Главный редактор:
А. Ф. Туманян – д. с.-х. н., проф.

Редакционный совет:
Н. Н. Дубенок – академик РАН, д.с.-х.н., проф.; В. М. Косолапов – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; А. Л. Иванов – академик РАН, д.б.н., проф.; К. Н. Кулик – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; И.М. Куликов – академик РАН, д.эконом.н., проф.; В. Ф. Пивоваров – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; М. С. Гинс – член–корреспондент РАН, д.б.н., проф.; Н. В. Тютюма – д.с.–х.н., член–корреспондент РАН; В. Г. Плющиков – д.с.–х.н., проф.; С. Н. Еланский – д.б.н.; М. М. Оконов – член–корр. РАЕН, д.с.–х.н., проф.; Ю. В. Трунов – д.с.–х.н., проф.; А. Н. Арилов – д.с.–х.н., проф.; Ю. А. Ватников – д.в.н., проф.; Н. В. Донкова – д.в.н., проф.; Т. С. Кубатбеков – д.б.н., доцент; Е. М. Ленченко – д.в.н., проф.; В. Е. Никитченко – д.в.н., проф.; Н. Н. Балашова – д.э.н., проф.; В. М. Пизенгольц – д.э.н., проф.; Н. Н. Скитер – д.э.н., проф.; Т. В. Папаскири – д.э.н., проф.; М.И. Сложенкина – д.б.н., проф. РАН, проф.; В. Ф. Гороховский – д.с.-х.н., проф.; Аль-Азауи Нагам Маджид Хамид, проф.

Head editor:
A. F. Tumanyan – Dr. Agr. Sci., Prof.

Editorial Board:
N. N. Dubenok – RAS memb., V. M. Kosolapov – RAS memb.; A. L. Ivanov – RAS memb.; K. N. Kulik – RAS memb.; I.M. Kulikov – RAS memb; V. F. Pivovarov – RAS memb.; M. S. Gins – RAS cor.m.; N. V. Tyutyuma – RAS cor.m.; V. G. Plyushchikov – Dr.Sc.agr.; S. N. Elanskij – Dr.Sc.biol.; M. M. Okonov – RAEN cor.m; Yu. V. Trunov – Dr.Sc.agr.; A. N. Arilov – Dr.Sc.agr.; Yu. A. Vatnikov – Dr.Sc.vet.; N. V. Donkova – Dr.Sc. vet.; T. S. Kubatbekov – Dr.Sc. biol.; E. M. Lenchenko – Dr.Sc. vet.; V. E. Nikitchenko – Dr.Sc. vet.; N. N. Balashova – Dr.Sc.econ.; V. M. Pizengol'c – Dr.Sc.econ.; N. N. Skiter – Dr.Sc.econ.; T. V. Papaskiri – Dr.Sc.econ.; M.I. Slozhenkina – Dr.Sc. biol.; V. F. Gorokhovsky – Dr.Sc.agr.; Nagham Majeed Hameed, Prof.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ *и* ПРИКЛАДНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№2(64) 2025

DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2

Содержание

Общее земледелие, растениеводство

И. М. Жигарева, Т. С. Астарханова
Урожайность сортов нута при разных агроприемах 3

М. Ю. Пучков, Е. Г. Локтионова, М. М. Шагаипов, С. П. Ображиева, А. А. Талхигова
Кохия (*Kohia prostrata* (L.) Schrad.) как компонент экологической реконструкции деградированных пастбищ..... 6

Т. С. Астарханова, И. Р. Астарханов, Т. И. Абасова, Д. А. Алибалаев
Инсектицидные свойства и эффективность растительных экстрактов.....12

И. М. Баматов, И. Л. Даудов
Эффективность стимуляторов роста и минеральных удобрений при возделывании ярового рапса.....17

Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

М. И. Дулов
Содержание и прогнозирование сухих веществ в ягодах при выращивании сортов земляники садовой в Среднем Поволжье 22

М. И. Дулов, М. И. Антипенков
Содержание и прогнозирование сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в Среднем Поволжье.....27

Селекция, семеноводство и биотехнология растений

П. П. Кезимана, Е. В. Романова, О. В. Эйзикович, И. В. Фетисов, П. Багышов, А. М. Каримова, Д. Ш. Дьюф
Мультиплексная ПЦР в современной селекции пшеницы: от традиционных подходов к технологиям машинного обучения.....32

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Г. Я. Брызгалов, Е. А. Витомскова, Е. В. Гинтер
Домашние северные олени зоны лесотундры Чукотки и Магаданской области 36

Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология

И. Е. Прозоровский, Г. А. Ветошкина, С. Б. Селезнев
Морфофункциональная характеристика печени у японских перепелов.....41

А. Н. Аверочкин, Г. А. Ветошкина, С. Б. Селезнев
Морфологический анализ мочеточников у домашних кошек 46

Региональная и отраслевая экономика

И. В. Оробинская, У. В. Кошенкова
К вопросу о целесообразности использования специальных налоговых режимов сельскохозяйственными организациями пчеловодческого направления.....50

Редактор
Н. А. Зайцева

Оформление и верстка
В. В. Земсков

Адрес редакции:
105318, г. Москва,
Измайловское шоссе, д. 20-1Н

e-mail: agrobio@list.ru.
Интернет: http://www.nitu.ru

При перепечатке любых материалов ссылка на журнал «Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса» обязательна.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ ФС77-35867 от 31 марта 2009 года.

ISSN 2221-7312

Включен в перечень изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ

Формат 60 × 84 1/8

Тираж 1000 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации. Материалы авторов не возвращаются.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

THEORETICAL & APPLIED
PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY

№2(64) 2025

Contents

General Agriculture, Crop Production

I. M. Zhigareva, T. S. Astarkhanova
Yields of Chickpea Varieties under Different Agricultural Practices 3

M. Y. Puchkov, E. G. Loktionova, M. M. Shagaipov, S. P. Obrazieva, A. A. Talkhigova
Kohia (Kohia Prostrata (L.) Schrad.) as a Component of Ecological Reconstruction of Degraded Pastelands..... 6

T. S. Astarkhanova, I. R. Astarkhanov, T. I. Abasova, D. A. Alibalaev
Insecticidal Properties and Effectiveness of Plant Extracts 12

I. M. Bamatov, I. L. Daudov
The Effectiveness of Growth Stimulants and Mineral Fertilizers in the Cultivation of Spring Rape 17

Gardening, Vegetable, Viticulture and Medicinal Crops

M. I. Dulov
The Content and Prediction of Dry Matter in Berries during the Cultivation of Strawberry Varieties in the Middle Volga Region 22

M. I. Dulov, M. I. Antipenko
The Content and Prediction of Dry Matter in Fruits When Growing Raspberry Varieties in the Middle Volga Region 27

Selection and Seed Farming of Agricultural Plants

P. Kezimana, E. V. Romanova, O. V. Eizikovich, I. V. Fetisov, P. Bagyshov, A. M. Karimova, D. Ch. Diouf
Multiplex PCR in Modern Wheat Breeding: From Traditional Approaches to Machine Learning Technologies.....32

Farm Animal Breeding and Genetics

G. Y. Bryzgalov, E. A. Vitomskova, E. V. Ginter
Domestic Reindeer of the Forest Tundra Zone of Chukotka and Magadan Regions 36

Pathology of Animals, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology

I. E. Prozorovsky, G. A. Vetoshkina, S. B. Seleznev
Morphofunctional Characteristics of the Liver in Japanese Quails 41

A. N. Averochkin, G. A. Vetoshkina, S. B. Seleznev
Morphological Analysis of Ureters in Domestic Cats 46

Economy

I. V. Orobinskaya, U. V. Koshenkov
On The Question of the Expediency of Using Special Tax Regimes by Agricultural Organizations of the Beekeeping Field 50

Урожайность сортов нута при разных агроприемах

УДК 631.559:635.657
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-3-5

И. М. Жигарева, Т. С. Астарханова (д.с.–х.н.)
Дагестанский государственный аграрный университет,
tamara–ast@mail.ru

В последние годы проблема недостаточного количества растительного белка в кормах привлекает серьезное внимание ученых. Сбор белка бобовых культур, играет важную роль в решении данной проблемы. Одной из таких культур, которая способна решить данную проблему является нут. Вместе с тем следует отметить, что по причине отсутствия перспективных сортов, а также недостаточной разработанности технологии возделывания данную культуру практически не возделывают. В этой связи в период с 2023 по 2024 гг., в условиях Предгорного Дагестана были проведены полевые исследования. В результате установлено, что урожайность зерна нута дифференцировалась в зависимости от способов посева и применяемого регулятора роста. Наибольшую урожайность сорта нута обеспечили на фоне проведения предпосевной обработки семян регулятором роста Алефар Ж. — в среднем по опыту 1,61 т/га. При обработке водой (контроль) урожайность снизилась на 10,3%. Наиболее оптимальные факторы для формирования максимальной продуктивности сортов нута отмечены на варианте с шириной междурядий 0,3 м, где урожайность в среднем составила 1,69 т/га. На первом варианте (0,15 м) средняя урожайность составила 1,39 т/га, а на третьем варианте (0,45 м) — 1,52 т/га. Снижение по сравнению с предыдущим вариантом отмечено в пределах 21,6 и 11,2%. Анализ формирования сортами нута урожайных данных в зависимости от применяемых агроприемов показал, что на посевах сорта Вега она была максимальной — 1,74 т/га. Худшие показатели зафиксированы на посевах сорта Волгоградский 10.

Ключевые слова: предгорная провинция Дагестана, нут, сорта, регулятор роста, способы посева, фотосинтетическая деятельность.

Введение

В настоящее время серьезное внимание ученых привлекает проблема недостаточного количества растительного белка в кормах. Как отмечают некоторые исследователи, сбор белка бобовых культур играет важную роль в решении этой задачи [1, 3, 4, 5, 6, 8].

Нут характеризуется высоким содержанием связанной воды в тканях листьев, ксероморфной структурой их строения, опушенностью и наличием в них органических кислот, в связи с чем является самой засухо- и жаростойкой культурой [2, 9].

