковицы и масса особи) выявлены положительные достоверные связи. Признаки генеративной части – диаметр стрелки и ширина листочка околоцветника, такие связи не установлены.

Список источников

1. Алибегова А.Н., Муртазалиев Р.А. Изучение *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. (*Alliaceae*) в условиях интродукции // Юг России: экология, развитие. 2008. Т. 3. № 3. С. 12-17.
2. Артамонов В.И. Редкие и исчезающие растения. М.: Агропромиздат, 1989. 383 с.
3. Вайнагий И.В. Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности растений на примере *Potentilla aurea* L. // Растительные ресурсы. 1973. Т. 9. Вып. 2. С. 287-296.
4. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59. № 6. С. 826–831.
5. Введенский А.И. Род Лук – *Allium* L. // Флора СССР / под ред. Комарова В.Л.. - М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1935. Т. 4. С. 112–280.
6. Гроссгейм А.А. Флора Кавказа. Баку: Изд-во АзФАН, 1940. Т. 2. 282 с.
7. Дюрягина Г.П. К методике интродукции редких и исчезающих растений. // Ботанический журнал. 1982. Т. 67. № 5. С. 679-687.
8. Дибиров М.Д., Муртазалиев Р.А. Структура изменчивости морфологических признаков *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh // Труды Дагестанского отделения Русского ботанического общества. 2015. Вып. 3. С. 29–32.
9. Дибиров М.Д., Османов Р.М. Структура изменчивости признаков семенной продуктивности *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. при интродукции вдоль высотного градиента // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. №4. С. 143-147.
10. Дибиров М.Д., Алибегова А.Н. Структура изменчивости признаков семенной продуктивности *Allium mirzojevii* (*Alliaceae*) при интродукции в горных условиях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 208-212.
11. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
12. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. Т. 4. Махачкала: Эпоха, 2009. С.37-45.
13. Тюрина Е.В. Семенная продуктивность и коэффициент семенификации сибирских видов горчичника // Биологические основы семеноведения, семеноводство интродуцентов. 1974. С. 102-104.
14. Dibirov M.D., Alibegova A.N., Osmanov R.M. The structure of variability of traits of seed productivity of *Allium charadzeae* Tschlok in the mountainous conditions of Dagestan // BIO Web of Conferences. 2022. 43:01018. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301018>.

References

1. Alibegova AN, Murtazaliev RA. The research of *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. (*Alliaceae*) in conditions of introduction. *South of Russia: ecology, development*. 2008;3(3): 15-22. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2008-3-15-22>.
2. Artamonov VI. *Rare and endangered plants*. Moscow: Agropromizdat; 1989. (In Russ.).
3. Vainagii IV. Technique of statistical processing of material on seed productivity of plants on the example of *Potentilla aurea* L. *Plant Resources*. 1973;9(2): 287–296. (In Russ.).
4. Vainagy IV. On the methodology for studying the seed productivity of plants. *Botanical journal*. 1974;59(6): 826–831. (In Russ.).
5. Vvedenskii A.I. Genus Onion - *Allium* L. In: Komarov VL (eds.) *Flora of the USSR*. Vol. 4. Leningrad: Editio Academian scientiarum USSR; 1935. p. 112–280. (In Russ.).
6. Grossgeim AA. *Flora of the Caucasus*. 2nd ed. Vol. 2. Baku: AzFAN; 1940. (In Russ.).
7. Dyuryagina GP. To the method of introduction of rare and endangered plants. *Botanical journal*. 1982;67(5): 679–687. (In Russ.).
8. Dibirov MD, Murtazaliev RA. Structure of features variability in *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. seed productivity when introducing along an altitudinal gradient. *Proceedings of the Dagestan branch of the Russian Botanical Society*. 2015;(3): 29–32. (In Russ.).
9. Dibirov MD, Osmanov RM. Structure of features variability in *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh.

seed productivity when introducing along an altitudinal gradient. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017; 54(4): 143–147. (In Russ.).

10. Dibirov MD, Alibegova AN. Structure of features variability in *Allium mirzojevii* (Alliaceae) seed production when introducing to mountains. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(4):208–212. (In Russ.).

11. Zaitsev GN. *Mathematical statistics in experimental botany*. Moscow: Nauka; 1984. (In Russ.).

12. Murtazaliev RA. *Synopsis of the flora of Dagestan. (Melanthiaceae – Acoraceae)*. Vol. 4. Makhachkala: Epokha; 2009. p. 37–45. (In Russ.).

13. Tyurina EV. Seed productivity and the coefficient of semenification of Siberian gorichnik species. *Biological foundations of seed science, seed production of introducers*. 1974. p. 102-104. (In Russ.).

14. Dibirov MD, Alibegova AN, Osmanov RM. The structure of variability of traits of seed productivity of *Allium charadzeae* Tschlok in the mountainous conditions of Dagestan. *BIO Web of Conferences*. 2022;(43). Available from: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301018>.

Информация об авторе

Д. М. Дибиров – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник.

Статья поступила в редакцию 13.10.2022; одобрена после рецензирования 10.11.2022; принята к публикации 16.11.2022.

Information about the author

D. M. Dibirov – PhD (Biology), Associate Professor, Senior Researcher.

The article was submitted to the editorial office 13.10.2022; approved after review 10.11.2022; accepted for publication 16.11.2022.



Научная статья
УДК 581.143.28:582.734.6 (470.67)
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_232

Оценка длительности периода покоя генеративных почек сортов абрикоса в Низменном Дагестане

Руслан Маликович Османов^{1✉}, Джалалудин Магомедович Анатов²,
Загирбег Магомедович Асадулаев³

^{1,2,3}Горный ботанический сад ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия

¹ru.osmanov@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-4857-6354>

²djalal@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6725-4086>

³asgorbs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5370-6611>

Аннотация. В работе представлены результаты оценки продолжительности органического покоя генеративных почек девяти сортов абрикоса (Бендерский ранний, Крымский Медунец, Претендент, Краснощекий, Сеянец Краснощекого, Консервный поздний, Шалах, Унцукульский поздний, Хонобах) посредством проращивания срезанных побегов в условиях комнатной температуры (22-25 °С) в зимний период. Заготовка зимующих побегов проведена в семь сроков с 25 декабря 2014 года по 26 февраля 2015 года через каждые 10 дней. Срезали по 5 побегов с генеративными почками, которые сразу помещали в сосуды с водой. Период окончания органического покоя считали, когда пробуждалось 25 % цветочных почек от общего количества. Подтверждено, что сорта абрикоса различных эколого-географических групп значительно варьируют по продолжительности периода покоя цветковых почек. В целом у сортов европейской группы массовое пробуждение почек и выход из глубокого покоя начинается с третьей декады января до второй декады февраля (27,0-56,0 %). В отличие от сортов европейской группы, образцы ирано-кавказской выходят из состояния глубокого покоя во вторую и третью декады февраля (21,0-36,0 %). Выявленные фенологические особенности представляют практический интерес для районирования сортов и селекции абрикоса в условиях Низменного Дагестана.

Ключевые слова: абрикос, генеративные почки, органический покой, вынужденный покой, Низменный Дагестан

Для цитирования: Османов Р.М., Анатов Д.М., Асадулаев З.М. Оценка длительности периода покоя генеративных почек сортов абрикоса в Низменном Дагестане // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 232-238. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_232.

Scientific paper

Estimation of the dormant period's duration of apricot generative buds in Lowland Dagestan

Ruslan M. Osmanov^{1✉}, Dzhahalaludin M. Anotov², Zagirbeg M. Asadulaev³

^{1,2,3}Mountain Botanical Garden of the Dagestan Federal Research Center,

Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

¹ru.osmanov@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-4857-6354>

²djalal@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6725-4086>

³asgorbs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5370-6611>

Abstract. The paper presents the results of the organic dormancy of apricot generative buds' duration (nine varieties: Bendersky early, Krymsky Medunets, Pretender, Krasnoshchekiy, Seyanets Krasnoshchekogo, Cannery late, Shalah, Untsukul'sky late, Khonobakh) by means of germinating cut shoots at room temperature

(22-25 °C) in winter. Harvesting of wintering shoots was carried out in seven terms from December 25, 2014 to February 26, 2015 in every 10 days. Five shoots with generative buds, which were immediately placed in vessels with water, were cut off. The period of the end of organic dormancy was considered when 25% of flower buds from the total number were awakened. It has been confirmed that apricot varieties of different ecological and geographical groups vary significantly in the duration of the flower buds' dormant period. In general, in varieties of the European group, the mass awakening of the buds and the exit from deep dormancy begins from the third decade of January to the second decade of February (27.0-56.0%). Unlike the varieties of the European group, the samples of the Iranian-Caucasian group leave the state of deep dormancy in the second and third decades of February (21.0-36.0%). The identified phenological features are of practical interest for zoning varieties and apricot selection in the conditions of Lowland Dagestan.

Keywords: *apricot, generative buds, organic dormancy, forced dormancy, Lowland Dagestan*

For citation: Osmanov R.M., Anatov D.M., Asadulaev Z.M. Estimation of the dormant period's duration of apricot generative buds in Lowland Dagestan. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 232-238. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_232.

Введение. Большинство сортов абрикоса обыкновенного (*Prunus armeniaca* L.) в Дагестане относится к ирано-кавказской эко-географической группе и дагестанской региональной подгруппе [1]. Длительные традиции выращивания абрикоса и его значение для местного населения привели к образованию большого местного сортимента в республике. Но помимо местных форм и сортов, здесь выращивают и аллохтонные сорта европейской, среднеазиатской эко-географических групп. Основные насаждения абрикоса в Дагестане сосредоточены по долинам горных рек (Аварское Койсу, Андийское Койсу, Казикумухское Койсу и Кара Койсу), на высотах 350-1500 м над уровнем моря. Абрикос выращивают также и в Низменном Дагестане, в частности, в окрестностях городов Махачкала, Хасавюрт, Кизляр и др., где он часто подвергается весенним возвратным заморозкам [2-4].

Известно, что отсутствие адаптации к условиям окружающей среды является одной из основных причин, ограничивающих интродукцию абрикосовых растений в различные климатические зоны. Растения абрикоса в осенне-зимний период развития переходят в так называемый глубокий (органический) и вынужденный покой, который проявляется в задержке распускания почек независимо от наличия благоприятных внешних условий. Это физиологическое состояние растений необходимо анализировать как закрепленное наследственностью биологическое приспособление к перенесению неблагоприятных условий того или иного времени года. Вынужденный покой регулируется внешними, а органический покой внутренними факторами [5-8].

Динамика развития генеративных почек представляет собой основной показатель, в значительной степени влияющий на урожайность плодовых древесных видов умеренного пояса, в том числе и абрикоса. При этом более сильные последствия наблюдаются для сортов с ранним цветением из-за значительного повреждения генеративных почек [9, 10].

Большую роль в сохранении генеративных почек абрикоса от повреждений играет продолжительность оттепели и последующие за ней отрицательные температуры. Для абрикоса особую опасность представляют февральские и особенно мартовские оттепели, когда почки находятся в вынужденном покое и могут спровоцировать их распускание [5, 11].

Цель работы – определение продолжительности глубокого покоя генеративных почек некоторых сортов абрикоса в Низменном Дагестане и календарных сроков перехода в состояние вынужденного покоя, посредством проращивания срезанных побегов в благоприятных температурных условиях.

Объект и методы исследования. Оценка длительности периода органического и вынужденного покоя генеративных почек абрикоса в лабораторных условиях проведена в соответствии с общепринятой методикой изучения плодовых культур [12] и рекомендациями А.М. Шолохова и Т.М. Саввиной [13, 14]. В качестве объектов изучения были взяты сорта европейского (Бендерский ранний, Крымский Медунец, Претендент, Краснощекий, Сеянец Краснощекого, Консервный поздний) и ирано-кавказского происхождения (Шалах, Унцукульский поздний, Хонобах). Осуществляли учет пробуждения генеративных почек в зимний период 2014-2015 гг. Для этого ветки абрикоса периодически срезали и в теплых помещениях (22-25 °C) ставили в сосуды с водой. Пробы брали со второй половины декабря через каждые 10 дней. Та дата, где отмечалось распускание выше 25 % цветков

от общего количества генеративных почек в тепле, считали временем выхода данного сорта из периода органического покоя.

Результаты и их обсуждение. Оценка пробуждения генеративных почек показала, что интенсивность динамики прослеживается с начала января до середины февраля. В этот период 50-процентный рубеж распускания цветковых почек наблюдается только для пяти европейских сортов (Претендент, Консервный поздний, Крымский Медунец, Краснощекий, Бендерский ранний) и одного дагестанского сорта – Унцукульский поздний. В среднем для всех образцов максимальное цветение наблюдалось во второй декаде февраля – 41,0 % (рис. 1).

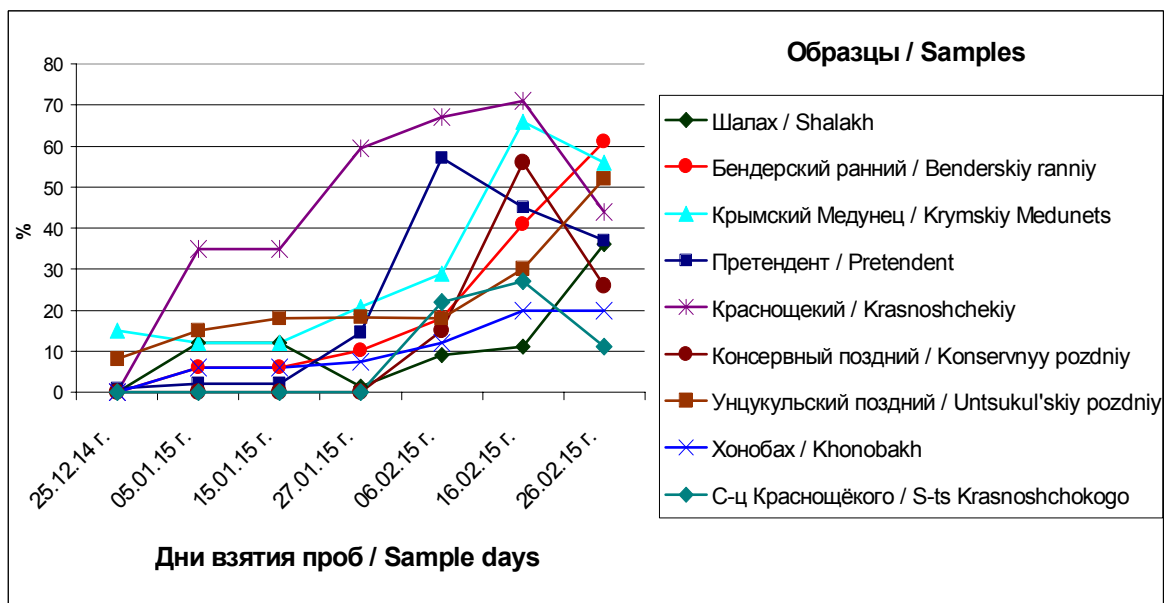


Рис. 1. Пробудимость генеративных почек сортов абрикоса за зимний период 2014-2015 гг.
Fig. 1. The awakening of generative buds of apricot varieties for the winter period (2014-2015).