Увеличение производства продовольственного и фуражного зерна, а также повышение его качества остается главной задачей в сельском хозяйстве. Кроме того, одним из приемов совершенствования технологии возделывания культур является применение стимуляторов роста, которые способствуют более полной реализации продукционного потенциала современных сортов. Регуляторы роста растений оказывают влияние не только на продуктивное использование подвижных форм минеральных веществ растениями, но и повышают устойчивость растений к стрессам, болезням, вредителям [7, 10–12].

Несмотря на указанные выше достоинства нута следует отметить, что в условиях Дагестана данная культура практически не возделывается по причине отсутствия сортов и недостаточной разработанностью элементов технологии возделывания. Наши исследования по рассматриваемой теме являются пионерными в плане решения вышеизложенной проблемы, поэтому их следует рассматривать как актуальные.

Материал и методы исследования

Полевой эксперимент был заложен в 2023–2024 гг. в условиях Предгорного Дагестана по следующей схеме:

Фактор А. Сорт: 1) Волгоградский 10 (стандарт); 2) Приво-1; 3) Вега.

Фактор В. Регуляторы роста: 1) Контроль (обработка водой); 2) Алефар, Ж. (2 мл/т).

Фактор С. Способ посева: 1) Обычный рядовой (0,15 м); 2) Рядовой (0,30 м); 3) Широкорядный (0,45 м).

Опыт полевой, размер делянок 50 м^2, размещение повторностей в опытах – систематическое, делянок в повторностях - рендомизированное. Предшественником была озимая пшеница. Посев был проведен зернотравяной сеялкой СЗТ-3,6 на глубину 3,0–3,5 см.

Результаты исследования и их обсуждение

Величина и качество урожая являются основными показателями хозяйственной ценности однолетних культур. В наших исследованиях урожайность зерна нута дифференцировалась в зависимости от способов посева и применяемого регулятора роста. Как видно из данных *таблицы*, в среднем за 2 года максимальную урожайность сорта нута сформировали при предпосевной обработке семян регулятором роста Алефар Ж. — в среднем по опыту 1,61 т/га. На контрольном варианте (обработка

Урожайность нута в зависимости от изучаемых агротехнических приемов, т/га				
Сорт	Способ посева	Год		Средняя
		2023	2024	
Контроль (без обработки регуляторами роста)				
Волгоградский 10	Рядовой с междурядьями 0,15 м	1,22	1,10	1,16
	Рядовой с междурядьями 0,30 м	1,50	1,36	1,43
	Широкорядный с междурядьями 0,45 м	1,35	1,17	1,26
Приво 1	Рядовой с междурядьями 0,15 м	1,40	1,21	1,31
	Рядовой с междурядьями 0,30 м	1,70	1,49	1,60
	Широкорядный с междурядьями 0,45 м	1,50	1,37	1,43
Вега	Рядовой с междурядьями 0,15 м	1,59	1,40	1,49
	Рядовой с междурядьями 0,30 м	1,94	1,74	1,84
	Широкорядный с междурядьями 0,45 м	1,70	1,59	1,64
Алефар, Ж				
Волгоградский 10	Рядовой с междурядьями 0,15 м	1,35	1,20	1,27
	Рядовой с междурядьями 0,30 м	1,74	1,50	1,62
	Широкорядный с междурядьями 0,45 м	1,49	1,38	1,43
Приво 1	Рядовой с междурядьями 0,15 м	1,56	1,39	1,47
	Рядовой с междурядьями 0,30 м	1,80	1,56	1,68
	Широкорядный с междурядьями 0,45 м	1,64	1,47	1,55
Вега	Рядовой с междурядьями 0,15 м	1,79	1,54	1,66
	Рядовой с междурядьями 0,30 м	2,08	1,88	1,98
	Широкорядный с междурядьями 0,45 м	1,95	1,67	1,81
$НСР_{05}$		0,05	0,04	–

водой) средняя урожайность составила 1,46 т/га, что на 10,3% ниже показателя предыдущего варианта.

Сравнительные данные урожайности сортов в зависимости от применяемых способов посева показали, что максимальную продуктивность они сформировали при рядовом способе посева с шириной 0,3 м. Так, в среднем по вариантам опыта и сортам, урожайность зерна в данном случае составила 1,69 т/га. На вариантах с шириной междурядий 0,15 и 0,45 м средняя урожайность нута составила 1,39 и 1,52 т/га, разница с предыдущим вариантом отмечена в пределах 21,6 и 11,2%.

Среди сортов по урожайности лидирует сорт Вега — в среднем 1,74 т/га. Минимальные данные были получены при возделывании сорта Волгоградский 10.

Выводы

Следовательно, в условиях Предгорного Дагестана сорта нута наибольшую урожайность обеспечили при предпосевной обработке семян (2 мл/т) регулятором роста Алефар Ж. и рядовом способе посеве с междурядьями шириной 0,3 м.

Литература

1. Васин, В.Г. Приемы предпосевной обработки семян и посевов нута биостимуляторами роста / В.Г. Васин, О.Н. Лысак, О.В. Вершинина // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник научных трудов. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – 324 с.
2. Васин, В.Г. Продуктивность нута Приво 1 при применении регуляторов роста на разных уровнях минерального питания в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.Г. Васин, Е.И. Макарова, В.В. Ракитина // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник на учных трудов. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – 324 с.
3. Германцева, Н.И. Нут–культура засушливого земледелия / Н.И. Германцева. – Саратов, 2011. – 199 с.
4. Горох и нут разных сортов в кормопроизводстве / С.И. Кононенко, Ю.И. Левахин, А.Г. Мещеряков, А.М. Испанова // Зоотехническая наука Беларуси. – 2015. – Том 50, №2. – С. 3-11.
5. Ерохин, А.И. Эффективность использования биологических препаратов в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений зернобобовых культур / А.И. Ерохин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – №1(13). – С. 29.
6. Качественная характеристика протеина и клетчатки основных кормовых средств рационов степной зоны Южного Урала / А. Г. Мещеряков, Г.И. Левахин, А.А. Зиганьшин, В.А Доценко [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3. – С. 264-267.
7. Киселева, Т. С. Влияние основной обработки почвы на продуктивность зер-нобобовых культур в северной лесостепи Западной Сибири / Т. С. Киселева, В. В. Рзаева. – Тюмень: ИД «Титул», 2023. – 163 с.
8. Семенов, В.В. Питательность и амино кислотный состав сортов зерна сорго, используемых в кормлении животных / В.В. Семёнов, С.И. Кононенко, И.С. Кононенко // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследова-тельского института животноводства и кормопроизводства. – Ставрополь, 2011. – Том 1, № 4-1. – С. 86-88.

9. Сравнительная оценка питательности зерна гороха и нута в условиях за-сухи / А.Г. Мещеряков, В.А. Шахов, В.Л. Королев, В.А. Доценко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – №5. – С. 180 – 183.
10. Тедеева, А. А. Эффективность биопрепаратов в системе биологического земледелия/ А. А. Тедеева, Д. М. Мамиев, В. В. Тедеева, Л. П. Икоева, Т. М. Бацазова, А. А. Шалыгина//Вестник Владикавказского научного центра. – 2024. – Т.24. - № 4. – С. 78-84.
11. Тедеева, В. В. Биопрепараты как фактор повышения продуктивности сои/ В. В. Тедеева, А. А. Тедеева// Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т.24. - № 7. – С. 885-895.
12. Тедеева, В. В. Урожайность посевов сои в зависимости от применения биопрепаратов/ В. В. Тедеева, А. А. Тедеева// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. - № 110. – С.183-189.

References

1. Vasin, V.G. Methods of pre-sowing treatment of seeds and chickpea crops with biostimulators of growth / V.G. Vasin, O.N. Lysak, O.V. Vershinina // Actual problems of agrarian science and ways to solve them: collection of scientific papers. – Kinel: RIC SGSHA, 2015. – 324 p.
2. Vasin, V.G. Productivity of chickpeas in the application of growth regulators at different levels of mineral nutrition in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region / V.G. Vasin, E.I. Makarova, V.V. Rakitina // Actual problems of agrarian science and ways to solve them: a collection of scientific papers. – Kinel: RIC SGSHA, 2015. – 324 p.
3. Germantseva, N.I. Chickpeas–the culture of dry farming / N.I. Germantseva. – Saratov, 2011. – 199 p.
4. Peas and chickpeas of different varieties in feed production / S.I. Kononenko, Yu.I. Levakhin, A.G. Meshcheryakov, A.M. Ispanova // Zootechnical science of Belarus. – 2015. – Volume 50, No. 2. – pp. 3-11.
5. Erokhin, A.I. The effectiveness of the use of biological preparations in the pre-sowing treatment of seeds and vegetative plants of leguminous crops / A.I. Erokhin // Leguminous and cereal crops. – 2015. – №1(13). – P. 29.
6. Qualitative characteristics of protein and fiber of the main feed products of the diets of the steppe zone of the Southern Urals / A. G. Meshcheryakov, G.I. Levakhin, A.A. Ziganshin, V.A. Dotsenko [et al.] // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2009. – No. 3. – pp. 264-267.
7. Kiseleva, T. S. The influence of basic tillage on the productivity of leguminous crops in the northern forest-steppe of Western Siberia / T. S. Kiseleva, V. V. Rzayeva. – Tyumen: Publishing house "Title", 2023. – 163 p.
8. Semenov, V.V. Nutritional value and amino acid composition of sorghum grain varieties used in animal feeding / V.V. Semenov, S.I. Kononenko, I.S. Kononenko // Collection of scientific papers of the Stavropol Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production. Stavropol, 2011. Volume 1, No. 4-1. pp. 86-88.
9. Comparative assessment of the nutritional value of pea and chickpea grains in dry conditions / A.G. Meshcheryakov, V.A. Shakhov, V.L. Korolev, V.A. Dotsenko // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2014. – No. 5. – pp. 180-183.
10. Tedeeva, A. A. The effectiveness of biological products in the system of biological agriculture/ A. A. Tedeeva, D. M. Mamiev, V. V. Tedeeva, L. P. Ikoeva, T. M. Batsazova, A. A. Shalygina//Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center. – 2024. – Vol.24. – No. 4. – pp. 78-84.
11. Tedeeva, V. V. Biological products as a factor in increasing soybean productivity/ V. V. Tedeeva, A. A. Tedeeva// Agrarian Bulletin of the Urals. – 2024. – Vol.24. – No. 7. – pp. 885-895.
12. Tedeeva, V. V. Yield of soybean crops depending on the use of biological products / V. V. Tedeeva, A. A. Tedeeva// Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 2024. – No. 110. – pp.183-189.