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

Ветки изучаемых сортов, срезанные 5 декабря 2014 года, по состоянию на 25 декабря 2014 года, через 22 дня после взятия пробы и прорастания в комнатных условиях показали единичные результаты. В этот срок пробуждение генеративных почек проявилось только у сортов Претендент (1,0%), Унцукульский поздний (8,0%), Крымский Медунец (15,0%). Во второй срок (5 января) пробуждение генеративных почек максимально у сорта Краснощекий (35,0%) и Унцукульский (15,0%) по сравнению с другими образцами. К 15 января (третий срок) у большинства сортов пробуждение цветков аналогично предыдущей дате взятия проб. В начале февраля происходит усиление пробуждения генеративных почек. Так, у сорта Претендент пробуждение цветков в этот срок составило 57,0%.

Пробы, взятые 16 и 28 февраля, имели в среднем по сортам 38,0-41,0 % распустившихся цветков (рис. 2). Таким образом, за зимний период 2014-2015 гг. у большинства сортов абрикоса в условиях города Махачкалы переход в вынужденный покой начинается с первой по вторую декады февраля.

Общеизвестно, что сорта абрикоса различных эколого-географических групп значительно варьируют по продолжительности периода покоя цветковых почек и требованию к теплу в период распускания. Так, сорта среднеазиатской группы имеют более длительный период зимнего покоя почек, характеризуются повышенной требовательностью к количеству тепла для их распускания. Так и в наших исследованиях у дагестанского сорта Хонобах наблюдался запоздалый выход генеративных почек из состояния органического покоя в зимние месяцы, что возможно связано с его среднеазиатским происхождением. Ирано-кавказская группа в свою очередь отличается более коротким периодом покоя. Сорта европейской группы также обладают коротким периодом покоя и более быстрыми темпами распускания цветковых почек. По зимостойкости последние во много раз уступают среднеазиатской группе [15-17].

В целом у некоторых сортов европейской группы (Бендерский ранний, Крымский Медунец, Претендент, Краснощекий и Консервный поздний) массовое пробуждение почек и выход из глубокого покоя начинается с третьей декады января до второй декады февраля. В отличие от сортов европейской группы, у образцов, относящиеся к ирано-кавказской группе (Шалах, Хонобах и Унцукульский поздний) выход из состояния глубокого покоя приходится на вторую и третью декады февраля (рис. 1, рис. 2).

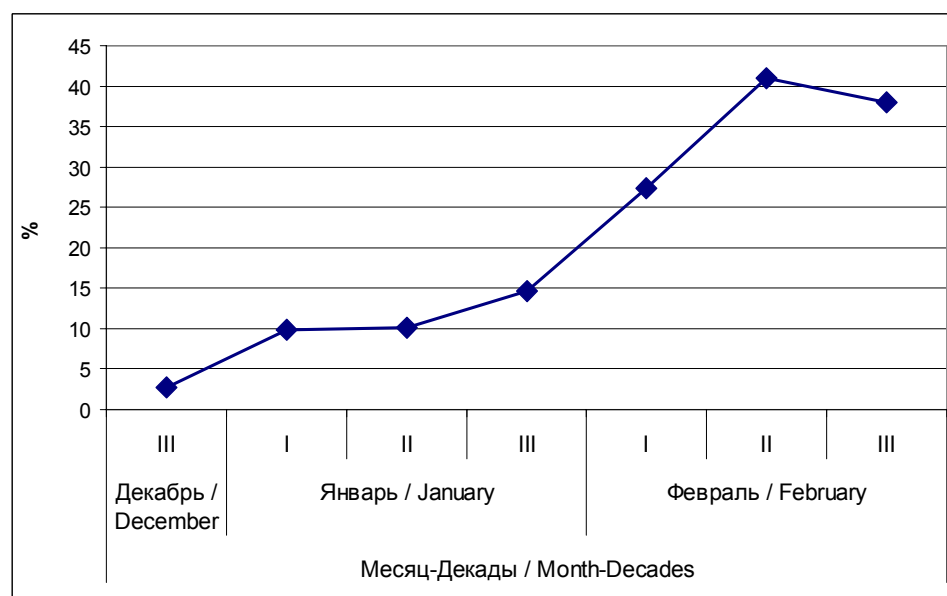


Рис. 2. Динамика пробуждения генеративных почек сортов абрикоса (2014-2015 гг.).

Fig. 2. Dynamics of awakening of generative buds of apricot varieties (2014-2015).

Источник: составлено авторами на основании данных исследований.

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

По результатам проращивания побегов и срокам выхода из состояния глубокого покоя за зимние периоды (2014-2015 гг.) изученные сорта абрикоса разделились на четыре группы:

1) Краснощекий (59,5 %) – третья декада января;

2) Крымский Медунец (29,0 %), Претендент (57,0 %) – первая декада февраля;

3) Сеянец Краснощекого (27,0 %), Унцукульский поздний (30,0 %), Бендерский ранний (41,0 %), Консервный поздний (56,0 %) – вторая декада февраля;

4) Хонобах (21,0 %), Шалах (36,0 %) – третья декада февраля.

К первой группе отнесен только один образец – Краснощекий, у которого отмечается массовое цветение в первой декаде января. Небольшое количество образцов в этой группе может указывать на то, что другие сорта абрикоса не успели перейти в фазу органического покоя к началу декабря, что, скорее всего, связано с высокими средними температурами в этот период в условиях города Махачкалы. Ко второй группе отнесены сорта Крымский Медунец и Претендент – это первая декада февраля. В третьей группа в основном европейского происхождения (три образца), и сорт Унцукульский поздний, относящиеся к ирано-кавказской группе. Четвертую группу составили Хонобах и Шалах, цветение у которых наименьшее от 21,0 до 36,0 %, причиной чего могут быть поражение почек клястероспориозом и чувствительность к оттепелям.

По некоторым данным к концу второй декады февраля в пыльниках у абрикоса происходит развитие археспориальной ткани и переход к редукционному делению, что характеризует выход цветковых почек из периода глубокого покоя. При этом установлено, что биологический минимум температуры для вегетации генеративных почек плодовых культур составляет 9,9 °С. Значительную роль в повреждении генеративных почек абрикоса от морозов играют зимне-весенние оттепели [11, 18].

В табл. 1 представлены минимальные и максимальные температуры и количество оттепелей за январь-март 2013-2015 гг. Больше всего оттепелей наблюдалось в марте, продолжительностью от 11 до 24 дней.

Таблица 1. Частота и продолжительность оттепелей в зимне-весенние месяцы за 2013-2015 гг.
Table 1. Frequency and duration of thaws in the winter-spring months (2013-2015)

Годы / Years	Январь / January			Февраль / February			Март / March		
	Количество оттепелей / Amount of thaws	Количество дней/Amount of days	Температура / Temperature: min-max	Количество оттепелей / Amount of thaws	Количество дней / Amount of days	Температура / Temperature: min-max	Количество оттепелей / Amount of thaws	Количество дней / Amount of days	Температура / Temperature: min-max
2013	1	6	2,5-7,7	1	23	3,1/5,9	0	0	0
2014	2	8	3,0-11,0	1	17	3,0/12,0	2	24	3,0/10,0
2015	1	10	2,8-4,5	2	9	2,9/6,7	2	11	4,0/8,0

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

За все исследованные годы в зимние месяцы (январь и февраль) были отмечены достаточно продолжительные (от 6 до 23 дней) оттепели. В эти же годы в марте температурные условия по годам различались значительно. Так, в 2013 году март оказался сравнительно более холодным; т.е. в этом месяце температура воздуха не поднималась выше биологического нуля (9,9 °С). В 2014 году в марте продолжительность оттепели составила 24 дня, в 2015 году теплая погода держалась 11 дней.

Таким образом, как было отмечено выше, все изученные нами сорта к середине и концу февраля завершают период глубокого покоя. В связи с этим условия, которые складываются в марте в Низменном Дагестане, также важны для сохранения жизнеспособности цветковых почек.

Заключение

Образцы абрикоса, относящиеся к разным эко-географическим группам по результатам наблюдений за пробуждаемостью генеративных почек и сроками выхода из состояния глубокого покоя разделены нами на четыре группы. В первую группу включен сорт Краснощекий, почки которого пробуждаются раньше всех (третья декада января). Вторую группу составили сорта Крымский Медунец и Претендент – пробуждение почек в первой декаде февраля. Третья группа – Сеянец Краснощекого, Унцукульский поздний, Бендерский ранний и Консервный поздний со средним выходом почек из состояния глубокого покоя (вторая декада февраля). Четвертую группу составили два сорта, относящиеся к ирано-кавказской эко-географической группе – Хонобах и Шалах, с сравнительно более поздним выходом почек из органического покоя (третья декада февраля).

В связи с вышеизложенным, в указанные сроки в условиях Низменного Дагестана наблюдается выход генеративных почек абрикоса из состояния глубокого покоя в связи с завершением в пыльниках формирования археспориальной ткани, что к тому же характеризует переход цветковых почек в состояние вынужденного покоя.

Полученные результаты по срокам выхода из состояния глубокого покоя генеративных почек и перехода их в вынужденный покой представляют практический интерес для реализации селекционных задач при выведении новых более адаптированных сортов абрикоса, а также могут стать основой разработки рекомендаций при районировании сортов в условиях Низменного Дагестана.

Список источников

1. Asadulaev Z.M., Anatov D.M., Gaziev M.A. Genetic resources of *Prunus armeniaca* L. natural populations in Mountainous Dagestan // Acta Horticulturae. 2014. Vol. 1032. P. 183-190. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1032.24>.
2. Асадулаев З.М., Анатов Д.М. Пространственная структура популяций *Prunus armeniaca* L. в аридных редколесьях Внутригорного Дагестана // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 2 (79). С. 35-43. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2019-10052>.

3. Османов Р.М., Анатов Д.М. Устойчивость сеянцев абрикоса к комплексу повреждающих факторов зимнего периода в условиях Внутригорного Дагестана // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2019. № 2. С. 39-45. doi:10.33580/2409-2444-2019-5-2-39-45.
4. Анатов Д.М., Османов Р.М. Оценка внутри- и межвидовой гибридизации рода *Prunus* L. в условиях Дагестана // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 2. С. 207–211.
5. Нестеров Я.С. Период покоя плодовых культур. М.: Сельхозиздат, 1962. 152 с.
6. Gorina V.M., Korzin V.V., Mitrofanova O.V., Mitrofanova I.V. Perspectives of apricot breeding in the Nikita Botanical Gardens // *Acta Horticulturae*. 2020. Vol. 1290. P. 5-12. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1290.2>.
7. Киктева Е.Н., Солонкин А.В., Никольская О.А. Зимостойкость абрикоса в условиях Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2021. №1 (112). С. 48-53.
8. Змушко А.А. Период покоя сельскохозяйственных растений // Плодоводство. 2021. Т. 33. С. 246-252. <https://doi.org/10.47612/0134-9759-2021-33-246-25>.
9. Černá, H., Bartošová, L., Trnka, M., Bauer, Z., Štěpánek, P., Možný, M., Dubrovský, M., Žalud, Z. The analysis of long-term phenological data of apricot tree (*Prunus armeniaca* L.) in southern Moravia during 1927-2009 // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012. Vol. LX. №. 3. P. 9-18. <https://doi.org/10.11118/actaun201260030009>.
10. Bartolini S., Viti R. Local climate change affects the apricot blooming in Tuscany, Italy // *Acta Horticulturae*. 2020. Vol. 1290. P. 19-26. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1290.4>.
11. Физиология абрикоса и отношение к условиям внешней среды (Зимостойкость) / А.М. Шолохов [и др.]. // Абрикос / под ред. В.К. Смыкова. М.: Агропромиздат, 1989. С. 42-64.
12. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. 502 с.
13. Шолохов, А.М. Изучение морфогенеза цветковых почек в связи с сортоиспытанием и селекцией косточковых на зимостойкость: методические рекомендации. Ялта: [б. и.], 1972. 14 с.
14. Шолохов А.М., Саввина Т.М. Морфогенез генеративных почек / В кн. Абрикос, под ред. В.К. Смыкова. М.: Агропромиздат, 1989. С. 35-41.
15. Костина К.Ф. Зимовыносливость различных сортов абрикоса в Крыму в условиях зим 1947/48, 1949/50гг. // Труды Никитского ботанического сада. 1953. Т. 25. Вып. 4. С. 24-35.
16. Ковалев Н.В. Абрикос. М.: Сельхозиздат, 1963. 288 с.
17. Рябов И.Н., Костина К.Ф. Достижения в селекции косточковых плодовых пород в Никитском ботаническом саду // Агробиология. 1957. № 5. С. 35-40.
18. Туз А.С., Лихонос Ф.Д., Лобачев А.Я. *Pyrus* L. – Груша // Культурная флора СССР. Семечковые (яблоня, груша, айва) / под ред. Витковского В.Л., Коровиной О.Н. - М.: Колос, 1983. Т. XIV. С. 126-128.

References

1. Asadulaev ZM, Anatov DM, Gaziev MA. Genetic resources of *Prunus armeniaca* L. natural populations in Mountainous Dagestan. *Acta Horticulturae*. 2014;(1032): 183–190. Available from: doi:10.17660/ActaHortic.2014.1032.24.
2. Asadulaev ZM, Anatov DM. Spatial structure of *Prunus armeniaca* L. populations in the arid woodlands of Mountainous Dagestan. *Arid Ecosystems*. 2019;25(79): 35–43. (In Russ.). Available from: doi:10.24411/1993-3916-2019-10052.
3. Osmanov RM, Anatov DM. Resistance of apricot seedlings to the complex of damaging factors of the winter period in the conditions of Inner-mountain Dagestan. *Botanical Journal of the North Caucasus*. 2019;(2): 39–45. (In Russ.). Available from: doi:10.33580/2409-2444-2019-5-2-39-45.
4. Anatov DM, Osmanov RM. Evaluation of intra- and interspecies hybridization of genus *Prunus* L. in the conditions of Dagestan. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(2): 207–211. (In Russ.).
5. Nesterov YaS. *The dormant period of fruit crops*. Moscow: Selkhozizdat; 1962. (In Russ.).
6. Gorina VM, Korzin VV, Mitrofanova OV, Mitrofanova IV. Perspectives of apricot breeding in the Nikita Botanical Gardens. *Acta Horticulturae*. 2020; (1290): 5–12. Available from: doi:10.17660/ActaHortic.2020.1290.2.