I. M. Zhigareva, T. S. Astarkhanova
Dagestan State Agrarian University
tamara–ast@mail.ru

YIELDS OF CHICKPEA VARIETIES UNDER DIFFERENT AGRICULTURAL PRACTICES

In recent years, the problem of insufficient amounts of vegetable protein in feed has attracted serious attention from scientists. Harvesting protein from legumes plays an important role in solving this problem. One such crop that can solve this problem is chickpeas. At the same time, it should be noted that due to the lack of promising varieties, as well as insufficient development of cultivation technology, this crop is practically not cultivated. In this regard, in the period from 2023 to 2024, field studies were conducted in the conditions of Foothill Dagestan. As a result, it was found that the yield of chickpea grain varied depending on the sowing methods and the growth regulator used. The highest yield of the chickpea variety was achieved against the background of pre–sowing seed treatment with the growth regulator Alefar Zh.– the average experience is 1.61 t/ha. When treated with water (control), the yield decreased by 10.3%. The most optimal factors for the formation of maximum productivity of chickpea varieties were noted in the variant with a row spacing of 0.30 m, where the average yield was 1.69 t/ha. In the first variant (0.15 m), the average yield was 1.39 t/ha, and in the third variant (0.45 m) – 1.52 t/ha. The decrease compared to the previous version was noted in the range of 21.6 and 11.2%. An analysis of the formation of yield data by chickpea varieties, depending on the agricultural practices used, showed that it was maximum in Vega crops – 1.74 t/ha. The worst indicators were recorded on the crops of the Volgogradsky 10 variety.

Key words: foothill province of Dagestan, chickpeas, varieties, growth regulator, sowing methods, photosynthetic activity.

Кохия (Kohia prostrata (L.) Schrad.) как компонент экологической реконструкции деградированных пастбищ

УДК 633.39:582.661:631.524.84
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-6-11

М. Ю. Пучков[1] (д.с.–х.н.), **Е. Г. Локтионова**[1] (к.с.–х.н.),
М. М. Шагаипов[2] (д.с.–х.н.), **С. П. Ображиева**[3], **А. А. Талхигова**[3]
[1]*Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева,*
[2]*Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова,*
[3]*Чеченский аграрно–технический колледж,*
rosecostroi@mail.ru

В связи с возрастающим прессом на пастбищные экосистемы создание системы экономически эффективных и экологически безопасных технологий, ориентированных на воссоздание биологического разнообразия нарушенных природных экосистем, повышения продуктивности биоагроценозов, сохранения и повышения почвенного плодородия становится актуальным. Кохия простертая (Kohia prostrata (L.) Schrad.) как элемент реставрации деградированных пастбищ аридных территорий юга России является одной из перспективных культур. Проводился комплекс полевых и лабораторных наблюдений и исследований. Полевые исследования состояли из ежегодных геоботанических экспедиционных исследований. Заложен стационар «Лиманский» с наиболее низким гидротермическим коэффициентом и наиболее подверженный деградационным воздействиям и расположенный на территории Западного ильменно-бугрового ландшафта. Объектом полевых и лабораторных исследований на стационаре «Лиманский» явилось растения Kohia prostrata (L.) Schrad. Определяли массу 1000 семян в г; лабораторная всхожесть семян (%); динамика роста растения (м); длина соцветия (м); содержания каротина (мг/кг); содержания сырого протеина (г/кг); содержания кальция (г/кг), фосфора (г/кг); алкалоиды аминокислоты (г/кг кормазол (%); клетчатке (%); липиды (%); БЭВ. Проведенные исследования позволяют заключить, что в условиях западного ильменно-бугрового ландшафтного района включение в состав поликомпонентных фитоценозов кохии простертой (Kohia prostrata (L.) Schrad.) позволяют в полной мере использовать потенциал биогоризонтов, а также улучшить экологические условия в регионе.

Ключевые слова: пастбища, аридные территории, Kohia prostrate, химический состав, кормовая ценность.

Введение

Аридная зона юго-востока России, начиная с 1950-х гг., испытала две последовательные вспышки дефляционного опустынивания кормовых угодий. Данная территория отличается спецификой экологических условий, при которых поддержание продуктивности пастбищ очень сложная задача. Естественные пастбища данных территорий (50–75% природных кормовых угодий страны) отличаются обеднённостью ботанического состава, упрощенной структурной организацией, наличием неосвоенных экологических ниш, низкой используемостью потенциала биогоризонтов [9], при этом испытывающие перевыпас и нерациональное использование. Как видится решение данной проблемы возможно за счет рационального использования данных земель с включением в состав пастбищ наиболее приспособленных и максимально устойчивых к произрастанию дикорастущих видов растений, а так же к подбору их культурных аналогов.

Впервые о реставрации пастбищ на принципах экологического дополнения видов указал Л.Г. Раменский [8]. В настоящее время данные принципы не потеряли актуальности [7]. Вовлечение дикорастущих растений в процесс создания пастбищ является перспективным. Аргументами в пользу включения в данный процесс дикоросов являются, прежде всего, их высокая пластичность и устойчивость к экстремальным условиям среды. Дикорастущие растения являются результатом естественного отбора. В результате у них выработалась и закрепилась исключительно высокая приспособленность к экстремальным экологическим факторам аридного климата (длительная почвенная и воздушная засуха, большие суточные и годовые перепады температуры, исключительно высокие абсолютные значения температуры, засоленность субстрата, низкий уровень гумусированности почвенной структуры и т.д.). В связи с чем, проводятся работы по созданию, поддержанию и восстановлению продуктивности пастбищ, основанные на мобилизации растительных ресурсов и создания их генетического фонда [3, 11, 14].

В аридной зоне России произрастает около 7 тыс. видов высших растений. В настоящее время подробно описано и изучено около 300 видов дикорастущих растений, рекомендованных в качестве кормовых культур. Данные виды в большинстве своем относятся к представителям семейств злаковых *(Poacea)*, бобовых *(Fabaceae)*, крестоцветных *(Brassicaceae)*, сложноцветных *(Asteracea)*, гречишных *(Polygonaceae)*, зонтичных *(Apiaceae)*. Однако наиболее характерное семейство для пу-

стынь земного шара – маревые *(Chenopodiaceae)* [2]. Его представители хорошо переносят высокие температуры воздуха, низкую атмосферную и почвенную влажность, довольно устойчивы к засолению почвы.

Одним из таких растений является кохия простертая (*Kohia prostrata (L.) Schrad*). Впервые кохию как ценную кормовую культуру описывал И.В.Ларин [5]. Кохия хорошо поедается скотом, в первую очередь овцами, в осенне-зимний период, когда другие виды корма недоступны.

Ценность кохии как многолетней кормовой культуры получила мировое признание. В связи, с чем кохия была интродуцирована на другие континенты и рекомендована не только для реконструкции пастбищ, но и для рекультивационных работ [11, 12, 15].

Кохия является высокобелковым кормом (до 34,9%) с высоким коэффициентом усвоения (62,5%) [6]. Кохия простертая обладает сбалансированным набором аминокислот (лизин, метионин, треонин, лейцин и др.). Кохия содержит каротин, уникальный набор макроэлементов (Ca, Si, Mg, Fe и т.д.), микроэлементов (Co, Cu, Mn, Mo и тд.), ультрамикроэлементы (Ti, Ba, Cr, V и др.) [1]. Вместе с тем кохия обладает быстротой роста, способствует закреплению почв, что крайне актуально в аридном климате, где деградация растительного покрова приводит к ветровой эрозии [12]. Кохия отличается высокой семенной продуктивностью и всхожестью.

Необходимо отметить, что кроме многолетника кохии простертой (*Kohia prostrata (L.) Schrad*), до сих пор не попадали в зону внимания как кормовые растения однолетние представители вида *Kohia* — кохия шерстистоцветковая *(Kochia densiflora (Mag.) Aell.)* и кохия веничная *(Kochia scoparia (L.) Schrad.)* [4].

Создание и поддержание пастбищ в продуктивном состоянии зависит от множества сложнейших проблем, решение которых возможно только при создании системы экономически эффективных и экологически безопасных технологий, ориентированных на воссоздание биологического разнообразия нарушенных природных экосистем, повышения продуктивности биоагроценозов, сохранения и повышения почвенного плодородия. В связи с чем, применение кохии простертой (*Kohia prostrata (L.) Schrad.)*, как элемента реставрации деградированных пастбищ аридных территорий юга России является актуальным.

Материал и методы исследования

Методологическая схема исследования включала в себя комплекс полевых и лабораторных наблюдений и исследований. Полевые исследования состояли из ежегодных геоботанических экспедиционных исследований. Экспедиционные исследования проводились с целью определения и закладки сети ключевых стационарных участков, на которых проводили флористические исследования и отборы образцов для дальнейших лабораторно-полевых исследований.

В ходе экспедиционных геоботанических исследований была проведена работа по отбору и закладке стационарных участков.

Геоботанические исследования проводились на стационарных участках с использованием площадного метода с выделением площадок 10х10 м.

В результате проведенных исследований выбран стационар «Лиманский» с наиболее низким гидротермическим коэффициентом и наиболее подверженный деградационным воздействиям и расположенный на территории Западного ильменно-бугрового ландшафта.