7. Kikteva EN, Solonkin AV, Nikolskaya OA. Winter hardiness of apricot in the Volgograd region conditions. *Scientific agronomy journal*. 2021;1(112): 48–53. (In Russ.).
8. Zmushko AA. Dormancy period of agricultural plants. *Fruit growing*. 2021;(33): 246–252. (In Russ.). Available from: doi:10.47612/0134-9759-2021-33-246-25.
9. Černá, H, Bartošová, L, Trnka, M, Bauer, Z, Štěpánek, P, Možný, M, Dubrovský, M, Žalud, Z. The analysis of long-term phenological data of apricot tree (*Prunus armeniaca* L.) in southern Moravia during 1927-2009. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012; 3(60): 9–18. Available from: doi:10.11118/actaun201260030009.
10. Bartolini S, Viti R. Local climate change affects the apricot blooming in Tuscany, Italy. *Acta Horticulturae*. 2020;(1290): 19–26. Available from: doi:10.17660/ActaHortic.2020.1290.4.
11. Sholokhov AM, Savina TM, Vazhov VI, Moskalenko KM, Khalin GA, Yablonsky EA. Physiology of apricot and relation to environmental conditions (Winter hardiness). In: Smykov VC. (eds.) *Apricot*. Moscow: Agropromizdat; 1989. p. 42–64. (In Russ.).
12. Sedov EN. (ed.) *Program and methods of selection of fruit, berry and nut crops*. Eagle: VNIISPK; 1995. (In Russ.).
13. Sholokhov AM. *The study of the morphogenesis of flower buds in connection with variety testing and selection of stone fruits for winter hardiness: guidelines*. Yalta; 1972. (In Russ.).
14. Sholokhov AM, Savvina TM. *Morphogenesis of generative buds*. In: Smykov VC. (eds.) *Apricot*. Moscow: Agropromizdat; 1989. p. 35–41. (In Russ.).
15. Kostina KF. Winter hardiness of various varieties of apricot in the Crimea under the conditions of winters 1947/48, 1949/50. *Proceedings of the Nikitsky Botanical Garden*. 1953;25(4): 24–35. (In Russ.).
16. Kovalev NV. *Apricot*. Moscow: Selkhozizdat; 1963. (In Russ.).
17. Ryabov IN, Kostina KF. Achievements in the selection of stone fruits in the Nikitsky Botanical Garden. *Agrobiology*. 1957;(5): 35–40. (In Russ.).
18. Tuz AS, Likhonos FD, Lobachev AYа. Pyrus L. – Pear. In: Vitkovsky VL, Korovina ON. (eds.) *Flora of cultivated plants of the USSR. Pome fruits (apple, pear, quince)*. Vol. XIV. Moscow: Kolos; 1983. p. 126–128. (In Russ.).

Информация об авторах

Р. М. Османов – младший научный сотрудник;
Д. М. Анатов – кандидат биологических наук;
З. М. Асадулаев – доктор биологических наук, профессор.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 30.09.2022; одобрена после рецензирования 09.11.2022; принята к публикации 16.11.2022.

Information about the authors

R. M. Osmanov – Junior Researcher;
D. M. Anatov – Phd (Biology);
Z. M. Asadulaev – D.Sc (Biology), 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 to the editorial office 30.09.2022; approved after review 09.11.2022; accepted for publication 16.11.2022.



Научная статья
УДК 633.1:582.736(470.67)
DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_239

Роль сортового разнообразия в вариабельности признаков сухой биомассы сортов *Vicia faba* L. в условиях интродукции в Равнинном Дагестане

Али Джалалудинович Хабибов¹✉, Написат Шуайбовна Шуайбова²

¹Горный ботанический сад ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия,

²Институт геологии ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия

¹Gakvari05@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-8904-4488>

²napisat65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-000293114722>

Аннотация. 17.05.2019 года проведёно сопоставление структуры изменчивости девяти весовых и индексных признаков сортов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Равнинного или Низменного Дагестана. Работа выполнена на популяционном уровне с использованием методов статистики. Рассматриваемые здесь признаки сухой биомассы относятся преимущественно к показателям, которые определяют адаптивную стратегию растения. Выявлены наиболее пластичные и устойчивые признаки биомассы, а также структура (%) надземной части растения и плода. Максимальными средними значениями большинства учтённых признаков выделяется культивар № 2267. Для сухой массы бобов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4) двух сортообразцов – № 2264 и № 2399 отмечены весьма сходные и сравнительно высокие значения относительной изменчивости. Для этих же трёх весовых признаков других сортообразцов – № 2398, № 2267 и объединённой выборки установлены также сравнительно сходные, но в меньшей степени выраженные показатели коэффициентов вариации, а также довольно высокие показатели отрицательных корреляций между средней величиной и относительной их вариабельностью. Для репродуктивного усилия (Re) и его эффективности (Eff_{Re}) намечены минимальные величины относительной изменчивости и существенные, на 95 %-ном уровне достоверности, значения отрицательной корреляции между средней величиной и её коэффициентом вариации. Определены различия средних показателей признаков сухой массы и им дана оценка по t-критерию Стьюдента. Оценена роль сортового разнообразия в вариабельности этих признаков. Если на вариабельность сухой массы створок (x_4), «цены» потомка (x_6) и эффективности репродуктивного усилия (Eff_{Re}) данный генотипический фактор существенного влияния не оказывает, то влияние его на изменчивость сухой массы семени (x_5) – максимальное (55,0 %). Выявлены существенные, на различных уровнях достоверности, корреляции между самими весовыми признаками, а также дана оценка их тесноте связи.

Ключевые слова: сортообразцы *Vicia faba* L., весовые признаки, средние величины, вариабельность, корреляции t-критерий Стьюдента, Равнинный Дагестан

Для цитирования: Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль сортового разнообразия в вариабельности признаков сухой биомассы сортов *Vicia faba* L. в условиях интродукции в Равнинном Дагестане // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С.239-249. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_239.


Scientific paper

The role of varietal diversity in the variability of dry biomass traits (*Vicia faba* L. varieties) under introduction conditions of Plain Dagestan

Ali Ja. Khabibov¹✉, Napisat Sh. Shuaibova²

¹ Mountain Botanical Garden, DFRC RAS, Makhachkala, Russia

²Institute of Geology, DFRC RAS, Makhachkala, Russia

¹Gakvari05@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0001-8904-4488>

²napisat65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-000293114722>

Abstract. The structure of variability of nine weight and index traits of *Vicia faba* L. varieties was collated during introduction in the conditions of Plain or Lowland Dagestan (May 17, 2019). The work was carried out at the population level using statistical methods. The features of dry biomass considered here are mainly related to the indicators that determine the plant adaptive strategy. The most plastic and stable features of the biomass, as well as the structure (%) of the above-ground part of the plant and fruit were revealed. Cultivar No. 2267 stands out with the maximum average values in the majority of the considered traits. Similar high values of relative variability were noted for the dry weight of beans (x2), seeds (x3) and valves (x4) of two variety samples (No. 2264 and No. 2399). For the same three weight characteristics of other variety samples (No. 2398, No. 2267) and the similar combined sample, relatively, but to a lesser extent expressed indicators of variation coefficients, as well as rather high indicators of negative correlations between the average value and their relative variability were also established. The minimum values of relative variability and significant (at the 95% confidence level) negative correlation values between the mean value and its coefficient of variation were outlined for the reproductive effort (Re) and its efficiency (EffRe). Differences in the average indicators of the dry mass signs were determined and they were evaluated according to the Student's t-test. The role of varietal diversity in the variability of these traits is assessed. If this genotypic factor does not have a significant effect on the variability of the dry weight of the valves (x4), the "price" of the offspring (x6) and the efficiency of the reproductive effort (EffRe), then its effect on the variability of the dry weight of the seed (x5) is maximum (55.0%). Significant (at various levels of reliability) correlations between the weight signs are revealed. An assessment of their connection closeness is made.

Keywords: *Vicia faba* L. varieties, weight traits, average values, variability, correlations, Student's t-test, Plain Dagestan

For citation: Khabibov A.D., Shuaibova N.Sh. The role of varietal diversity in the variability of dry biomass traits (*Vicia faba* L. varieties) under introduction conditions of Plain Dagestan. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 239-249. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_239.

Введение. Общеизвестно то, что из группы более 60 видов зернобобовых культур (*Fabaceae*), которые известны в мировом земледелии и по значимости и распространённости уступают только злакам, наиболее важными и общезначимыми были и остаются: соя – *Glycine max*; фасоль – *Phaseolus*; горох – *Pisum*; чечевица – *Lens*; бобы кормовые – *Faba* [1].

Бобы кормовые (русские, конские, огородные, обыкновенные) – *Vicia faba* L. (1753) (= *Faba bona* Medik.) являются ценной белковой, древней и важной сельскохозяйственной и зернобобовой культурой. Они заслуживают особого внимания в качестве продовольственной и кормовой культуры, поскольку из зернобобовых культур дают самые высокие урожаи семян с высоким (до 35 %) содержанием белка [2]. Кроме того, они наряду с другими бобовыми культурами усваивают азот воздуха и обогащают почву, оставляя более 50 кг связанного азота на 1 га [3].

Бобы кормовые являются единственным видом в роде *Faba* L. и известны они только в культуре, поскольку в естественном виде они не встречаются. Данный вид, будучи хорошим медоносом, представляет собой однолетнее перекрёстноопыляемое растение с прямостоячим четырёхгранным полым стеблем, с высотой до 1,5 м и ветвится только у основания (рис. 1, С) [4]. Родиной его считают Средиземноморье. В настоящее время в мире выведено более 450 сортов этой культуры, которые отличаются по хозяйственному использованию, морфологическим признакам и свойствам. Главным образом сорта различают по величине, окраске кожуры, размерным и весовым признакам и форме семян. Сортотипы *V. faba* разные авторы подразделяют также по различным факторам или показателям:

- по размерам семян: мелкосеменные сорта, МТС = 400-650 г; среднесеменные, МТС = 650-800 г; пищевые или овощные с крупными семенами, МТС = 1300-2300 г [5];
- эколого-географическим условиям: северная, среднерусская и высокогорная группа [2];
- по длительности вегетационного цикла развития: ранне-, средне- и позднеспелые сорта и т. д.

Результаты ранее проведённого нами интродукционного испытания с 58 сортами отечественной и зарубежной селекции, полученные из Всероссийского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург) на террасированных участках северного склона Гунибской экспериментальной базы (1950 м н.у.м.) Горного ботанического сада ДФИЦ РАН, показали, что всхожесть семенного материала и этой культуры зависит от сроков хранения семян [6]. По мере возрастания сроков хранения семян, согласно последним и представленным впервые здесь результатам расчётов, всхожесть семенного материала сортов этой культуры, как и у многих культурных растений, существенно, на самом высоком (99,9 %) уровне достоверности, теряется, поскольку между ними отмечена отрицательная ($r_{xy} = -0,82^{***}$, при $df = n - 2 = 13$) корреляционная связь. Среди испытанных сортообразцов этой культуры крайние – максимальные и минимальные варианты по биомассе (мг) ста семян (МСС) представляли образцы из Сирии и Индии (табл. 1).

Таблица 1. Результаты сравнения средних показателей МСС крайних сортообразцов *V. faba* по t-критерию Стьюдента

Table 1. Results of comparison of the average MSS of the extreme varieties of *V. faba* according to the Student's t-criterion

Образцы/ Samples	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	t-критерий между / t-criterion between			Табличные значения t- критерия / Tabular values of the t-criterion			
			1 и 2	1 и 3	2 и 3	df	95,0 %	99,0%	99,9%
Сирия / Syria	26	1861,3 $\pm 37,30$	46,573 ^{***}	33,433 ^{***}	31,678 ^{**}	48	2,014 [*]	2,690 ^{**}	3,520 ^{***}
Индия / India	24	206,9 $\pm 5,25$	df = n ₁ + n ₂ - 2			60	2,000 [*]	2,660 ^{**}	3,460 ^{***}
Дагестан / Dagestan	36	568,9 $\pm 10,15$				58	2,004 [*]	2,669 ^{**}	3,476 ^{***}

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

При этом местные формы (сорты) этого вида, которые относятся к дагестанскому подвиду, занимали промежуточное положение. Полученные различия по МСС всех вариантов сравнения по t-критерию Стьюдента существенны на самом высоком уровне достоверности. Однако значение последнего показателя крайних вариантов (46,573^{***}) данного признака в 1,393 и 1,470 раза превышает таковых двух других сравнений с образцом из Дагестана, семенам которого характерны как круглая форма, так и черный цвет кожуры, и общесреднее значение по МСС (рис. 1, А).

Настоящее исследование посвящено оценке роли генотипического фактора – сортового разнообразия в изменчивости весовых признаков четырёх сортообразцов *V. faba* в условиях Низменного или Равнинного Дагестана. А весовые признаки сами характеризуются в 2–3 раза большим уровнем изменчивости, чем линейные размеры органа. В то же время весовые признаки, являясь главным объектом селекционных и агротехнических или зоотехнических работ, связаны в конечном итоге с понятием продуктивности. Они вместе с морфологическими показателями также являются «атрибутами урожая и мерилами успеха селекционных и агротехнических программ» [7, с. 4]. «Эти же признаки становятся важнейшими и при эволюционных и популяционных исследованиях, поскольку они в существенной мере определяют (и на них отражаются) процессы дифференциации и интеграции надорганизменных систем» [7, с. 210]. Кроме того, как в области химии свойства простых веществ, а также формы и свойства химических соединений зависят от величины атомных весов элементов, так и в биологии «...масса биологических объектов является одновременно и мерой инерции, гравитации и мерой скорости или интенсивности обменных процессов, обеспечивающих жизнедеятельность организмов» [8].

Материал и методы исследования. Для данной работы материалом послужил семенной материал из пяти сортообразцов *V. faba*, которые были получены из Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) (г. Санкт-Петербург). Семена этих культиви-

ров чётко различались, как по морфологическим показателям, так и по экологическим особенностям. Краткая характеристика исходного материала представлена в табл. 2. Посевной материал представлен сортообразцами данной культуры отечественной и зарубежной селекции с разными сроками хранения семян. Интродукционное испытание пяти сортообразцов этого вида 17.05.2019 г. проводилось в условиях Низменного Дагестана (Кумторкалинский район, зимнее пастбище Гунибского р-на, урочище Хумтуп, 50 м н.у.м., С. Ш. – 43°02'45'' и В.Д. – 47°13'50'').