Объектом полевых и лабораторных исследований на стационаре «Лиманский» явилось растения *Kohia prostrata (L.) Schrad*.

Предметом исследования были эколого-биологические и биохимические показатели *Kohia prostrata (L.) Schrad*.: масса 1000 семян в г; лабораторная всхожесть семян (%); динамика роста растения (м); длина соцветия (м); содержания каротина (мг/кг); содержания сырого протеина (г/кг); содержания кальция (г/кг), фосфора г/кг.

Масса 1000 семян была определена взвешиванием на весах лабораторных марки M-ER 122ACF-3000.1LCD по ГОСТ 12038-84 и выражали в г.

Для определения лабораторной всхожести семена *Kohia prostrata (L.) Schrad.* отбирались по четыре пробы 100 семян в каждой. Лабораторная всхожесть была определена методом проращивания семян *Kohia prostrata (L.) Schrad.* на фильтровой бумаги в чашке Петри и на песке, предварительно просеянном и прокаленном при температуре более 160°С, так же в чашках Петри смоченных дистиллированной водой. Далее семена в чашках Петри помещали в термостат при температуре 13°С. Экспозиция семян в термостате была 7 дней. Результаты выражали в процентах (ГОСТ 12038-84).

Биометрические показатели растения *Kohia prostrata (L.) Schrad.* такие, как рост растения, длина соцветия, изучались методом измерения с помощью миллиметровой линейки и переводились в метры.

Каротин определяли в растении *Kohia prostrata (L.) Schrad.* фотометрическим методом по ГОСТ 13496.17-95 и измеряли в мг/кг.

Содержания сырого протеина в растении *Kohia prostrata (L.) Schrad.* определяли методом Кьелдаля по ГОСТ 13496.4-93 и выражали в г/кг.

Кальций в растении *Kohia prostrata (L.) Schrad*. определяли комплекснометрическим методом по ГОСТ 26570-95 и выражали в г/кг.

Содержания фосфора в растении *Kohia prostrata (L.) Schrad.* определяли фотометрическим методом по ГОСТ 26657-97 и выражали в г/кг.

Исследования проводились в течение 7 лет. Математическая обработка полученных результатов была

осуществлена в виде использования статистического t-критерия Стьюдента с уровнем значимости 0,05 (программа «Statistica 6.0»). Выборка включала 3325 растений.

Результаты исследования и их обсуждение

Для *Kohia prostrata* характерна неправильная шаровидная форма с приподнимающимися побегами. В результате экспедиционных исследований нами были выделены экотипы со следующими габитусом куста – прямостоячие, полулежачие и лежачие. Подобные типы габитуса куста являются важными хозяйственными признаками, характеризующими возможности выделения определенных экотипов и введения их в культуру. В дальнейшее исследование нами были отобраны следующие образцы:

Образец 1 — характеризуется прямостоящим габитусом куста. Побеги сильно облиственны.

Образец 2 — габитус куста полулежачий. Облиственность побегов средняя.

Образец 3 характеризуется лежачим габитуса куста. Облиственность побегов низкая.

В процессе проведения исследований нами изучались биометрические показатели семян и их урожайность у растений *Kohia prostrata*. Мелкие семена кохии созревают в октябре-ноябре и имеют низкую всхожесть (от 2 до 75%). При этом авторы указывают на зависимость всхожести от экотипа (пустынный или горный). У горного экотипа всхожесть находилась в пределах 2–10%, у песчаного 50–70% [10]. Необходимым условием для прорастания семян является стратификация. Как правило, посев проводится с октября по февраль.

Данные по всхожести семян у изучаемых образцов приведены в *табл. 1*. Все семена проходили стратификацию (30 дней).

Средние показатели всхожести семян находились в пределах 82,5–87,6% при проращивании на фильтровальной бумаге и 60,5–64,2% на песчаной основе. Лабораторная всхожесть выше и значительно отличается от полевой (25–44%) [10], при которой нельзя соблюсти важные факторы, такие как влажность почвы, её температурный режим и глубину заделки семян.

Следующим важным показателем, характеризующим способность введения растений в культуру, является масса семян. У изучаемых образцов кохии данный показатель варьировал в пределах 1,28–1,73 г *(табл. 1)*. Наши исследования несколько разнятся с результатами [10], которая выделила семена в группы мелкие — 1.8 г (масса 1000 семян), средние — 2.4 г и крупные — 3.2 г. Возникающая проблема с заготовкой и последующим посевом относительно мелких семян нивелируется в связи с введением в технологический процесс механизмов и агрегатов позволяющие высев относительно мелкие семена. При этом необходимо учитывать признак как сыпучесть семян. У всех растений представителей кохии семена имеют цветочные чешуи являющийся родовым признаком. Обнаружение образцов с отсутствием бесцветочных чешуй у семян является новым шагом в вопросе распространения кохии в качестве пастбищной культуры.

Результаты исследования показали, что продуктивность семян варьировала в пределах 0,009–0,019 т/га. Подобная разница свидетельствует о широком полиморфизме изучаемого вида, большом резерве и возможности отбора растений кохии для выделения в коллекционный питомник с включением их в состав поликомпонентных фитоценозов, создаваемых на территории изучаемых ландшафтных зон Северного Прикаспия. Результаты биометрических показателей приведены в *табл. 2*.

У изученных растений кохии наблюдался ежегодный прирост вегетативной массы в пределах 0,03–0,65 м. Необходимо отметить, все это указывает на высокую адаптивную особенность данного вида для произрастания в аридных условиях.

Одним из показателей высокой адаптационной приспособленности кохии является развитие генеративных побегов. Исследованиями установлено, что все изучаемые образцы проходили фазы бутонизации и цветения. Данные по длине генеративных побегов представлены в *табл. 3*.

Особых различий в размерах соцветий не наблюдается. Исключением является только образец под номером 1, длина соцветия которого превышала данный показатель у других образцов. Все это указывает на то, что начиная с 3-го года развития, растения кохии вступают в фазу стабильного роста *(рисунок)*.

Табл. 1. Всхожесть семян растений кохии

Образец	Лабораторная всхожесть, %		Масса 1000 семян, г
	Фильтровальная бумага	Песок	
1	87,6±0,3	61,3±3,2	1,46±0,1
2	82,5±0,5	64,2±1,3	1,28±0,32
3	85,3±1,5	60,7±2,1	1,55±0,3

Табл. 2. Динамика роста растений кохии

Образец	Высота (м) по годам развития				
	III год	IV год	V год	VI год	VII год
1	0,48±0,04	0,50±0,01	0,51±0,02	0,57±0,02	0,65±0,02
2	0,29±0,04	0,32±0,02	0,32±0,02	0,35±0,11	0,39±0,02
3	0,15±0,03	0,18±0,02	0,20±0,03	0,24±0,02	0,28±0,02

Табл. 3. Длина соцветий кохии

Образцы	Длина соцветия (м) и годы развития		
	V год	VI год	VII год
1	0,25±0,04	0,26±0,01	0,26±0,02
2	0,21±0,04	0,23±0,02	0,23±0,01
3	0,17±0,02	0,19±0,02	0,20±0,03

Помимо эколого-биологических свойств и продуктивности растений кохии нами изучены и их биохимические показатели. Результаты биохимического анализа надземной части растений кохии представлены в *табл. 4*.

Результаты исследования, приведенные в *табл. 5*, иллюстрируют изменение содержания незаменимых аминокислот в сыром протеине у кохии, указывают на изменение количества аминокислот в сторону уменьшения в течение вегетационного периода.

Показатели по углеводно-липидному составу изучаемых образцов кохии представлены в *табл. 6*.

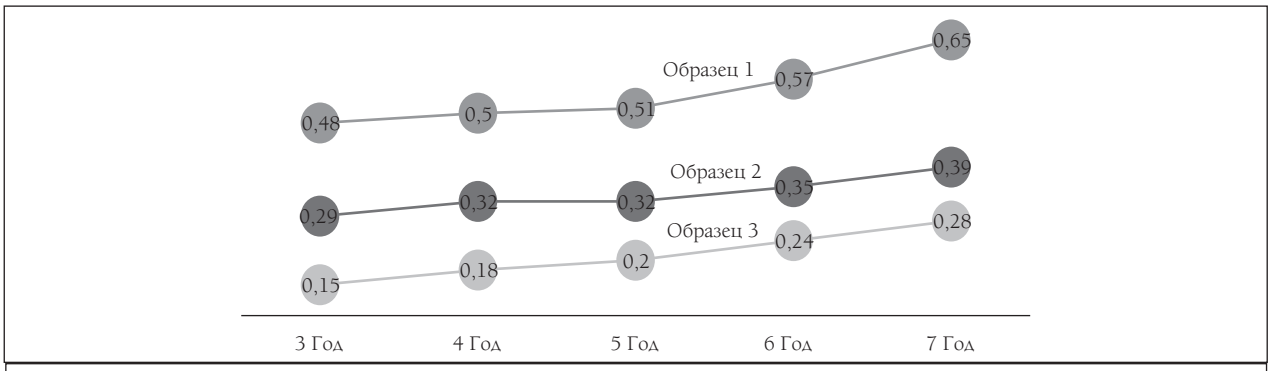
Исследования показывают, что по сумме сахаров данные варьируют в пределах от 2,13±1,02 (образец 2) до 7,52±2,03 (образец 1). Максимальное содержание целлюлозы было у образца 2 (26,77±1,17). У данного образца также наблюдалось минимальное содержание лигнина (6,75±3,11).

В *табл. 7* приведены данные по содержанию некоторых важных химических веществ в изучаемых образцах кохии.

Содержание липидов в кормовой массе является одним из основных показателей питательной ценности различных растений. Образцы, имеющие высокие показатели по липидам, показывают максимальное количество золы.

Изменчивость в накоплении каротина обусловлена их фенотипическими особенностями в связи с соотношением структурных частей кормовой массы.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы.