Посев семян был проведен в метровых рядах с расстоянием между ними 40, а между растениями – 20 см (рис. 1, В). После завершения полного вегетационного цикла у более 10 генеративных побегов, представляющий надземную часть без листьев растения, всех сортообразцов были учтены более 20 признаков, которые нами были условно подразделены на три группы: размерные, числовые и весовые. Дополнительно также были вычислены индексные или относительные показатели.

Таблица 2. Сравнительная характеристика исходного материала сортообразцов *V. faba*, интродуцированного в Низменном Дагестане (50 м высоты над ур. м.) в 2019 году [Хабиров, Шуайбова, 2022]

Table 2. Comparative characteristics of the source material of *V. faba* cultivars of Lowland Dagestan (50 m above sea level) in 2019 [Khabibov, Shuaibova, 2022]

№ п/п	№ по кат. ВИР / №by Catalog of RIP	Название сорта / Variety name	Происхождение / Origin	Место и год последней репродукции / Location and year of the last reproduction
1	2264	Вировские / Virovskie	Россия / Russia	Пушкин, 2017 / Pushkin, 2017
2	2267	Велена / Velena	Россия / Russia	Пушкин, 2016 / Pushkin, 2016
3	2398	Мария / Maria	Россия / Russia	Пушкин, 2014 / Pushkin, 2014
4	2399	КИУ-82 / KIU-82	Россия / Russia	Пушкин, 2014 / Pushkin, 2014
5	609259	Широко / Shirokko	Германия / Germany	Оригинал, 2015 / Pushkin, 2015

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований [11].

Source: compiled by the authors on the basis of their own research [11]

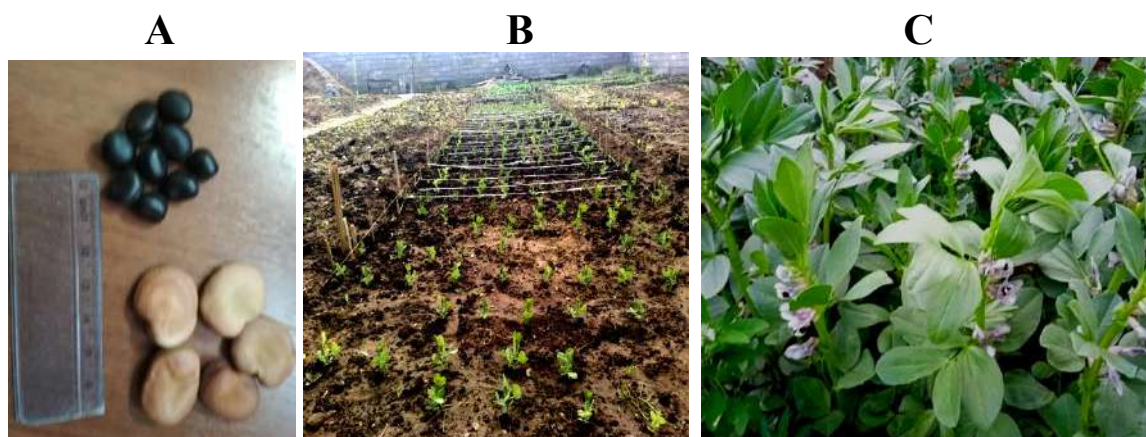


Рис. 1. А – семена дагестанской (чёрные) и сирийской (белые) селекции. В – посевы сортообразцов и С – общий вид растений *V. faba* с прямостоячим четырёхгранным и полым стеблем в условиях Низменного Дагестана

Fig. 1. А – seeds of Dagestan (black) and Syrian (white) selection. В – cultivar crops and С – a general view of *V. faba* plants with an upright tetrahedral and hollow stem in the conditions of Lowland Dagestan

Источник: из архива авторов.

Source: from the authors' archive.

Однако в условиях Низменного Дагестана сортообразец № 609259 «Широкко» (селекции ФРГ) по неизвестной нам причине не дал всходы. Работа выполнена на популяционном уровне, и в результате проведения суммарной статистики корреляционного и дисперсионного анализов получены как средние статистические характеристики учтённых признаков, так и показатели связи, а также силы влияния сортового разнообразия на изменчивость учтённых признаков [9]. Также были вычислены различия средних значений учтённых признаков по t-критерию Стьюдента. Компоненты дисперсии или долю влияния определяли по Н.А. Плохинскому [10]. При проведении расчетов использовались ПСП Statgraf version 3.0. Shareware, система анализа данных Statistica 5.5.

В данной работе дана оценка структуре изменчивости только 9 весовых и индексных признаков, преимущественно генеративной сферы, четырёх сортообразцов этой культуры при интродукционном испытании в условиях Равнинного Дагестана (50 м н.у.м.). Некоторые определённые результаты структуры изменчивости других размерных признаков этих же сортообразцов в этих же условиях Низменного Дагестана нами были сообщены и ранее [11].

Результаты исследования и их обсуждение. При сопоставлении структуры изменчивости средних значений, их показателей абсолютной и относительной изменчивости девяти весовых и индексных признаков четырёх интродуцированных сортообразцов и объединённой выборки *V. faba* в условиях Низменного Дагестана выяснилось, что они разнятся довольно в широких пределах (табл. 3 и 4). Максимальные, но в то же время и сравнительно сходные и относительно высокие значения относительной изменчивости (C_v , %) наблюдаются у двух сортообразцов – № 2264 и № 2399 для сухой массы плодов – бобов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4). Однако для этих же трёх признаков генеративной сферы (x_2 , x_3 и x_4), как других сортообразцов – № 2398 и № 2267, так и объединённой ($\Sigma n = 44$) выборки характерны также сравнительно сходные, но относительно в меньшей степени выраженные показатели коэффициентов вариации.

Таблица 3. Сравнительная характеристика структуры изменчивости весовых (мг) признаков сортообразцов *V. faba* при интродукции в условиях Низменного Дагестана (56 м высоты над ур. м.)

Table 3. Comparative features of the variability structure of weight (mg) characteristics of *V. faba* cultivars of Lowland Dagestan (56 m above sea level)

Признаки / Indicators	Сортообразцы / Samples							
	2264 (14)		2267 (10)		2398 (10)		2399 (10)	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	C_v , %	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	C_v , %	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	C_v , %	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	C_v , %
X	12,7±3,25	95,8	24,7±2,63	33,7	10,0±1,43	44,7	13,7±2,99	68,8
x₁	5,2±1,21	86,7	7,2±0,75	33,0	3,3±0,23	21,7	5,6±0,73	41,4
x₂	7,5±2,18	108,9	17,5±2,10	37,9	6,7±1,41	65,5	8,1±2,61	101,6
x₃	4,9±1,47	112,5	12,6±1,58	39,7	4,6±0,96	65,4	5,2±1,64	100,2
x₄	2,6±0,73	104,7	4,9±0,57	36,3	2,1±0,50	74,0	2,9±1,02	109,7
Re	0,524±0,0508	36,2	0,703±0,0221	9,9	0,613±0,0604	31,1	0,478±0,0822	54,5
Eff_(Re)	0,649±0,0200	11,5	0,716±0,0094	4,2	0,673±0,0208	9,8	0,619±0,0410	20,9
x₅	0,567±0,0532	35,1	0,808±0,0731	28,6	0,363±0,0292	25,4	0,326±0,0394	38,2
x₆	4,988±0,5845	43,8	3,492±0,2948	26,7	4,021±0,5072	39,9	3,175±0,6650	66,2

Источник: составлена авторами по результатам собственных исследований.

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

Примечание. Здесь и далее. Сортообразцы приведены согласно номерам каталога ВИР. В скобках указано число растений, у которых были учтены признаки.

Сухая масса (мг): **X** – генеративного побега (надземной части растения); **x₁** – стебля; **x₂** – плодов; **x₃** – семян; **x₄** – створок = ($x_2 - x_3$); **x₅** = (13/9) – семени. **Re** = (x_2/X) – репродуктивное усилие. (**Eff_(Re)**) = (x_3/x_2) – эффективность репродуктивного усилия и **x₆** = [$(x_5/X) \cdot 100$] – «цена» потомка.

Note. Here and further. The varietal samples are given according to the RIP catalog numbers. The number of plants in which the signs were taken into account is indicated in parentheses.

Dry weight (mg): **X** – generative shoot (aboveground part of the plant); **x₁** – stem; **x₂** – fruits; **x₃** – seeds; **x₄** – leaf = ($x_2 - x_3$); **x₅** = (13/9) – seed. **Re** = (x_2/X) – reproductive effort. (**Eff_(Re)**) = (x_3/x_2) – the efficiency of reproductive effort and **x₆** = [$(x_5/X) \cdot 100$] – the «price» of the offspring.

Таблица 4. Сравнительная характеристика структуры изменчивости весовых (мг) признаков объединённой выборки ($\Sigma n = 44$) *V. faba* при интродукции в условиях Низменного Дагестана (56 м высоты над ур. м.) ($df = n - 2$)

Table 4. Comparative characteristics of the structure of variability of weight (mg) features of the combined sample ($\Sigma n = 44$) *V. faba* during introduction in Lowland Dagestan (56 m above sea level) ($df = n - 2$)

Признаки / Indicators	$\Sigma n = 44$		r_{xy}
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv, %	
X	15,1±1,59	70,1	-0,51
x₁	5,3±0,49	60,6	0,13
x₂	9,8±1,23	83,4	-0,76
x₃	6,7±0,86	85,8	-0,77
x₄	3,1±0,39	83,5	-0,73
Re	0,595±0,0305	35,2	-0,96*
Eff_(Re)	0,663±0,0130	13,0	-0,96*
x₅	0,521±0,0377	48,1	-0,26
x₆	4,016±0,2871	47,4	-0,25

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Примечание: Коэффициент корреляции (r_{xy}) между X и Cv, %. **df** – число степеней свободы. * - $P < 0,05$.

Note. The number of plants in which the signs were taken into account is indicated in parentheses. Correlation coefficient (r_{xy}) between X and Cv, %. **df** is the number of degrees of freedom. * - $P < 0.05$.

Кроме того, максимальные средние значения и минимальные показатели относительной изменчивости этих трёх признаков сухой массы (x_2 , x_3 и x_4) присущи растениям сортообразца № 2267. Для этих же трёх признаков сухой массы (x_2 , x_3 и x_4) четырёх сортообразцов в целом наблюдаются сравнительно весьма близкие или сходные и довольно высокие показатели отрицательных значений корреляционных связей (r_{xy}) между средней величиной и относительной их вариабельностью. Относительные или индексные признаки – репродуктивное усилие (**Re**) и его эффективность (**Eff_{Re}**), которые являются главными показателями адаптивной (репродуктивной) стратегии и показывают долю, выделяемую растением собственно на репродукцию, имеют преимущественно, как и следовало бы ожидать, минимальные величины относительной изменчивости. При этом только для этих двух индексных признаков (**Re** и **Eff_{Re}**) четырёх сортообразцов отмечены существенные, на 95 %-ном уровне достоверности, значения отрицательной корреляционной связи между средней величиной и её коэффициентом вариации. Иначе говоря, с увеличением средних величин этих двух признаков (**Re** и **Eff_{Re}**) уменьшаются показатели относительной изменчивости, т.е. признаки становятся относительно более стабильными. Для массы семени (x_5) и её доли в сухом весе растения – «цены» потомка (x_6), которые относятся к этой же группе, присущи также сравнительно невысокие, но преимущественно сходные показатели относительной изменчивости, хотя средним значениям их и свойственны значительные различия. Помимо того, также между средними величинами и коэффициентами вариации этих двух признаков (x_5 и x_6) отмечены, хотя и низкие, но отрицательные значения корреляционной связи. Более того, такое же негативное – отрицательное значение корреляционной связи зафиксировано между средними величинами сухой массы и коэффициентами вариации у генеративного побега – надземной части растения (**X**), максимальный показатель которой установлен для сортообразца № 2267. Однако сухая масса стебля (x_1), которая является признаком вегетативной сферы, от вышеотмеченных всех восьми генеративных показателей (x_2 , x_3 , x_4 , **Re**, **Eff_{Re}**, x_5 , x_6 и **X**) отличается положительной корреляцией между средними величинами сухой массы и коэффициентами вариации.

Процент сухого веса стебля (x_1) в структуре генеративного побега (**X**) уступает таковой плодов (x_2) и максимальная средняя доля сухой массы бобов у того же сортообразца № 2267 достигает до 70,9 % (рис. 2, А). Иная картина отмечена в структуре самого плода (x_2), где доля семян (x_3), хоть и незначительно (более 60 %), превышает над частью массы створок (x_4) (рис. 2, В).

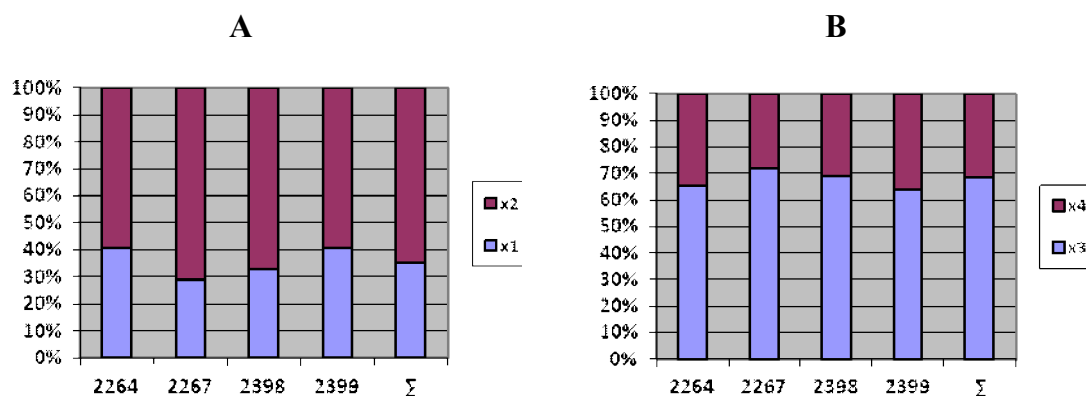


Рис. 2. Доля (%) сухого веса стебля (x₁) и плодов (x₂) в структуре генеративного побега (X) сортообразцов (A) и доля (%) сухого веса семян (x₃) и створок (x₄) в структуре таковой бобов (x₂) (B) сортообразцов *V. faba*

Fig. 2. The proportion (%) of the dry weight of the stem (x₁) and fruits (x₂) in the structure of the generative shoot (X) of cultivars (A) and the proportion (%) of the dry weight of seeds (x₃) and leaves (x₄) in the structure of beans (X₂) variety type *V. faba*

При сравнении средних значений весовых признаков сортообразцов данной культуры по t-критерию Стьюдента выяснилось, что сортообразцы и признаки ведут по-разному (табл. 5). Среди учтённых признаков максимальным числом существенных, на различных ступенях достоверности, различий по данному критерию выделяется масса семени (x₅). У этого индексного признака (x₅), который был вычислен делением массы на число семян каждого растения, среди индексных признаков между средними величинами отмечены как максимальная разность (0,808–0,326 = 0,482), так и наибольшая величина (48,1 %) относительной изменчивости этого признака в объединённой выборке (Σn = 44). Среди испытанных сортообразцов этой культуры максимальными средними значениями преобладающего большинства учтённых признаков выделяется культивар № 2267, у которого средние показатели, за исключением единичных вариантов сравнения, существенно отличаются по t-критерию Стьюдента. Остальные три сортообразца имеют относительно сходные средние величины учтённых признаков и различия между собой, за исключением отдельных случаев, недостоверны и они носят случайный характер.