Динамика развития надземной части растений кохии, длина побегов, м

Табл. 4. Биохимический состав вегетативных частей изучаемых образцов кохии

Образец	Каротин, мг/кг	Содержание на 1 кг корма, г			Алкалоиды
		Сырой протеин	Кальций	Фосфор	
1	22,3±0,12	75,8±1,28	18,7±3,26	1,9±1,01	Нет
2	28,2±1,23	88,9±4,21	6,7±2,41	1,3±0,4	Нет
3	21,4±0,75	75,8±1,11	11,4±1,45	1,5±0,1	Нет

Табл. 5. Сезонная динамика содержания незаменимых аминокислот в сыром протеине (г/кг корма)

Фенофаза	Аминокислоты							
	Триптофан	Лизин	Метионин	Треонин	Валин	Изолейцин	Лейцин	Фенилаланин
Вегетация	0,72	4,71	1,41	1,38	3,49	2,49	4,82	3,72
Бутонизация	0,49	4,18	4,12	1,14	3,12	2,15	3,79	2,53
Плодоношение	0,21	4,10	4,08	0,69	1,92	1,72	2,95	2,08

Табл. 6. Углеводно-липидный состав кохии в фазу цветения (% на сухое вещество)

Образец	Сумма сахаров	В том числе		Целлюлоза	Лигнин
		Моносахара	Дисахара		
1	7,52±2,03	4,83±1,72	2,69±0,59	21,44±3,29	8,99±1,17
2	2,13±1,01	1,02±0,10	1,11±0,32	26,77±1,17	6,75±3,11
3	5,63±2,09	5,02±2,16	0,61±0,70	23,75±1,59	10,36±2,01

Табл. 7. Содержание химических веществ в кормовой массе кохии в фазу цветения (% на сухое вещество в кормовой массе)

Образец	Зола	Клетчатка	Липиды	БЭВ	Каротин
1	7,69±0,12	28,53±1,01	2,27±0,08	48,55±0,41	8,05±0,45
2	9,94±0,05	26,22±0,19	3,90±0,40	45,55±0,34	7,34±0,29
3	12,73±0,16	26,74±0,34	5,96±0,19	38,77±0,29	6,74±0,13

Возможность введения в состав поликомпонентного фитоценоза полукустарничковых видов – кохии простертая, а именно отобранных форм. У изучаемых форм, несмотря на их различную фенотипическую принадлежность, размеры и масса семян находилась в пределах нормы для данных видов.

Всхожесть семян кохии простертой находилась в пределах 92,5–97,6% (лабораторная). Семенная продуктивность изучаемых образцов составляла 0,09–0,19 т/га.

Изучение динамики ростовой активности указывает на активный прирост в течение первых трех лет жизни (0,48–0,54 см). В последующие годы высота растения увеличивается незначительно и достигает в высоту 0,58–0,65 см.

Проведенные исследования позволяют заключить, что в условиях Восточного ильменно-бугрового ландшафтного района включение в состав поликомпонентных фитоценозов полукустарничковых видов кохии простертой позволяют в полной мере использовать потенциал биогоризонтов, а также улучшить экологические условия в регионе.

Литература

1. Дзюбенко, Н.И. Генетические ресурсы кохии простёртой Kohia Prostrata (L) Schrad / Н. И. Дзюбенко, Ю. Д. Сосков / СПб.: ВИР, 2014. – 336 с.
2. Дзюбенко, Н.И. Морфология и география экотипов Кохии простертой (Kohia Prostrata (L) Schrad) из Средней Азии, Казахстана и Монголии / Н. И. Дзюбенко, Ю. Д. Сосков, С. Х. Хусаинов, М. Г. Агаев // Сельскохозяйственная биология. 2009. – Т. 44. – № 5. – С. 25-39.
3. Коржов, С. И. Многолетние травы – важный фактор повышения почвенного плодородия [Текст] / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова // Агро XXI. – 2003–2004. – № 7–12. – С. 103–104.
4. Лактионов, А.П. Флора Астраханской области. – Астрахань, 2009. – 296 с. ISBN 978-5-9926-0339-2.
5. Ларин, И.В. Введение в изучение естественных кормов Казахстана. Кзыл-Орда, 1926.
6. Нидюлин, В.Н. Кормовая продуктивность Кохии простертой (Kohia Prostrata) в аридных условиях Прикаспия / В. Н. Нидюлин, О. А. Старшинов // Кормопроизводство, 2013. – № 3. – С.25-26.
7. Пинашкин, Ю.Н. Биолого-агротехнические основы введения в культуру изеня (прутняк) (Kohia Prostrata) в условиях Поволжья для восстановления продуктивности деградированных пастбищ / Ю. Н. Пинашкин, С. С. Полторынкин, В. А. Парамонов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2014. – № 3 (35). – С. 88-91.
8. Раменский, Л.Г. Введение в комплексное геоботаническое исследование земель. – М., 1925. – 620 с.
9. Шамсутдинов, З.Ш. О концепции экологической ниши и её роли в практике конструирования адаптивных пастбищных агроэкосистем / З. Ш. Шамсутдинов, В. М. Косолапов, Э. З. Шамсутдинов, М. В. Благоразумов, Н. З. Шамсутдинов // Сельскохозяйственная биология. 2018. – Т.53. – № 2. – С.270-281.
10. Шамсутдинова, Э.З. Всхожесть и продуктивность Кохии простертой в зависимости от размеров высеиваемых семян / Э. В. Шамсутдинова // Кормопроизводство, 2013. – № 3. – С. 23-24.
11. Asay, K.H. Breeding Improved Grasses for Semiarid Rangelands/ K. H. Asay, N. J. Chatterton, K. B. Jensen, T. A. Jones, B. L. Waldron, W. H. Horton // Arid Land Research and Management. 2003. – V. 17. – № 4. – pp. 469-478.
12. Bailey D.W. Potential of Kohia Prostrata and perennial grasses for rangeland restoration in Jordan / D. W. Bailey, J. D. Libbin, R. A. Tabini, K. Al-Khalidi, A. Alqadi, M. A. Oun, B. L. Waldron, K. B. Jensen // Rangeland Ecology and Management. 2010. – Т. 63. – № 6. – С. 707-711.
13. Blair L. Waldron. Forage Kochia (Kochia prostrata) Increases Nutritional Value, Carrying Capacity, and Livestock Performance on Semiarid Rangelands / Blair L. Waldron, Linden K. Greenhalgh, Dale R. ZoBell, Kenneth C. Olson, Burke W. Davenport, Matt D. Palmer // Plant Management Network , 2011, https://dl.sciencesocieties.org/publications/fg/abstracts/9/1/2011-0301-01-RS.
14. Khassanov, O.Kh. Biological characteristics of newly cultivated fodder plants for pastures of the arid zone in Uzbekistan / O. Kh. Khassanov, T. Rachimova, S. F. Tadzhiev // Genetic Resources and Crop Evolution 41 : 125-131, 1994.
15. Waldron B.L. Foragl Kohia (Kohia Prostrata) for all and winter grazing / B. L. Waldron, J.-S. Eun, D. R. ZoBell, K. C. Olson // Small Ruminant Research, 2010. – Т. 91. – № 1. – С. 47.

Литература

1. Dzjubenko, N.I. Geneticheskie resursy kohii prostjortoj Kohia Prostrata (L) Schrad / N. I. Dzjubenko, Ju. D. Soskov / SPb.: VIR, 2014. – 336 s.

2. Dzjubenko, N.I. Morfologija i geografija jekotipov Kohii prostertoj (Kohia Prostrata (L) Schrad) iz Srednej Azii, Kazahstana i Mongolii / N. I. Dzjubenko, Ju. D. Soskov, S. H. Husainov, M. G. Agaev // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2009. – T. 44. – № 5. – S. 25-39.
3. Korzhov, S. I. Mnogoletnie travy – vazhnyj faktor povyshenija pochvennogo plodorodija [Tekst] / S. I. Korzhov, T. A. Trofimova // Agro XXI. – 2003–2004. – № 7-12. – S. 103–104.
4. Laktionov, A.P. Flora Astrahanskoj oblasti. – Astrahan', 2009. – 296 s. ISBN 978-5-9926-0339-2.
5. Larin, I.V. Vvedenie v izuchenie estestvennyh kormov Kazahstana. Kzyl-Orda, 1926.
6. Nidjulin, V.N. Kormovaja produktivnost' Kohii prostertoj (Kohia Prostrata) v aridnyh uslovijah Prikaspija / V. N. Nidjulin, O. A. Starshinov // Kormoproizvodstvo, 2013. – № 3. – S.25-26.
7. Pinashkin, Ju.N. Biologo-agrotehnicheskie osnovy vvedenija v kul'turu izenja (prutnjak) (Kohia Prostrata) v uslovijah Povolzh'ja dlja vosstanovlenija produktivnosti degradirovannyh pastbishh / Ju. N. Pinashkin, S. S. Poltorynkin, V. A. Paramonov // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie, 2014. – № 3 (35). – S. 88-91.
8. Ramenskij, L.G. Vvedenie v kompleksnoe geobotanicheskoe issledovanie zemel'. – M., 1925. – 620 s.
9. Shamsutdinov, Z.Sh. O koncepcii jekologicheskoj nishi i ejo roli v praktike konstruirovanija adaptivnyh pastbishhnyh agrojekosistem / Z. Sh. Shamsutdinov, V. M. Kosolapov, Je. Z. Shamsutdinov, M. V. Blagorazumov, N. Z. Shamsutdinov // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2018. – T.53. – № 2. – S.270-281.
10. Shamsutdinova, Je.Z. Vshozhest' i produktivnost' Kohii prostertoj v zavisimosti ot razmerov vyseivaemyh semjan / Je. V. Shamsutdinova // Kormoproizvodstvo, 2013. – № 3. – S. 23-24.
11. Asay, K.H. Breeding Improved Grasses for Semiarid Rangelands/ K. H. Asay, N. J. Chatterton, K. B. Jensen, T. A. Jones, B. L. Waldron, W. H. Horton // Arid Land Research and Management. 2003. – V. 17. – № 4. – pp. 469-478. https://doi.org/10.1080/713936115.
12. Bailey D.W. Potential of Kohia Prostrata and perennial grasses for rangeland restoration in Jordan / D. W. Bailey, J. D. Libbin, R. A. Tabini, K. Al-Khalidi, A. Alqadi, M. A. Oun, B. L. Waldron, K. B. Jensen // Rangeland Ecology and Management. 2010. – T. 63. – № 6. – S. 707-711.
13. Blair L. Waldron. Forage Kochia (Kochia prostrata) Increases Nutritional Value, Carrying Capacity, and Livestock Performance on Semiarid Rangelands / Blair L. Waldron, Linden K. Greenhalgh, Dale R. ZoBell, Kenneth C. Olson, Burke W. Davenport, Matt D. Palmer // Plant Management Network , 2011, https://dl.sciencesocieties.org/publications/fg/abstracts/9/1/2011-0301-01-RS.
14. Khassanov, O.Kh. Biological characteristics of newly cultivated fodder plants for pastures of the arid zone in Uzbekistan / O. Kh. Khassanov, T. Rachimova, S. F. Tadzhiev // Genetic Resources and Crop Evolution 41 : 125-131, 1994.
15. Waldron B.L. Foragl Kohia (Kohia Prostrata) for all and winter grazing / B. L. Waldron, J.-S. Eun, D. R. ZoBell, K. C. Olson // Small Ruminant Research, 2010. – T. 91. – № 1. – S. 47.