Таблица 5. Сравнительная характеристика средних значений весовых признаков сортообразцов *V. faba* по t-критерию Стьюдента при интродукции в условиях Низменного Дагестана (56 м н.у.м.) (df = n₁ + n₂ – 2)

Table 5. Comparative features of the average values of the weight characteristics of *V. faba* cultivars according to the Student’s t-criterion during introduction in Lowland Dagestan (56 m above sea level) (df = n₁ + n₂ – 2)

Варианты сравнения / Comparison options	df	Признаки / Indicators								
		X	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	Re	Eff _(Re)	x ₅	x ₆
2264 и 2267	22	2,870**	-	3,304**	3,917***	2,483*	3,231**	3,032**	2,666*	2,285*
2264 и 2398	22	-	-	-	-	-	-	-	3,362**	-
2264 и 2399	22	-	-	-	-	-	-	-	3,640**	-
2267 и 2398	18	4,910***	4,971***	4,270***	4,327***	3,693**	-	-	5,653***	-
2267 и 2399	18	2,762*	-	2,806*	3,249**	-	2,643*	2,306*	5,804***	-
2398 и 2399	18	-	3,005**	-	-	-	-	-	-	-

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Примечание. df – число степеней свободы. Прочерк означает отсутствие существенного различия.

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

Note. df is the number of degrees of freedom. A dash means that there is no significant difference.

*- P < 0.05; **- P < 0.01; ***- P < 0.001.

В результате проведенного корреляционного анализа выяснилось, что рассматриваемые весовые признаки растений сортообразцов этой культуры характеризуются различными показателями тесноты связи (табл. 6). В первую же очередь необходимо отметить, что максимальное число существенных корреляционных связей наблюдаются, как и следовало бы ожидать, между учтёнными весовыми признаками объединённой выборки, что связано с числом степеней свободы ($df = n - 2$), которое зависит от объёма выборки. Если сухая масса генеративного побега – надземная часть растения (X) каждого сортообразца и объединённых выборок, на самом высоком (99,9 %) уровне достоверности коррелирована, как и следовало бы ожидать, с таковой её составляющих генеративной сферы: сухой массой плодов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4), то не у всех культивар отмечены существенные связи её с весовым признаком вегетативной сферы – с сухой массой стебля (x_1).

Таблица 6. Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) весовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции в Низменном Дагестане ($df = n - 2$)

Table 6. Comparative features of correlations (r_{xy}) of weight characteristics of *V. faba* cultivars under conditions of introduction in Lowland Dagestan ($df = n - 2$)

Сорта / Varieties	df	r_{xy} между признаками / r_{xy} between features									
		X и x_1	X и x_2	X и x_3	X и x_4	X и Re	X и EffRe	X и x_5	X и x_6	x_1 и x_2	x_1 и x_3
2264	12	86***	95***	94***	93***	-	-	-	-68**	83***	81***
2267	8	78**	97***	96***	95***	-	-	-	-74**	62*	-
2398	8	-	99***	97***	95***	77**	-	-	-65*	-	-
2399	8	-	97***	95***	98***	70*	-	-	-60	-	-
Σ	42	79***	96***	95***	94***	49***	-	53***	-57***	67***	64***
r_{xy} между признаками / r_{xy} between features											
Сорта / Varieties	x_1 и x_4	x_1 и Re	x_1 и EffRe	x_1 и x_5	x_1 и x_6	x_2 и x_3	x_2 и x_4	x_2 и Re	x_2 и EffRe	x_2 и x_5	x_2 и x_6
2264	85***	-	-	-	-67**	99***	98***	-	-	-	-59*
2267	70*	-	-	-	-79**	99***	94***	-	-	-	-65*
2398	-	-	-	-	-	99***	96***	85***	-	-	-73*
2399	-	-	-	-	-73*	99***	97***	81**	-	-	-47
Σ	70***	-	-	-	-54**	99***	96***	61***	-	54***	-53***
r_{xy} между признаками / r_{xy} between features											
Сорта / Varieties	x_3 и x_4	x_3 и Re	x_3 и EffRe	x_3 и x_5	x_3 и x_6	x_4 и Re	x_4 и EffRe	x_4 и x_5	x_4 и x_6	Re и EffRe	Re и x_5
2264	97***	-	-	-	-55*	-	-	-	-65**	-	-
2267	90***	-	-	-	-56	-	-	-	-83**	-	-
2398	90***	86***	-	-	-72*	77**	-	-	-67*	-	-
2399	93***	83**	-	-	-46	72*	-	-	-47	-	83**
Σ	92***	62***	34*	59***	-49***	54***	-	-	-58***	51***	49***
r_{xy} между признаками / r_{xy} between features											
Сорта / Varieties	Re и x_6	EffRe и x_5	EffRe и x_6	x_5 и x_6							
2264	-	-	-	-							
2267	-	79**	-	-							
2398	-	78**	-	-							
2399	-	-	-	-							
Σ	-	45**	-	-							

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Примечание. Коэффициент корреляции (r_{xy}) приведён в виде первых двух знаков после запятой. df – число степеней свободы. Прочерк означает отсутствие существенной связи. * - $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Note. The correlation coefficient (r_{xy}) is given in the form of the first two decimal places. df is the number of degrees of freedom. A dash means that there is no significant connection. * - $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** - $P < 0.001$.

Не у каждого сортообразца также наблюдаются значимые корреляции последнего признака – сухой массы стебля (x_1) с тремя составляющими показателями генеративной сферы – с сухой массой плодов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4), а также надземной части растения (X). При этом сами весовые признаки генеративной сферы сухой массы генеративного побега – сухая масса плодов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4) имеют между собой тесную достоверную на 99,9 %-ном уровне значимую связь. Однако для «цены» потомка (x_6) со всеми пятью весовыми признаками – сухой массой надземной части растения (X), стебля (x_1) плодов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4) установлены отрицательные значения в преобладающем большинстве случаев существенной корреляционной связи, при случайном характере таковых – с весом семени (x_5) для всех вариантов сравнения. Такой же случайный характер носят и почти все варианты корреляционных связей последнего признака (x_5) и эффективности репродуктивного усилия (Eff_{Re}) с другими шестью весовыми показателями – с сухой массой надземной части растения (X), стебля (x_1), плодов (x_2), семян (x_3), створок (x_4) и «ценой» потомка (x_6). Что касается главного показателя адаптивной стратегии – репродуктивного усилия (Re), то все варианты корреляции его с весовым признаком вегетативной сферы – с сухой массой стебля (x_1) недостоверны, и, они также носят случайный характер. Однако для этого относительно признака (Re) характерны иные тенденции. Если все варианты связей данного признака (Re) с рассматриваемыми здесь весовыми признаками генеративной сферы (сухая масса надземной части растения (X), стебля (x_1), плодов (x_2), семян (x_3), створок (x_4) первых двух сортообразцов – № 2264 и № 2267 недостоверны, то эти же корреляции между этими признаками у двух других культивар – № 2398 и № 2399 и объединённой выборки – существенны.

Проведённый однофакторный дисперсионный анализ показал, что в условиях Равнинного Дагестана генотипический фактор по-разному влияет на изменчивость учтённых весовых признаков *V. faba* (табл. 6). Если на вариабельность сухой массы створок (x_4), «цены» потомка (x_6) и эффективности репродуктивного усилия (Eff_{Re}) данный генотипический фактор существенного влияния не оказывает, то влияние его на изменчивость сухой массы семени (x_5) – максимальное и оно равно 55,0 %.

Таблица 7. Результаты однофакторного (сортовое разнообразие) дисперсионного анализа весовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции в Низменном Дагестане (df = n – 1)
Table 7. Results of one-factor (varietal diversity) analysis of variance of weight characteristics of *V. faba* cultivars under conditions of introduction in Lowland Dagestan (df = n - 1)

Признаки / Indicators	SS	mS	F(3)	h ² , %
X	1272,4882	424,16273	4,801*	26,5
x₁	76,01383	25,337942	2,740*	17,0
x₂	790,6120	263,53732	5,133**	27,8
x₃	455,75568	151,91856	6,457**	32,6
x₄	-	-	-	-
Re	0,3082244	0,1027415	2,834*	17,5
Eff_(Re)	-	-	-	-
X₅	1,4834392	0,4944797	16,315***	55,0
X₆	23,03952	7,6798389	2,311	14,77

Источник: составлено авторами по результатам собственных исследований.

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

Примечание. SS – среднее квадратичное отклонение. mS – дисперсия. F – критерий Фишера. В скобках указано число степеней свободы (df). h² - сила влияния фактора, %. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. * - P < 0,05; ** - P < 0,01; *** - P < 0,001.

Note. SS is the mean square deviation. mS is variance. F is Fischer's criterion. The number of degrees of freedom (df) is indicated in parentheses. h² is the strength of the influence of the factor, %. A dash means that there is no significant influence of the factor. * - P < 0,05; ** - P < 0,01; *** - P < 0,001.

Средние значения этого признака (x_5), как и выше было отмечено, различаются, наряду с сухой массой плодов (x_2), семян (x_3) больше всего по значениям *t*-критерия Стьюдента. Иначе говоря, на изменчивость весовых признаков репродуктивных органов этой культуры в основном влияет учтённый фактор. На вариабельность остальных весовых признаков сортовое разнообразие влияет значительно меньше и однообразнее.

Заключение

В условиях интродукции в Равнинном Дагестане (56 м н.у.м., Кумторкалинский район, зимнее пастбище Гунибского р-на, урочище Хумтуп, 50 м н.у.м., С. Ш. – 43°02'45" и В.Д. – 47°13'50") в 2019 году проведено сравнение структуры вариабельности девяти весовых и относительных признаков преимущественно генеративной сферы пяти сортообразцов *V. faba*. Работа выполнена на популяционном уровне. В преобладающем большинстве случаев учтённые здесь весовые признаки относятся к показателям, которые связаны и определяют адаптивную (репродуктивную) стратегию растения. В пределах сортообразцов выявлены наиболее пластичные и устойчивые весовые признаки этой культуры, а также долевая структура, как надземной части растения, так и плода (боба). Для сухой массы плодов (x_2), семян (x_3) и створок (x_4) двух сортообразцов – № 2264 и № 2399 отмечены сходные и сравнительно высокие показатели коэффициентов вариации (C_v , %). Для этих же трёх признаков сухой биомассы генеративной сферы (x_2 , x_3 и x_4), но других сортообразцов – № 2398 и № 2267 и объединённой ($\Sigma n = 44$) выборки установлены также сравнительно сходные, но относительно в меньшей степени выраженные значения относительной вариабельности, а также довольно высокие показатели отрицательных значений корреляционных связей (r_{xy}) между средней величиной и относительной их изменчивостью. Определены и дана соответствующая оценка по *t*-критерию Стьюдента различиям средних значений учтённых здесь признаков. Кроме того, оценена роль сортового разнообразия в изменчивости этих признаков. Установлены значимые на различных уровнях достоверности и несущественные корреляции между самими признаками сухой биомассы сортообразцов этой культуры.

Список источников

1. Биология. Большой энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия, 2001. С. 76.
2. Мартынов С.М. Бобы. М.-Л.: Сельхозгиз, 1954. С. 32.
3. Бобы // Каталог мировой коллекции ВИР / сост. Демина Р.Б., Мирошниченко И.И. Вып. 107. Л.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 1973. С. 25.
4. Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства. М.: Колос, 1983. 511 с.
5. Растения полевой культуры: зерновые и зернобобовые / сост. Галимов Б.М. - Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. 67 с.
6. Хабибов А.Д. О результатах интродукции сортов кормовых бобов (*Vicia faba* L) на Гунибском плато // Интродукционные ресурсы горного растениеводства. Махачкала: Дагестанский научный центр РАН, 1996. С. 43-49.
7. Магомедмирзаев М.М. Введение в количественную морфогенетику. М.: Наука, 1990. 230 с.
8. Алимов А.Ф. Масса животных и их функциональные и популяционные характеристики // Доклады Академии наук. 2003. Т. 390. № 1. С. 132-135.
9. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчётов. М.: Наука, 1983. 256 с.
10. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 364 с.
11. Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в изменчивости размерных характеристик сортовых образцов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Равнинного Дагестана // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 2. С. 143-152. DOI: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_2_143.

Reference

1. *Biology. A large encyclopedic dictionary*. Moscow: Big Russian Encyclopedia; 2001. p. 76. (In Russ.).
2. Martynov SM. *Beans*. Moscow: Selkhozgiz; 1954. p. 32. (In Russ.).

3. Beans. In: Demina RB, Miroshnichenko II. (eds.) *Catalog of the world collection of VIR*. Vol. 107. Leningrad: VNIIR named after N.I. Vavilov; 1973. p. 25 (In Russ.).
4. Korenev GV, Podgorny PI, Shcherbak SN. *Plant breeding with the basics of breeding and seed production*. Moscow: Kolos; 1983. (In Russ.).
5. Galimov BM (eds.) *Field culture plants: cereals and legumes*. Kazan; Publishing House of Kazan University, 1989. (In Russ.).
6. Khabibov AD. On the results of the introduction of varieties of fodder beans (*Vicia faba* L.) on the Gunib plateau. In: Magomedmirzaev MM. (eds.) *Introductory resources of mountain crop production*. Makhachkala: Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 1996. p. 43-49. (In Russ.).
7. Magomedmirzaev MM. *Introduction to quantitative morphogenetics*. Moscow: Science; 1990. (In Russ.).
8. Alimov AF. Weight of animals and their functional and population characteristics. *Reports of the Academy of Sciences*. 2003:390(1): 132-135. (In Russ.).
9. Zaitsev GN. *Methodology of biometric calculations*. Moscow: Nauka; 1983. (In Russ.).
10. Plokhinsky NA. *Biometrics*. Moscow: Publishing house of Moscow State University; 1970. (In Russ.).
11. Khabibov AD, Shuaibova NSh. The role of the genotypic factor in the variability of size traits of *Vicia faba* L. varieties during introduction in the conditions of Plain Dagestan. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022:59(2): 143-152. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_2_143.