M. Y. Puchkov[1], E. G. Loktionova[1], M. M. Shagaipov[2], S. P. Obrazieva[3], A. A. Talkhigova[3]

[1]Astrakhan State University named by V.N. Tatishchev,
[2]Chechen State University named after A.A. Kadyrov,
[3]Chechen Agrarian–Technical Collegey
rosecostroi@mail.ru

KOHIA (KOHIA PROSTRATA (L.) SCHRAD.) AS A COMPONENT OF ECOLOGICAL RECONSTRUCTION OF DEGRADED PASTELANDSS

In this regard, the creation of a system of cost–effective and environmentally friendly technologies aimed at recreating the biological diversity of disturbed natural ecosystems, increasing the productivity of bioagrocenoses, preserving and increasing soil fertility. Kohia prostrata (L.) Schrad.) as an element of restoration of degraded pastures of arid territories of the south of Russia is one of the promising crops. The set of field and laboratory observations and studies was carried out. Field studies consisted of annual geobotanical expeditionary studies. The Limansky station with the lowest hydrothermal coefficient and the most susceptible to degradation effects was established and is located in the territory of the Western ilmen–hillock landscape. The object of field and laboratory studies at the Limansky station was Kohia prostrata (L.) Schrad plants. The weight of 1000 seeds in g; laboratory seed germination (%), plant growth dynamics (m); inflorescence length (m); carotene content (mg/kg); crude protein content (g/kg); calcium content (g/kg), phosphorus (g/kg); amino acid alkaloids (g/kg of feed), ash (%); fiber (%); lipids (%); BEF were determined. The conducted studies allow us to conclude that in the conditions of the western ilmen–hillock landscape region, the inclusion of kohia prostrata (L.) Schrad. in the composition of polycomponent phytocenoses allows us to fully utilize the potential of biohorizons, as well as improve environmental conditions in the region.

Key words: pastures, arid territories, Kohia prostrate, chemical composition, forage value.

Инсектицидные свойства и эффективность растительных экстрактов

УДК 632.95.024.2
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-12-16

Т. С. Астарханова[1] (д.с–х.н.), **И. Р. Астарханов**[2] (д.б.н.),
Т. И. Абасова[3] (к.б.н.), **Д. А. Алибалаев**[4] (к.с.–х.н.)
[1]*Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы*,
[2]*Дагестанский государственный аграрный университет*,
[3]*Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»*,
[4]*Чеченский государственный университет имени Ахмата Кадырова*,
tamara-ast@mail.ru

В работе представлены исследования по оценке инсектицидных свойств растительных экстрактов: L. pubescen, T. minuta, C. Procera, L. inermis, T. dura, S. P rsica, C. Droserifolia, L. camara, P. Harmala и их эффективность в борьбе с тлей в лабораторных условиях. Исследованиями установлено, что экстракты, полученные из Drosera rotundifolia (C. Droserifolia) и Thymus dura (T. dura), проявили высокую эффективность в борьбе с тлёй Aphis gossypii. В частности, при использовании неразбавленного экстракта C. Droserifolia (разбавление 1:1) наблюдалось почти пятикратное снижение плодовитости самок тли и количества вылупившихся личинок всего через 48 часов после обработки по сравнению с контрольной группой, где не применялись экстракты. Экстракт T. dura показал более скромный, но всё же значительный результат, уменьшив количество вылупившихся личинок вдвое. Наблюдалась интересная разница в реакции разных видов тлей на конкретные экстракты. A. fabae продемонстрировала более высокую устойчивость к экстракту T. dura по сравнению с экстрактом из Plantago grandis (P. grandis). Напротив, экстракт C. droserifolia показал обратную картину: A. fabae оказалась более чувствительной к нему, чем к экстракту P. grandis. Полученные результаты свидетельствуют о селективном действии экстрактов, зависящем как от вида растения, так и от вида тли. Более того, исследования выявили парадоксальный эффект: несмотря на общее снижение численности тлей при обработке экстрактами, при более высоких разбавлениях наблюдалось некоторое стимулирование плодовитости у выживших особей. Это указывает на сложную природу взаимодействия между растительными экстрактами и тлёй, где инсектицидное действие сочетается с воздействием на репродуктивные процессы.

Ключевые слова: эффективность, растительные экстракты, инсектицидные свойства, тля, плодовитость, смертность, гибель.

Введение

Современное сельское хозяйство России, особенно в условиях геополитической напряженности и санкционного давления, остро нуждается в инновационных решениях. В этой ситуации огромный потенциал заложен в использовании пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения — биопрепаратов и биоудобрений [1, 2]. Однако, несмотря на очевидные экологические преимущества и растущий мировой интерес к органическому земледелию, их применение в России остается крайне ограниченным, охватывая лишь 2-6% сельскохозяйственных угодий [3, 4]. Это тревожный показатель, учитывая масштабы деградации земель — ежегодная потеря плодородных почв составляет 1,5-2 млн га, что приводит к недобору урожая зерновых культур на 3,2–3,9 млн т [5, 6].

Ситуация усугубляется высокой зависимостью от импорта химических средств защиты растений, доля которого достигает 30–48%. Параллельно с этим наблюдается рост популярности растительных инсектицидов, часто изготавливаемых кустарным способом из растений, обладающих инсектицидными свойствами. Эти препараты, в отличие от своих химических аналогов, характеризуются высокой биоразлагаемостью, низкой токсичностью для человека и животных, а также минимальным накоплением в почве и сельскохозяйственной продукции. Однако, их относительная недолговечность — быстрое разрушение под воздействием солнечного света и воздуха — требует частых обработок, с интервалами в 5–10 дней и чередованием различных экстрактов для повышения эффективности [8, 9].

Механизм действия растительных инсектицидов связан с содержанием в них биологически активных веществ, влияющих на вредителей. Исследования, например, работы Rizk (1986), детально изучающие этот аспект, подтверждают наличие таких веществ в различных растениях [10, 11]. Взять, к примеру, растения рода Cleome (Cleome spp.): в их составе обнаружены гликозиды (гликокапарин, гликоколеомин, гликопрасикин) и некоторые гликофлавоноиды. В млечном соке и листьях Cleome procera найдены трипсин, калотропин и калотоксин — вещества, оказывающие токсическое воздействие на насекомых-вредителей [1, 13]. Многие другие растения также содержат подобные биологи-

чески активные компоненты, которые могут быть использованы для создания эффективных и экологически безопасных пестицидов [14, 15]. Необходимо отметить, что недостаточная поддержка развития отечественных биотехнологий, в том числе и в сфере производства биопестицидов, приводит к неравной конкуренции с химическими аналогами. Это сдерживает широкое внедрение биопрепаратов в сельскохозяйственную практику.

Для изменения ситуации требуются значительные инвестиции в научные исследования, разработку современных технологий производства биопестицидов, создание эффективной системы сертификации и контроля качества, а также разработка и реализация целевых программ по поддержке отечественных производителей и стимулированию использования биологических методов защиты растений. Только комплексный подход, объединяющий усилия ученых, производителей и государства, позволит существенно увеличить долю биологически активных препаратов на российском рынке и обеспечить переход к более экологичному и устойчивому сельскому хозяйству, снижая зависимость от импорта и укрепляя продовольственную безопасность страны.

Дальнейшие исследования, направленные на выявление новых источников биологически активных веществ и оптимизацию технологий производства биопестицидов, имеют первостепенное значение для решения этой задачи. Системный подход к развитию биотехнологий в сельском хозяйстве станет ключевым фактором для преодоления существующих проблем и достижения устойчивого роста аграрного сектора.

Целью работы является изучение инсектицидных свойств и эффективность различных концентраций растительных экстрактов: *C. Droserifolia, L. camara, P. Harmala, C. Procera, L. inermis, T. dura, S. Persica, L. pubescen, T. minuta.*

Материал и методы исследования

Исследования были проведены на базе научно-исследовательской лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений коллективного центра ЧГУ имени Ахмата Кадырова в экспериментальной теплице. Материалами исследований служили растительные экстракты: *L. pubescen, T. minuta, C. Procera, L. inermis, T. dura, S. Persica, C. Droserifolia, L. camara, P. Harmala.* Биологическая эффективность препарата определялась по снижению численности имаго вредителя относительно исходной с поправкой на контроль и рассчитывалась по формуле Хендерсона-Тилтона [16]. Статистическая обработка полученных результатов проведена по Б.А. Доспехову [17].

Табл. 1. Влияние растительных экстрактов на смертность тли *Aphis craccivora*

Вид растений	Процент гибели тлей	
	1 сут.	2 сут.
S. persica	60,5	58,0
C. droserifolia	53,0	62,0
L. camara	47,5	39,5
L. pubescen	40,0	60.0
T. minuta	38.0	50,0
C. procera	35.5	60.0
L. inermis	50.0	58.0
T. dura	60,0	60,0
P. harmala	40,5	44,0
Контроль (вода)	0	0
НСР05	4,45	4,6

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных лабораторных испытаний доказаны инсектицидные свойства всех испытанных видов растений, которые вызывали смертность у тли (*Aphis craccivora*) на 60–62% (*табл. 1*). Гибель тлей, при использовании экстрактов из растений

Табл. 2. Смертность тлей (Aphis craccivora) при разбавлении растительных экстрактов

Вид	Разбавление	Средний процент гибели	
		1 сут.	2 сут.
Cleome droserifolia	1:1	70,0	71,0
	1:2	60,0	62,0
	1:4	55,0	54,5
	1:8	50.0	50,5
Calotropis procera	1:1	62,0	65,5
	1:2	34,0	40,5
	1:4	30,2	32,5
	1:8	25,0	35,4
Ficus salicifolia	1:1	60,0	62,0
	1:2	55,5	58,0
	1:4	40,5	48,0
	1:8	32,5	34,8
Salvadora persica	1:1	45,0	42,5
	1:2	42,5	42,9
	1:4	35,0	32,2
	1:8	30,0	35,0
Tephrosia dura	1:1	50,0	50,5
	1:2	45,0	42,0
	1:4	25,0	23,5
	1:8	20,0	22,2
Peganum harmala	1:1	42,0	45,0
	1:2	25,0	30,0
	1:4	15,0	20,0
	1:8	10,0	15,0
Контроль (вода)		0	0
НСР05		5,32	3,47

Действие растительных экстрактов на смертность и плодовитость тлей

Разбавление	Виды тлей	Растения					
		C. droserifolia	C. procera	T. dura	C. droserifolia	C. procera	T. dura
		Смертность самок, %			Отрождение личинок/самок, шт.		
1:1	A. fabae	75,0	50,0	65,0	5,5	8,8	9,5
	P.grandis	65,0	57,0	77,0	1,0	2,5	1,8
1:2	*A. fabae*	57,0	30,0	35,0	8,8	9,0	12,0
	P.grandis	47,0	22,0	60,0	1,2	2,7	1,5
1:3	*A. fabae*	35,0	25,0	30,0	10,0	9,5	14,0
	P.grandis	20,0	17,0	42,0	1,8	3,0	2,8
1:4	*A. fabae*	32,1	10,0	20,0	11,0	11,0	17,0
	P.grandis	0,0	17,5	35.0	2,8	3,9	3,8
Контроль (вода)	*A. fabae*	0,0	0.0	0.0	11,0	12,5	18,0
	P.grandis	0,0	0,0	0,0	4,0	3,7	4,0
НСР05	*A. fabae*	9,7	6.8	7,9	1,9	3,7	3,5
	P.grandis	18,0	10,0	12,0	0,5	0,8	1,0

Cleome droserifolia Delile, *C. Procera., L. Inermis* достигала 58–60%.

Проведённые исследования показали, что растительные экстракты обладают не только инсектицидным действием, эффективно уничтожая тлю, но и оказывают существенное влияние на её репродуктивные способности. Эксперименты продемонстрировали впечатляющие результаты: экстракты, полученные из *Drosera rotundifolia* (C. Droserifolia) и *Thymus dura* (T. dura), проявили высокую эффективность в борьбе с тлёй *Aphis gossypii*. В частности, при использовании неразбавленного экстракта *C. Droserifolia* (разбавление 1:1) наблюдалось почти пятикратное снижение плодовитости самок тли и количества вылупившихся личинок всего через 48 часов после обработки по сравнению с контрольной группой, где не применялись экстракты. Экстракт *T. dura* показал более скромный, но всё же значительный результат, уменьшив количество вылупившихся личинок вдвое.

Однако, эффективность экстрактов варьировалась в зависимости от вида тли. При работе с тлёй *Aphis fabae* (A. fabae) эффективность была несколько ниже. Хотя все испытанные растительные экстракты при концентрации 1:1 привели к двукратному снижению численности вылупившихся личинок A. fabae, наблюдалась интересная разница в реакции разных видов тлей на конкретные экстракты. A. fabae продемонстрировала более высокую устойчивость к экстракту T. dura по сравнению с экстрактом из *Plantago grandis* (P. grandis). Напротив, экстракт C. droserifolia показал обратную картину: A. fabae оказалась более чувствительной к нему, чем к экстракту P. grandis. Данные результаты, представленные в *табл. 2, 3*, свидетельствуют о селективном действии экстрактов, зависящем как от вида растения, так и от вида тли *(табл. 3)*.

Более того, исследования выявили парадоксальный эффект: несмотря на общее снижение численности тлей при обработке экстрактами, при более высоких разбавлениях наблюдалось некоторое стимулирование плодовитости у выживших особей. Это указывает на сложную природу взаимодействия между растительными экстрактами и тлёй, где инсектицидное действие сочетается с воздействием на репродуктивные процессы.

Выводы

Таким образом, полученные результаты показывают перспективность использования растительных экстрактов в качестве биоинсектицидов, но требуют дальнейших исследований для оптимизации концентраций и разработки эффективных стратегий применения с учётом видовой специфичности, как растений-источников экстрактов, так и видов тлей. Необходимо также изучить механизмы стимулирующего воздействия разбавленных экстрактов на плодовитость тлей, чтобы исключить негативные последствия применение в сельском хозяйстве.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБОУ ВО «ЧГУ им А. Кадырова» Минобрнауки России (тема FEGS-2025-0001).

Литература

1. Романова, Т.Е. Антимикробная активность эфирного масла Artemisia lerechiana, произрастающей в Калмыкии/ Т.Е. Романова, Л.П. Цеденова, О.Е. Романов, Е.П. Лаврентьева // Растительные ресурсы. – 1999. – №4. – С.58-61.
2. Матеева, А. Исследование на инсекти-антифидантность Helleboriis odorus Waldst .et al Kit. против Leptinoiarsa decemlineatas ay ./ А. Матеева, Д. Ковачева //Научн. Труд. Выш. Сельскостоп. Инст. Пловдив, 1994. – Т 36. Кн.3.- С. 11-115.