Информация об авторах

А. Д. Хабибов – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;
Н. Ш. Шуайбова – инженер.

Вклад авторов

Хабибов А. Д. – научное руководство; интерпретация результатов.

Шуайбова Н. Ш. – закладка эксперимента; камеральная обработка; проведение суммарной статистики.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 28.10.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 26.11.2022.

Information about the authors

A. J. Khabibov – PhD (Biology), Senior Researcher;

N. Sh. Shuaibova – Engineer.

Contribution of the authors:

Khabibov A. D. – scientific guidance; interpretation of results.

Shuaibova N. S. – laying of the experiment; desk processing; carrying out summary statistics.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article was submitted to the editorial office 28.10.2022; approved after review 18.11.2022; accepted for publication 26.11.2022.



Научная статья

УДК 574.1

DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_250

Биологические ресурсы древесно-кустарниковой растительности и его значение для защитного лесоразведения

Раисат Магомедовна Адамова^{1✉}, Магомед-Расул Абдусаламович Казиев^{2,3},

¹Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

²Федеральный аграрный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

³Дагестанский НИИСХ Россельхозакадемии, Махачкала, Россия

¹adamov45@inbox.ru✉; <https://orcid.org/0000-0002-6691-9891>

^{2,3}mc-murphy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>

Аннотация. В работе представлены результаты исследований сложившегося биоразнообразия древесных и гемиксерофильных кустарников предгорий как возможных интродуцентов для использования в защитном лесоразведении. Изучен видовой состав, степень и характер распространения в различных условиях, ресурсный потенциал изучаемой древесно-кустарниковой растительности с привязкой к условиям местности. Проведенные опыты в период с 2010 по 2021 гг. позволили получить данные по видовому разнообразию и количеству древесных пород в различных природных фациях засушливых регионов. Исследования по формированию естественной смены древесных видов проводились в условиях центральной предгорной подзоны Республики Дагестан (Кайтагский район). Наибольшее количество экземпляров (N) – 930 шт. - насчитывалось на элементе рельефа «речной островок». На следующем участке «береговая линия» наблюдалось резкое снижение до 31 шт. и в последующем незначительное увеличение со сменой элементов рельефа до 79 шт., что, по всей видимости, объясняется влагообеспеченностью почв и уровнем залегания грунтовых вод. Обратная картина зафиксирована в видовом составе: 5–13 шт. от «речного островка» до «склона», что свидетельствует о смене биологического разнообразия лесных сообществ в зависимости от смены условий рельефа. Объектом исследований служили также лесные насаждения в сухостепных, полупустынных районах, почвозащитные аридные редколесья бархана Сарыкум. Обследование древесных растений, проведенное в условиях бархана Сарыкум, показало, что кустарниковой жизненной формы здесь в 1,6 раза больше, чем древовидной. В настоящее время на бархане Сарыкум естественно произрастает 61 вид древесных растений, в т. ч. 22 вида деревьев, 35 видов кустарников, 3 вида полукустарников, 1 вид лиан. В пределах условий лесорастительного районирования успешность выращивания той или иной древесной породы существенно зависела от почвенно-грунтовых условий. Изучение влияния этого фактора на рост новых пород позволило определить критерии оценки почвенных условий и взаимоотношение с окружающей растительностью.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, аридные территории, интродукция, бархан Сарыкум

Для цитирования: Адамова Р.М., Казиев М.-Р.А. Биологические ресурсы древесно-кустарниковой растительности и его значение для защитного лесоразведения // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59. № 4. С. 250-262. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_250.

Scientific paper

Biological resources of trees and shrubs and their importance for protective afforestation

Raisat M. Adamova^{1✉}, Magomed-Rasul A. Kaziev^{2,3},

¹Dagestan State University, Makhachkala, Russia

²Federal Agrarian Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

³Dagestan Research Institute of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Makhachkala, Russia

¹adamov45@inbox.ru✉; <https://orcid.org/0000-0002-6691-9891>

^{2,3}mc-murphy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>

Abstract. The paper presents the results of the research of the established biodiversity of woody and hemixerophilous shrubs in the foothills as possible introducers for use in protective afforestation. The species composition, the degree and nature of distribution under various conditions, the resource potential of the studied tree and shrub vegetation were investigated with reference to local conditions. Conducted experiments (2010 – 2021) made it possible to obtain data on species diversity and the number of tree species in various natural facies of arid regions. Research on the formation of a natural succession of tree species were carried out in the conditions of the central foothill subzone of the Republic of Dagestan (Kaitagsky district). The largest number of copies (930 pcs) was found on the relief element “river island”. In the next section of the «coastline» there was a sharp decrease to 31 units. Subsequently a slight increase with the change of relief elements up to 79 pieces occurred. Apparently, it was due to the soil moisture supply and the level of groundwater. The opposite pattern was recorded in the species composition (5–13 pcs. from the «river island» to the «slope») which indicated a change in the biological diversity of forest communities depending on the change in relief conditions. Forest plantations in dry-steppe, semi-desert regions, soil-protective arid light forests of the Sarykum dune have also served as an object of the research. A survey of woody plants, carried out in the conditions of the Sarykum dune, showed that the shrub vital form is 1,6 times more than the tree-like one. Currently, 61 species of woody plants grow naturally on the Sarykum dune (including 22 species of trees, 35 species of shrubs, 3 species of semi-shrubs, 1 species of vines). Within the limits of the conditions of forest plantation zoning, the success of growing tree species significantly depended on the soil and ground conditions. The study of this factor’s influence on the new species growth made it possible to determine the criteria for assessing soil conditions and the relationship with the surrounding vegetation.

Keywords: *protective forest plantations, arid territories, introduction, barkhan Sarykum*

For citation: Adamova R.M., Kaziev M.-R.A. Biological resources of trees and shrubs and their importance for protective afforestation. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(4): 250-262. (In Russ.). Available from: http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_250.

Введение

Актуальность темы. Исследование биологических ресурсов древесно-кустарниковой растительности является перспективным для создания защитных лесных насаждений, которые играют важную роль в стабилизации экологических систем. Путем создания своеобразного микроклимата на почвах, они вносят изменения в экологическое и биологическое равновесие территории, предотвращают деградацию земель и повышают продуктивность сельскохозяйственных угодий. К усилению антропогенного воздействия на природную среду по мере своего развития привела хозяйственная деятельность человека, в том числе и на лесные экосистемы.

Искусственное лесоразведение является одним из эффективных мероприятий в борьбе с эрозией почв и способствует вовлечению земель в хозяйственный оборот.

Исследования, направленные на сдерживание процессов остепнения и опустынивания земель, имеют стратегическое значение. Лесные фитоценозы способны приостановить эти процессы и сохранить жизнеобитаемые территории.

Объекты и методы исследований. Методологической основой проведения исследований стал комплексный подход, включающий типовые методы исследований по таксации, лесоводству.

Исследования по формированию естественной смены древесных пород проводились в условиях центральной предгорной зоны Дагестана. При этом изучалось формирование лесных сообществ в различных природных фациях (островковых, прирусловых, террасных, склоновых участках) с целью выявления устойчивого видового состава при различной степени антропогенной трансформации среды.

Объектом исследований служили также лесные насаждения в сухостепных, полупустынных районах, почвозащитные аридные редколесья бархана Сарыкум.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты исследований могут служить основой для разработки мероприятий по рациональному использованию земельных ресурсов и созданию защитных лесных насаждений.

Выявленные закономерности характеризуют параметры, необходимые при создании барьерных зон защитных лесных насаждений и лесовосстановления в аридных условиях.

Результаты исследований. Создание защитных лесных насаждений в регионах, подверженных в сильной степени антропогенной деградации (остепнение, опустынивание), является сложной задачей, для решения которой необходимо изучение взаимосвязи экологических и биологических особенностей роста и развития древесной растительности.

Учитывая интенсивность негативного воздействия антропогенных факторов и формирование радикальных изменений в составе, структуре почвенного покрова и функциональной организации сообществ растений и животных аридных экосистем, в качестве первоочередной задачи выдвигается разработка предложений по сохранению биоразнообразия, изучению возможностей восстановления лесных сообществ путем средней и дальней интродукции (табл. 1), выявления и внедрения устойчивых видов, поскольку лесная растительность является основным резервуаром биологического разнообразия, и только она способна приостановить интенсивные процессы остепнения и опустынивания земель [1-5].

Таблица 1. География средней и дальней интродукции в Ботаническом саду Дагестанского государственного университета
Table 1. Geography of medium and distant introduction in the Botanical Garden of Dagestan State University

№	География/ Geography	Жизнен- ная фор- ма / Vital form	Класс под- класс / Class subclass	Семейство / Family	Вид / Species	Экологические условия / Environmental conditions
1.	Вологодская область, г. Вологда, Горзее- ленхоз / Vologda Re- gion, Vologda, City Green Economy	Дерево, Кустар- ник / Wood, Shrub	4 <i>Pinopsida</i> <i>Ната- melididae</i> <i>Cupressaceae</i>	5 <i>Cupressaceae</i> , <i>Pinaceae</i> , <i>Hippocastanaceae</i> , <i>Celastraceae</i> , <i>Fagaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Fabaceae</i>	6 <i>Thuja occidentalis</i> L., <i>Abies si- birica</i> L., <i>Aesculus hippocastanum</i> L., <i>Euonymus verticosus</i> Scop., <i>Quercus robur</i> L., <i>C. semper- virens</i> L., <i>Spirea trilobata</i> L., <i>Padellus mahaleb</i> (L.) Vass., <i>Dasiphora fruticosa</i> L. Rydb., <i>Caragana arborescens</i> Lam.	7 Умеренно-холодный климатический режим, высокое атмосферное увлаж- нение со значительным превышением количества осадков над испарением, короткий период вегетации растений / Moderately cold climatic regime, high at- mospheric humidity with a significant ex- cess of precipitation over evaporation; a short period of plant vegetation.
2.	Ставропольский край, г. Пятигорск, Бешта- урский лесхоз / Stavropol region, Pyatigorsk, Beshtaur forestry	Дерево, Кустар- ник / Wood, Shrub	<i>Pinopsida</i> , <i>Magnoliop- sida</i> <i>Rosidae</i> <i>Ranunculidae</i> <i>Ginkgoaceae</i>	<i>Pinaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Hippocastanaceae</i> , <i>Cornaceae</i> , <i>Elaeagnaceae</i> , <i>Grossulariaceae</i> , <i>Mimosaceae</i> <i>Fagaceae</i> , <i>Hy- drangeaceae</i> , <i>Digoniaceae</i>	<i>T. occidentalis Pyramidalis</i> L., <i>Crataegus laevigata</i> (Poir) DC., <i>Aesculus hippocastanum</i> L., <i>Cor- nus mas</i> L., <i>Elaeagnus angustifolia</i> L., <i>Ginkgo biloba</i> L., <i>P. pithynsa</i> Stranw., <i>R. aureum</i> Pursh., <i>Al- bizia julibrissin</i> Durazz., <i>Phila- delpus caucasicus</i> Koehne., <i>Campsis radicans</i> Seem.	Умеренно-теплый климатический ре- жим, атмосферное увлажнение, соот- ветствующее к условиям луговых и сухих степей / Moderately warm cli- matic regime, atmospheric moisture cor- responding to the conditions of meadow and dry steppes.
3.	Предгорная провин- ция Республики Дагестан (Кайтагский район) / Foothill province Republic of Dagestan (Kaitagsky district)	Дерево, Кустар- ник / Wood, Shrub	<i>Magnoliop- sida</i> <i>Ната- melididae</i> <i>Rosidae</i> <i>Dilleniidae</i> <i>Ranunculidae</i>	<i>Juglandaceae</i> , <i>Oleaceae</i> , <i>Fagaceae</i> , <i>Viburnaceae</i> , <i>Ulmaceae</i> , <i>Cornaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Berberidaceae</i> , <i>Tamaricaceae</i> , <i>Vitaceae</i> , <i>Rhamna- ceae</i> , <i>Aceraceae</i>	<i>Juglas regia</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Fagus orientalis</i> Lipsky, <i>Per- sica vulgaris</i> Mill., <i>Viburnum oru- lus</i> L., <i>Ulmus laevis</i> Pall., <i>Quercus</i> <i>robur</i> L., <i>Cornus mas</i> L., <i>Pyrus</i> <i>salicifolia</i> Pall., <i>Rosa canina</i> L., <i>Mespilus germanica</i> L., <i>Crataegus</i> <i>laeviga ta</i> (Poir) DC., <i>Berberis</i> <i>vulgaris</i> L., <i>Prunus spinola</i> L., <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh., <i>Tamarix</i> <i>ramosissima</i> Ledeb., <i>R. rubrum</i> L., <i>Vitis vinifera</i> L., <i>Castanea sativa</i> Mill., <i>Paliurus spina-christi</i> Mill., <i>Acer campestre</i> L., <i>A. negundo</i> L.	Предгорная лесостепная и степная зо- на, количество осадков меньше вели- чины испарения, теплый переменно- влажный климат, обуславливающий развитие сухих лесов и кустарниковых лугоstepней / Foothill forest-steppe and steppe zone; the amount of precipitation is less than the amount of evaporation; a warm variable-humid climate, which causes the development of dry forests and shrubby meadow-steppes.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
4.	Махачкала (Тарки-Тав, бархан Сарыкум) / Махачкала (Тарки-Тав, dune Sarykum)	Дерево, Кустар- ник / Wood, Shrub	<i>Magnoliopsi- da</i> <i>Rosidae</i> <i>Hamameli- daceae</i> <i>Dilleniidae</i>	<i>Simaroubaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Moraceae</i> , <i>Aceraceae</i> , <i>Salicaceae</i> , <i>U- lmiaceae</i> .	<i>Gleditsia triacanthos</i> L., <i>Ailantus altissima</i> (Mill) <i>Swingle</i> <i>Morus alba</i> L., <i>Acer campestre</i> L., <i>A. negundo</i> L. <i>Morus nigra</i> L., <i>Salix caspica</i> Pall., <i>Ulmus laevis</i> Pall., <i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Центральная возвышенная часть пе- редней полосы равнин к предгорьям сухого и предгорного климата с замечным увеличением степени увлаж- нения с высотой местности / The central elevated part of the transitional strip of plains to the foothills of a dry and foothill climate with a noticeable increase in the degree of moisture with altitude.
5.	Западное побережье Каспия / Western coast of the Caspian Sea	Дерево, Кустар- ник / Wood, Shrub	<i>Magnoliop- sida</i> <i>Hamameli- daceae</i> <i>Dilleniidae</i> <i>Rosidae</i> <i>Asteridae</i>	<i>Ulmaceae</i> , <i>Moraceae</i> <i>Juglandaceae</i> , <i>Tamaricaceae</i> <i>Salicaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Mimosaceae</i> , <i>Caesalpiniaceae</i> , <i>Elaeagnaceae</i> , <i>Oleaceae</i>	<i>Ulmus laevis</i> Pall., <i>Morus nigra</i> L., <i>Juglans regia</i> , <i>Tamarix ramosi- sissima</i> Ledeb, <i>Salix caspica</i> Pall., <i>Rubus caesius</i> L., <i>Prunus cerasififera</i> Ehrh., <i>Pyrus salicifolia</i> Pall., <i>Rosa canina</i> L., <i>Robinia pseu- doacacia</i> L., <i>Gleditsia triacanthos</i> L., <i>Elaeagnus angustifolia</i> L., <i>Ligustrum vulgare</i> L.	Полупустынный климатический ре- жим в условиях острого недостатка осадков и частой повторяемости за- сух и суховеев / Semi-desert climatic regime in conditions of acute lack of precipitation and frequent recurrence of droughts and dry winds
6.	Группировки нагор- ных ксерофитов для интродукции в сухо- степенные аридные территории / Group- ings of upland xero- phytes for introduc- tion into dry steppe arid territories	Дерево, Кустар- ник / Wood, Shrub	<i>Ranuncul- idae</i> , <i>Rosidae</i>	<i>Berberidaceae</i> , <i>Celtidaceae</i> , <i>Elaeagnaceae</i> , <i>Rhamnaceae</i> , <i>Rosaceae</i>	<i>Berberis vulgaris</i> L., <i>Celtis cau- casica</i> Willd., <i>Elaeagnus angusti- folia</i> L., <i>Palurus spina-christi</i> Mill., <i>Prunus spinose</i> L., <i>Pyrus salicifolia</i> Pall., <i>Rosa canina</i> L.	Климат умеренно-континентальный и засушливый. Чем выше территории над уровнем моря, тем ниже темпера- тура и выше влажность воздуха / The climate is temperate continental and arid. The higher is the area above sea level, the lower is the temperature and the higher the humidity

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Получены данные по видовому разнообразию и количеству древесных пород в различных природных фациях засушливых регионов. Элементы рельефа имеют относительно устойчивые виды, характерные для региональных условий их развития (табл. 2).

Таблица 2. Видовой состав и смена древесных пород естественных лесных сообществ в предгорной зоне Дагестана

Table 2. Species composition and change of tree species in natural forest communities in the foothill zone of Dagestan

Название вида / Species name	Элементы рельефа / Relief elements							
	Речной островок / River island		Береговая линия / Coastline		Терраса / Terrace		Склон / Slope	
	Шт/ Pcs	%	Шт/ Pcs	%	Шт/ Pcs	%	Шт/ Pcs	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Орех грецкий (<i>Juglas regia L.</i>)							4	5,1
Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior L.</i>)							3	3,8
Бук восточный (<i>Fagus orientalis Lipsky</i>)							7	8,9
Мушмула обыкновенная (<i>Eriobotrya germanica L.</i>)							3	3,8
Калина обыкновенная, или красная (<i>Viburnum opulus L.</i>)							2	2,5
Вяз гладкий, или обыкновенный (<i>Ulmus laevis Pall.</i>)							3	3,8
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur L.</i>)							6	7,6
Дуб скальный (<i>Quercus petraea Mattschka L.</i>)							2	2,5
Яблоня восточная (<i>Malus orientalis Uglitzk</i>)					3	4,6	2	2,5
Лещина обыкновенная, или Орешник (<i>Corulus avellana L.</i>)					13	20,0	16	20,3
Кизил обыкновенный (<i>Cornus mas L.</i>)					4	6,2	9	11,4
Граб обыкновенный (<i>Carpinus caucasica Grossh</i>)					3	4,6	18	22,8
Груша кавказская (<i>Pyrus caucasica Fed.</i>)					2	3,1	4	5,1
Боярышник кроваво-красный (<i>Crataegus sanguine Pall.</i>)					3	4,6		
Роза собачья (<i>Rosa canina L.</i>)					6	9,2		
Бирючина обыкновенная (<i>Ligustrum vulgare L.</i>)					2	3,1		
Мушмула германская (<i>Mespilus germanica L. Mill</i>)			2	6,5	5	7,7		
Айва обыкновенная (<i>Cydonia oblonga Mill</i>)			4	12,9	7	10,8		
Боярышник обыкновенный (<i>Crataegus laeviga ta (Poir)DC</i>)			5	16,1	4	6,2		
Барбарис обыкновенный (<i>Berberis vulgarus L.</i>)			2	6,5	3	10,8		

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Слива колючая <i>(Prunus spinosa L.)</i>			2	6,5	4	6,2		
<i>Слива растопыренная</i> <i>(Prunus cerasifera Ehrh.)</i>			6	19,4				
Ежевика сизая <i>(Rubus caesius L.)</i>			4	12,9	6	9,2		
Ива белая <i>(Salix alba L.)</i>	30	3,2	3	9,7				
Осина обыкновенная <i>(Populus tremula L.)</i>	243	26,1	2	6,5				
Тополь белый <i>(Populus alba L.)</i>	131	14,1	1	3,2				
Тополь сереющий, серый <i>(Populus x. canescens Ait Smith)</i>	50	5,4						
Тамарикс многоветвистый <i>(Tamarix ramosissima Led.)</i>	476	51,2						
Количество экземпляров (N) / Quantity of samples	930	100	31	100	65	100	79	100
Количество видов (S) / Quantity of species	5		10		15		13	

Примечание: жирным шрифтом выделены связывающие виды дендрофлоры

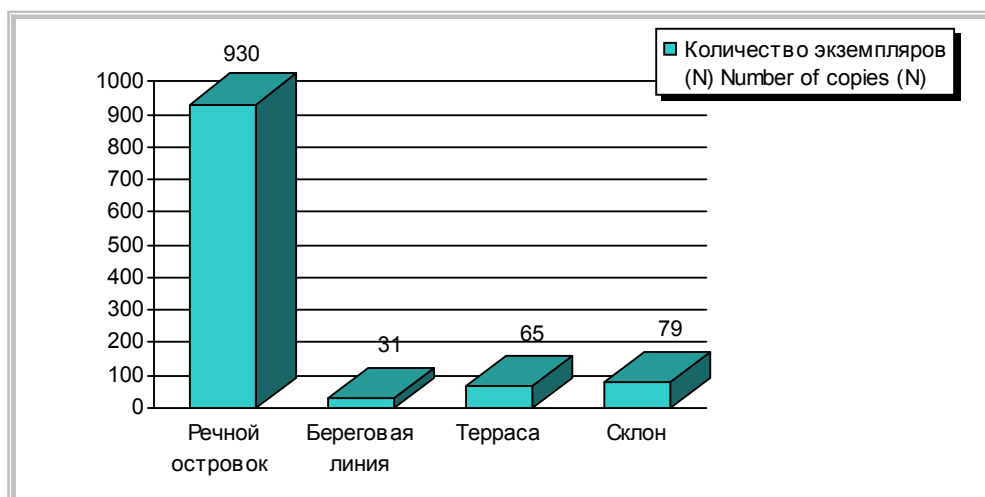
Note: linking dendroflora species are marked in bold

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Следует отметить, что количественный состав древесных пород в зависимости от элементов рельефа имеет свою специфику. Наибольшее количество экземпляров (N) – 930 шт. насчитывается на элементе рельефа «речной островок» (рис. 1, а). На следующем участке «береговая линия» наблюдается резкое снижение до 31 шт. и в последующем незначительное увеличение со сменой элементов рельефа до 79 шт., что, по всей видимости, объясняется влагообеспеченностью почв и уровнем залегания грунтовых вод. Обратная картина наблюдается в видовом составе: 5–13 шт. от «речного островка» до «склона», что свидетельствует о смене биологического разнообразия лесных сообществ в зависимости от смены условий рельефа (рис. 1, б).

а)



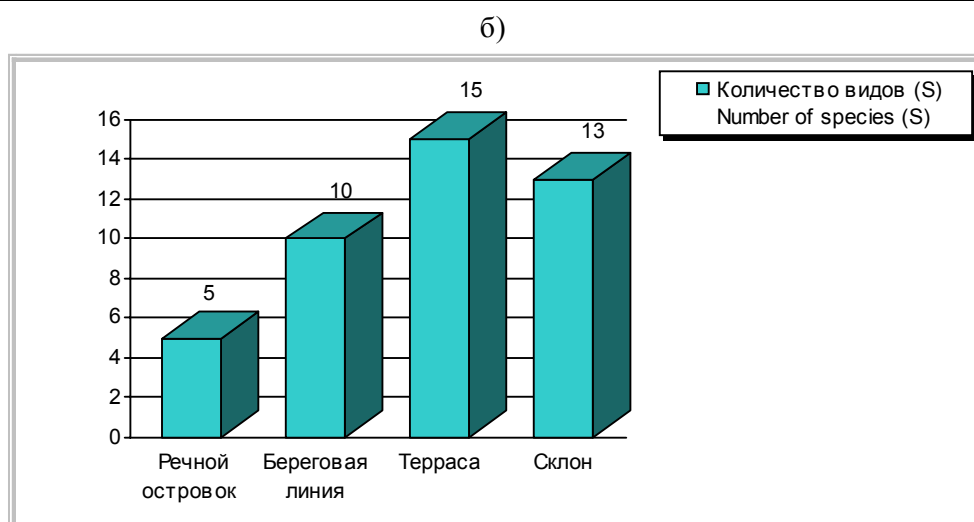


Рис. 1. Состав и смена древесных пород естественных лесных сообществ в зависимости от элементов рельефа (а – количество экземпляров, б – количество видов)
 Fig. 1. Composition and change of tree species in natural forest communities depending on relief elements (a – number of samples, b – number of species).

Источник: составлено авторами.
 Source: compiled by the authors.

Коэффициент сходства дендрофлор (Серенсена-Чекановского) при попарном сравнении изменяется в пределах 0,36–0,40%, т.е. имеет умеренные значения (табл. 2). Из общего числа видов по всему району исследований ни один вид не отмечен более чем в двух районах. Оценка сходства дендрофлор показала, что все элементы рельефа одинаково близки по этому показателю (0,40; 0,40; 0,36) [6].

Таблица 3. Матрица сходства состава дендрофлор предгорной зоны Дагестана
 Table 3. Matrix of similarity of dendrofloras' composition in the foothill zone of Dagestan

Районы / Areas	Речной островок / River island	Береговая линия / Coastline	Терраса / Terrace	Склон / Slope
Речной островок / River island	1,00	0,40	0,00	0,00
Береговая линия / Coastline	0,40	1,00	0,40	0,00
Терраса / Terrace	0,00	0,40	1,00	0,36
Склон / Slope	0,00	0,00	0,36	1,00
N*	5	10	15	13

Примечание. N – видовое богатство
 Note. N - species diversity
 Источник: составлено авторами.
 Source: compiled by the authors.

Максимальное видовое богатство демонстрирует «терраса» (15 видов), далее по рангу убывания числа видов следуют «склоновые участки» (13) и «береговая линия» (10).

Исследования по формированию лесных сообществ в различных природных фациях позволили нам установить виды растений, представляющих интерес для интродукции в сухостепные условия и внедрения их в защитные лесонасаждения. Жизненная форма растений и данные фенологических наблюдений являются показателями особенностей флоры того или иного региона, которая отражает комплекс адаптивных характеристик видов к определенным условиям среды [3; 6].

Обследование крупнейшего в мире песчаного бархана Сарыкум позволило определить видовой состав древесных растений и установить морфологические особенности различных жизненных форм в связи с их адаптацией к аридным условиям и прекращением антропогенного воздействия [7]. На обширном песчаном массиве высотой 262 м, площадью 30 кв. км, расположенном в сухой степи, на глинистой почве отмечается самая высокая среднегодовая температура воздуха в Дагестане – 14,8 С° [8].

В списке первого исследователя бархана Сарыкум А.А. Майорова [9] насчитывалось 108 видов растений, затем этот список увеличился до 278 видов [8], дальнейшими исследованиями К.Ю. Абачева, А.И. Аджиевой [7] список флоры дополнился более чем 100 видами. По данным А.И. Аджиевой [1], П.О. Мухумаева, А.И. Хизриева, А.И. Аджиева, С.О. Омарова [10], осуществивших таксономический анализ флоры бархана Сарыкум, на нем прирастает 438 видов растений (279 родов и 74 семейства) (рис. 1).

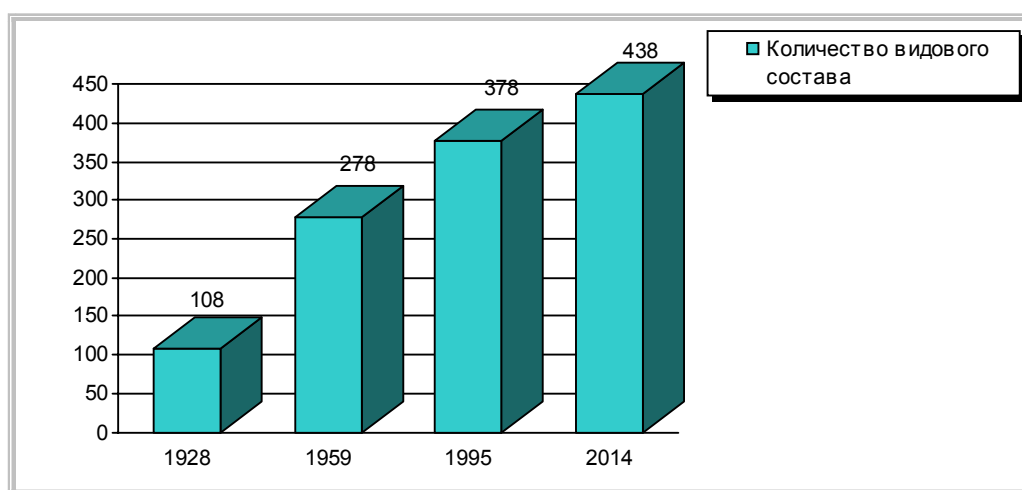


Рис. 2. Видовой состав растений бархана Сарыкум
Fig. 2. Species composition of plants in the Sarykum dune

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Для проведения сравнительного анализа из общего списка, составленного А.И. Аджиевой [1], нами отобраны виды жизненных форм древесных растений по С.К. Черепанову [11] и представлены в табл. 4.

Таблица 4. Жизненные формы дендрофлоры бархана Сарыкум
Table 4. Vital forms of the dendroflora of the Sarykum dune

Семейство / Family	Ботанический вид / Botanical species	Жизненная форма / Vital form
1	2	3
<i>Aceraceae</i>	<i>Acer negundo</i> L. – клен ясенolistный	Дерево / Tree
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Cotinus coggigria</i> Scop. – скумпия кожевенная	Кустарник / Shrub
<i>Asteraceae</i>	<i>Acroptilon tschernieviana</i> Bess. – полынь черняева	Кустарник / Shrub
<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Gleditschia triacanthos</i> L. – гледичия трехколючая	Кустарник / Shrub
<i>Capparaceae</i>	<i>Capparis spinosa</i> L. – каперсы колючие	Кустарник / Shrub
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Gypsophila capitata</i> Vieb. – гипсофила головчатая	Полукустарник / Semi-shrub
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Kochia prostrate</i> (L.) Schrad. – кохия простертая	Полукустарник / Semi-shrub
	<i>Salsola dendroides</i> Pall. – солянка древовидная	Кустарник / Shrub
<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus oblonga</i> Vieb. – можжевельник продолговатый	Кустарник / Shrub

Продолжение таблицы 4

1	2	3
<i>Elaeagnaceae</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i> L. – облепиха крушиновая	Кустарник / Shrub
	<i>Elaeagnus caspica</i> Grossh. – лох каспийский	Кустарник / Shrub
<i>Ephedraceae</i>	<i>Ephedra distachya</i> L. – эфедра двухколосковая	Кустарник / Shrub
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus karakugensis</i> Bunge. – астрагал каракугинск.	Кустарник / Shrub
	<i>Astragalus brachylobus</i> DC. – астрагал короткобобовый	Кустарник / Shrub
	<i>Astragalus varius</i> C. G. Gmel. – астрагал разнообразный	Кустарник / Shrub
	<i>Astragalus arnacantha</i> M.B. – астрагал арнакантовидная	Кустарник / Shrub
	<i>Amorpha fruticosa</i> L. – аморфа кустовидная	Кустарник / Shrub
	<i>Eremosparton aphyllum</i> (Pall.) Fisch. Et Mey – джугун безлистный	Кустарник / Shrub
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. – робиния лжеакация	Дерево / Tree
<i>Sophora japonica</i> L. – софора японская	Дерево / Tree	
<i>Mimosaceae</i>	<i>Albizia julibrissin</i> Dur. – альбиция шелковистая	Дерево / Tree
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus carica</i> L. – инжир обыкновенный	Кустарник / Shrub
	<i>Morus alba</i> L. – шелковица белая	Дерево / Tree
	<i>Morus nigra</i> L. – шелковица черная	Дерево / Tree
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus exelsior</i> L. – ясень обыкновенный	Дерево / Tree
	<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh. – ясень ланцетный	Дерево / Tree
<i>Polygonaceae</i>	<i>Atraphaxis daghestanica</i> O. Lovelius. – гречишник дагестанский	Кустарник / Shrub
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alnus</i> Mill. – крушина слабительная	Кустарник / Shrub
	<i>Paliurus spina christi</i> Mill. – держидерево	Кустарник / Shrub
	<i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. et C. A. Mey. – жестер Палласа	Кустарник / Shrub
Rosacea	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam. – абрикос обыкновенный	Дерево / Tree
	<i>Cotoneaster racemiflorus</i> (Desf.) Booth ex Bosse. – кизильник кистецветный	Кустарник / Shrub
	<i>Cydonia oblonga</i> Mill. – айва обыкновенная	Кустарник / Shrub
	<i>Crataegus pentagyna</i> Waldst. et. Kit. – боярышник пятипестичный	Кустарник / Shrub
	<i>Crataegus pseudoheterophylla</i> Pojark – боярышник ложноразнолистный	Кустарник / Shrub
	<i>Crataegus pallasii</i> Griseb. – боярышник Палласа	Кустарник / Shrub
	<i>Crataegus kyrtostyla</i> L. – боярышник согнутостолбиковый	Кустарник / Shrub
	<i>Malus domestica</i> Borkh. – яблоня домашняя	Дерево / Tree
	<i>Persica vulgaris</i> Mill. – персик обыкновенный	Дерево / Tree
	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. – алыча	Дерево / Tree
	<i>Prunus spinosa</i> L. – слива колючая	Кустарник / Shrub
	<i>Pyrus salicifolia</i> Pall. – груша иволистная	Дерево / Tree
	<i>Pyrus communis</i> L. – груша обыкновенная	Дерево / Tree
<i>Rosa canina</i> L. – роза собачья	Кустарник / Shrub	
<i>Rubus caesius</i> L. – ежевика сизая	Кустарник / Shrub	

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Rubiaceae	<i>Asperula diminuta</i> Клок. – ясменник уменьшенный	Полукустарник / Semi-shrub
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L. – тополь белый	Дерево / Tree
	<i>Populus hybrida</i> Bieb. – тополь гибридный	Дерево / Tree
	<i>Populus italica</i> Moench. – тополь итальянский	Дерево / Tree
	<i>Populus nigra</i> L. – тополь черный	Дерево / Tree
	<i>Salix caprea</i> L. – ива козья	Кустарник / Shrub
	<i>Salix purpurea</i> . – ива пурпурная	Кустарник / Shrub
	<i>Salix alba</i> L. – ива белая	Дерево / Tree
	<i>Salix caspica</i> Pall. – ива каспийская	Кустарник / Shrub
	<i>Salix cinerea</i> L. – ива пепельная	Кустарник / Shrub
Simarubaceae	<i>Ajlanthus altissima</i> (Mill.) Swingle – айлант высочайший	Дерево / Tree
Tamaricaceae	<i>Tamarix laxa</i> Willd. – тамарикс рыхлый	Кустарник / Shrub
	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb – тамарикс раскидистый	Кустарник / Shrub
Ulmaceae	<i>Ulmus suberosa</i> Moench – вяз пробковый	Дерево / Tree
Vitaceae	<i>Vitis silvestris</i> Gmel. – виноград лесной	Лиана / Liana
Итого: 25	61	Деревья / Trees

Источник: составлено по данным Аджиевой А.И. [1].

Source: compiled according to Adzhieva A.I. [1].

По данным табл. 4 в настоящее время на бархане Сарыкум естественно произрастает 61 вид древесных растений, в т. ч. 22 вида деревьев, 35 видов кустарников, 3 вида полукустарников, 1 вид лиан. Самую высокую точку на бархане занимает ива каспийская (*Salix caspica* Pall.). Эти данные позволяют считать, что аналогичную положительную картину интродукция этих растений имела бы и в других песчаных территориях республики, расположенных в менее жестких условиях, если бы удалось уберечь их от антропогенной трансформации среды.

Обследование древесных растений, проведенное в условиях бархана Сарыкум, показало, что кустарниковой жизненной формы здесь в 1,6 раза больше, чем древовидной (рис. 2).

В защитном лесоразведении в качестве интродуцентов были использованы: *Gleditsia triacanthos* L., *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle, *Morus alba* L., *Acer campestre* L., *A. negundo* L., *Morus nigra* L., *Salix caspica* Pall., *Ulmus laevis* Pall., *Gleditsia triacanthos* L.

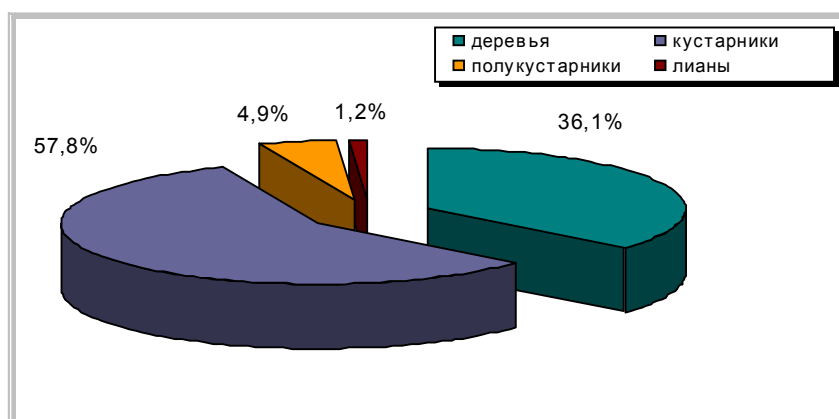


Рис. 3. Соотношение жизненных форм древесных растений на бархане Сарыкум.

Fig. 3. The ratio of vital forms of woody plants on the Sarykum dune.

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Заключение

На основании проведенных исследований дана характеристика специфике смены древесных пород по трансекту: «речные островки» - «береговая линия» - «терраса» - «склон» в предгорных условиях. В процессах смены пород в основном преобладает влияние фактора влагообеспеченности, а активность естественной смены пород свидетельствует о наличии здесь больших потенциальных возможностей биоразнообразия древесных растений.

Развитие естественной дендрофлоры на бархане Сарыкум подтверждает возможность облесения кустарниками и деревьями территорий в сухостепных условиях при прекращении антропогенного давления на экологическую среду.

Необходимо проведение дальнейших научных исследований, обеспечивающих выявление наиболее эффективного состава дендрофлоры при формировании лесных сообществ и их интродукции в лесостепные условия. Они успешно выполняют средообразующую и стабилизирующую функцию, необходимую для реализации актуальной стратегии бережливого природопользования.

Список источников

1. Аджиева А.И. Сводный список видов флоры бархана Сарыкум // Вестник Дагестанского государственного университета. № 1. 2008. С. 52–58.
2. Алексеев Б.Д. Особенности растительного покрова Дагестана. Махачкала: ДГУ, 1983. 83 с.
3. Булыгин Н.Е. Фактическое распространение древесных интродуцентов в урбанофитоценозах городов России и сопредельных государств // Тезисы докладов, представленных II (X) съезду РБО. СПб., 1998. Т. 2. С. 278.
4. Векшегонов В.Я. Полезащитное лесоразведение в сухостепных районах. М.: Лесная промышленность, 1970. 72 с.
5. Виноградов В.Н. Защитные лесные насаждения при комплексном освоении песков // Агроресомелиорация. М.: Лесная промышленность, 1979. С. 103–117.
6. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.
7. Абачев К.Ю. Флора и растительность бархана Сарыкум и их охрана. Махачкала: ДГУ, 1995. 45 с.
8. Львов П.Л., Рябченко Г.К., Хонякина З.П. Экскурсия учащихся на Кумторкалинский бархан Сарыкум. Махачкала: Дагучпедгиз, 1960. 59 с.
9. Майоров А.А. Эоловая пустыня у подножия Дагестана. Махачкала: Дагестанский научно-исследовательский институт, 1928. 116 с.
10. Мухумаева П.О., Хизриева А.И., Аджиева А.И. Дополнения к флоре Дагестана // Ботанический журнал. 2014. Т. 99. № 12. С. 1396-1400. – EDN TBECCCL.
11. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

References

1. Adzhieva AI. Consolidated list of flora species of the Sarykum dune. *Herald of Dagestan State University*. 2008;(1): 52–58. (In Russ.).
2. Alekseev BD. *Features of the vegetation cover of Dagestan*. Makhachkala: DBU; 1983. (In Russ.).
3. Bulygin NE. Actual distribution of woody introducers in urban Phytocenoses of Russian cities and neighboring states. *Abstracts of reports, prepared for the II (X) Convention of the Russian Botanical Society*. Saint Petersburg; 1998. p. 278. (In Russ.).
4. Vekshegonov VYa. *Field-protecting forestation in dry-steppe regions*. Moscow: Lesnaya promyshlennost; 1970. (In Russ.).
5. Vinogradov VN. Protecting forest plantations during complex development of sands. In: Vinogradov VN (eds.) *Agroresomelioratsia*. Moscow: Forestry industry; 1979. p. 103–117. (In Russ.).
6. Zaytcev GN. *Phenology of woody plants*. Moscow: Nauka; 1981. (In Russ.).
7. Abachev KYu. *Flora and vegetation of the Sarykum dune and their protection*. Makhachkala: DBU; 1995. (In Russ.).
8. Lvov PL, Ryabchenko GK, Honyakina ZP. *Excursion of students to the Kumtorkalinsky Sarykum dune*. Makhachkala: Daguchpedgiz; 1960. (In Russ.).
9. Mayorov AA. *Aeolian desert at the foot of Dagestan*. Makhachkala: Dagestan Research Institute; 1928. (In Russ.).

10. Muhumaeva PO, Khizrieva AI, Adjieva AI. Addition to the flora of Dagestan. *Botanicheskii zhurnal* = *Botanical journal*. 2014;99(12): 1396–1400. (In Russ.). – EDN: TBECCL.

11. Cherepanov SK. *Vascular plants of Russia and neighboring states (within the former USSR)*. St. Petersburg: Mir i semya; 1995. (In Russ.).

Информация об авторах

Р. М. Адамова – аспирант, старший лаборант, SPIN-код: 8061-4699, AuthorID: 599096;

М.-Р. А. Казиев – доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом агроландшафтного земледелия, Федеральный аграрный центр Республики Дагестан, SPIN-код: 9251-9223, AuthorID: 762844.

Вклад авторов

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

Статья поступила в редакцию 16.09.2022; одобрена после рецензирования 23.11.2022; принята к публикации 30.11.2022.

Information about the authors

R. M. Adamova – PhD student, Senior laboratory assistant;

M.-R. A. Kaziev – D.Sc (Agriculture), Head of the Department of Agrolandscape Agriculture, Federal Agrarian Center of the Republic of Dagestan.

Contribution of the authors

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

The article was submitted to the editorial office 16.09.2022; approved after review 23.11.2022; accepted for publication 30.11.2022.



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 - Агрехимия, 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 ученому 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 – полutorный. 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 истолкован 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: <https://journal.gorskigau.com/ru-ru/authors>

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.).

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: <https://journal.gorskigau.com/ru-ru/authors>



Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 28.11.2021 г. Дата выхода в свет 13.12.2022 г. Бумага писчая.
Печать трафаретная. Гарн. шрифта Times New Суг. Бумага 60x84 1/8.
Усл.печ.л. 33,5. Тираж 500. Заказ 73.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»