3. Астарханова, Т.С. Эффективность биологических инсектицидов на основе эфирных масел в условиях защищенного грунта. / Т.С. Астарханова, И.Р. Астарханов, Т.И. Абасова, Д.А. Алибалаев // Теоретические и прикладные проблемы АПК. -2025. -№1. – С. 3-7.
4. Валиуллин, Л.Р. Разработка инсектицидных композиций на основе пиретринов и природных дибензооксоланов, содержащихся в растительных и эфирных маслах // Л.Р. Валиуллин, П.П. Муковоз / Вестник аграрной науки. – 1(106) 2024. – С.77-84.
5. Ahmed, M. A. The evoluation of insects Biodiversity in Yemen. University of Aden / Ahmed M. A. Sallam, S. A. Ba-Angood. // June. 2000. – p. 18-20.
6. Астарханова Т.С. Эффективность биологических средств защиты на основе растительных экстрактов// Т.С. Астарханова, Д.А. Алибалаев /Актуальные вопросы общества, науки и образования: сб. ст. XXI Междунар. науч.-практич. конф.. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2025. – С.75-79.
7. Онацкий К.Н., Попов С.Я. Исследование действия нового биоинсектоакарицида Нимацаль-Т/С против паутинных клещей рода Tetranychus на огурце в условиях защищенного грунта / Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №12.- С. 23- 25,
8. Поливанова, Е.Н. Специфика развития Myzus persica (homoptera ,aphididae) на растениях, синтезирующих ингибиторы ювенального гормона насекомых – прекоцены./ Е.Н. Поливанова //Зоол. журн. – 1997. Т 76. Вып.7. – С.777- 784.
9. Райе, Э. Природные средства защиты растений от вредителей. Перевод с английского/ Э. Райе. – Москва; Мир, 1986. – 184 с.
10. Руденка, Н.Н. Фитоинсектициды – экологически безопасный метод борьбы с вредителями сельского хозяйства/ Н.Н. Руденка. -М .1993.
11. Семаков, В.В. Растительные экстракты в защите растений/ В.В. Семаков. – М. 1989 – С.3- 57.
12. Семаков, В.В. Пестициды растительного происхождения/ В.В. Семаков // Защита Растений. 1995. – 26 с.
Каклюгин, В.Я. Акарицидное и инсектицидное действие компонентов эфирного масла кориандра / В. Я. Каклюгин, В. Я. Исмаилов, Л. Н. Ткач [и др.] // Экол. безопас. и беспестицид, технологии получения растениевод, продукции: сб. материалов Всерос. науч-производств. совещ., 24-26 авг. 1994 г., г. Краснодар. – Пущино, 1994. – Ч 2. – С. 227-229.
13. Эберг, А.Н. Фитонциды в защите растений от вредителей / А.Н. Эберг // Сб.: «Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства». Киев; Наук. Думка, 1967. – 296с.
14. Abdel-Aziz S.E. Persistence of some plant oils against the bruchid beetle, Callosobruchus maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae) durinstorage. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences. – 2001, Vol.9, № 1. – P.423-432.
15. Методические указания по регистрационным испытаниям пести-цидов в части биологической эффективности. Общая часть / В. И. Долженко, А. Б. Лаптиев, Л. А. Буркова и др. – М.: МСХ РФ, 2018. – 56 с.
17.Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд./ Б.А. Доспехов. – Москва, Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Romanova, T.E. Antimikrobnaya aktivnost` e`firnogo masla Artemisia lerechiana, proizrastayushhej v Kalmy`kii/ T.E. Romanova, L.P. Cedenova, O.E. Romanov, E.P. Lavrent`eva // Rastitel`ny`e resursy`. – 1999. – №4. – S.58-61.
2. Mateeva, A. Issledovanie na insekti-antifidantnnost` Helleboriis odorus Waldst .et al Kit. protiv Leptinoiarsa decemlineatas ay ./ A. Mateeva, D. Kovacheva //Nauchn. Trud. Vy`sh. Sel`skostop. Inst. Plovdiv, 1994. – T 3b. Kn.3. – C. 11-115.
3. Astarxanova, T.S. E`ffektivnost` biologicheskix insekticidov na osnove e`firny`x masel v usloviyax zashhishhennogo grunta. / T.S. Astarxanova, I.R. Astarxanov, T.I. Abasova, D.A. Alibalaev // Teoreticheskie i prikladny`e problemy` APK. – 2025. – №1. – S. 3-7.
4. Valiullin, L.R. Razrabotka insekticidny`x kompozicij na osnove piretrinov i prirodny`x dibenzooksolanov, soderzhashhixsya v rastitel`ny`x i e`firny`x maslax // L.R. Valiullin, P.P. Mukovoz / Vestnik agrarnoj nauki. -1(106) 2024. -S.77-84 DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.6.44
5. Ahmed, M. A. The evoluation of insects Biodiversity in Yemen. University of Aden / Ahmed M. A. Sallam, S. A. Ba-Angood. // June. 2000. – p. 18-20.
6. Astarxanova T.S. E`ffektivnost` biologicheskix sredstv zashhity` na osnove rastitel`ny`x e`kstraktov// T.S. Astarxanova, D.A. Alibalaev /Aktual`ny`e voprosy` obshhestva, nauki i obrazovaniya: sb. st. XXI Mezhdunar. nauch.-praktich. konf.. V 2 ch. Ch. 1. – Penza: MCzNS «Nauka i Prosveshhenie». – 2025. – S.75-79.
7. Onaczkij K.N., Popov S.Ya. Issledovanie dejstviya novogo bioinsektoakaricida Nimaczal`-T/S protiv pautinny`x kleshhej roda Tetranychus na ogurce v usloviyax zashhishhennogo grunta / Dostizheniya nauki i texniki APK. – 2009. – №12. – S. 23- 25,
8. Polivanova, E.H. Specifika razvitiya Myzus persica (homoptera ,aphididae) na rasteniyax, sinteziruyushhix ingibitory` yuvenal`nogo gormona nasekomy`x – prekoceny`./ E.H. Polivanova //Zool. zhurn.1997. – T 76.Vy`p.7. – S.777-784.
9. Raje, E`. Prirodny`e sredstva zashhity` rastenij ot vreditelej. Perevod s anglijskogo/ E`. Raje. – Moskva; Mir, 1986. – 184s.
10. Rudenka, H.H. Fitoinsekticidy` – e`kologicheski bezopasny`j metod bor`by` s vreditelyami sel`skogo xozyajstva/ H.H. Rudenka. – M .1993.
11. Semakov, V.V. Rastitel`ny`e e`kstrakty` v zashhite rastenij/ V.V. Semakov. – M. 1989. – S.3- 57.
12. Semakov, V.V. Pesticidy` rastitel`nogo proisxozhdeniya/ V.V. Semakov // Zashhita Rastenij. 1995. – 26 s.
13. Kaklyugin, V.Ya. Akaricidnoe i insekticidnoe dejstvie komponentov e`firnogo masla koriandra / V. Ya. Kaklyugin, V. Ya. Ismailov, L. N. Tkach [i dr.] // E`kol. bezopas. i bespesticid, texnologii polucheniya rastenievod, produkcii: sb. materialov Vseros. nauch-proizvodstv. soveshh., 24-26 avg. 1994 g., g. Krasnodar. – Pushhino, 1994. – Ch 2. – S. 227-229.
14. E`berg, A.N. Fitoncidy` v zashhite rastenij ot vreditelej / A.N. E`berg // – sb.: «Fitoncidy`, ix biologicheskaya rol` i znachenie dlya mediciny` i narodnogo xozyajstva». Kiev; Nauk. Dumka, 1967. – 296s.

15. AbdEl-Aziz S.E. Persistence of some plant oils against the bruchid beetle, Callosobruchus maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae) durinstorage. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences. – 2001, Vol.9, № 1. – P.423-432, 20 refs.
16. Metodicheskie ukazaniya po registracionny`m ispy`taniyam pesti-cidov v chasti biologicheskoj e`ffektivnosti. Obshhaya chast` / V. I. Dolzhenko, A. B. Laptiev, L. A. Burkova i dr. – M.: MSX RF, 2018. – 56 s.
17. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta. 5-e izd./ B.A. Dospexov. – Moskva, Agropromizdat, 1985. – 351 s.

T. S. Astarkhanova[1], I. R. Astarkhanov[2], T. I. Abasova[3], D. A. Alibalaev[4]

[1]Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Dagestan State Agrarian University,
[3]Federal Research Center «Nemchinovka» ,
[4]Akhmat Kadyrov Chechen State University
tamara–ast@mail.ru

INSECTICIDAL PROPERTIES AND EFFECTIVENESS OF PLANT EXTRACTS

The paper presents studies on the assessment of the insecticidal properties of plant extracts: L. pubescen, T. minuta, C. Procera, L. inermis, T. dura, S. Persica, C. Droserifolia, L. camara, P. Harmala and their effectiveness in combating aphids in laboratory conditions. The studies have established that extracts obtained from Drosera rotundifolia (hereinafter referred to as C. Droserifolia) and Thymus dura (hereinafter referred to as T. dura) demonstrated high effectiveness in combating the aphid Aphis gossypii. In particular, when using undiluted extract of C. Droserifolia (dilution 1:1), an almost fivefold decrease in the fecundity of female aphids and the number of hatched larvae was observed just 48 hours after treatment compared to the control group, where extracts were not used. The T. dura extract showed a more modest but still significant effect, reducing the number of hatched larvae by half. An interesting difference in the response of different aphid species to specific extracts was observed. A. fabae demonstrated a higher resistance to the T. dura extract compared to the extract from Plantago grandis (hereinafter referred to as P. grandis). In contrast, the C. droserifolia extract showed the opposite picture: A. fabae was more sensitive to it than to the P. grandis extract. The results obtained indicate a selective effect of the extracts, depending on both the plant and the aphid species. Moreover, the studies revealed a paradoxical effect: despite the overall reduction in aphid numbers when treated with the extracts, at higher dilutions some stimulation of fertility in surviving individuals was observed. This indicates a complex nature of the interaction between plant extracts and aphids, where insecticidal action is combined with an effect on reproductive processes.

Key words: efficacy, plant extracts, insecticidal properties, aphids, fertility, mortality, death.

Эффективность стимуляторов роста и минеральных удобрений при возделывании ярового рапса

УДК 631.51
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-17-21

И. М. Баматов[1] (д.с.–х.н), **И. Л. Даудов**[2]
[1] *ВНИИ мелиорированных земель*,
[2]*Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова*,
ibragim1991@mail.ru

В статье представлены результаты исследований, проведённые с 2022 по 2024 годы на каштановых почвах Чеченской Республики по изучению применения стимуляторов роста и минеральных удобрений при возделывании ярового рапса. Предшественником все годы исследований являлась озимая пшеница. В опыте высевался сорт ярового рапса Ратник, районированный по 8 региону. Опыт двухфакторный. Схема опыта включала в себя три варианта со стимуляторами роста (фактор А) и три варианта листовых подкормок микроудобрениями. Лабораторными испытаниями было установлено, что из трёх рассматриваемых вариантов, наиболее высокие показатели фиксировались у варианта обработки семян стимулятором роста Силк, на котором уже на третьи сутки энергии прорастания равнялась 74%, то есть, на 6% выше, чем на варианте с обработкой семян Эпином и на 22 больше, чем на контрольном варианте без применения стимуляторов роста. Полевая всхожесть семян ярового рапса на контрольных вариантах без предпосевной обработки семян стимуляторами роста в среднем за 2022–2024 гг. равнялась 75 %. На вариантах с обработкой семян Эпином полевая всхожесть была на 7% выше и равнялась 82 %. На вариантах с обработкой семян Силком полевая всхожесть была на 9% выше, чем на контрольных вариантах, на 2 % выше, чем на вариантах с Эпином и равнялась 84 %. Биологическая урожайность ярового рапса формировалась наименьшей на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и без листовых подкормок, и равнялась 23,7 кг/м². Наибольшая биологическая урожайность была установлена на варианте с применением предпосевной обработки семян стимулятором роста Силк и листовых подкормок минеральным удобрением Моноаммонийфосфат и равнялась 31,9 кг/м².

Ключевые слова: яровой рапс, стимуляторы роста, минеральные удобрения, урожайность.

Введение

Рапс является ценной масличной культурой. Производство рапса в последнее время увеличивается во всём мире [1-3]. Рапс обладает полезными свойствами и применяется в кулинарии, медицине, косметологии и даже в металлургии [4-6]. Техническое масло из рапса не загрязняет окружающую среду. Производители изготавливают из него смазочные материалы. На основе рапса создают экологически чистое топливо – биодизель [7, 8].

Продукты и шрот, которые были получены из семени после экстракции масла, используют в качестве богатого белком корма для сельскохозяйственных животных. Кроме того, рапс выполняет фитосанитарные функции, способствуя повышению урожайности зерновых культур, является хорошим предшественником для зерновых культур и эффективным разрыхлителем почвы [9, 10].

Материал и методы исследования

Полевой опыт проводился на опытном участке ООО «Висагро» Чеченской Республики в 2022–2024 гг. Почва каштановая, тяжелосуглинистая со средним содержанием гумуса в пахотном горизонте 2,2 %.

Предшественником все годы исследований являлась озимая пшеница. В опыте высевался сорт ярового рапса Ратник, районированный по 8 региону. Опыт двухфакторный. Схема опыта включала в себя три варианта со стимуляторами роста (фактор А) и три варианта листовых подкормок микроудобрениями.

Фактор А — предпосевная обработка семян стимуляторами роста: 1) Контроль (без стимуляторов роста); 2) Эпин; 3) Силк.

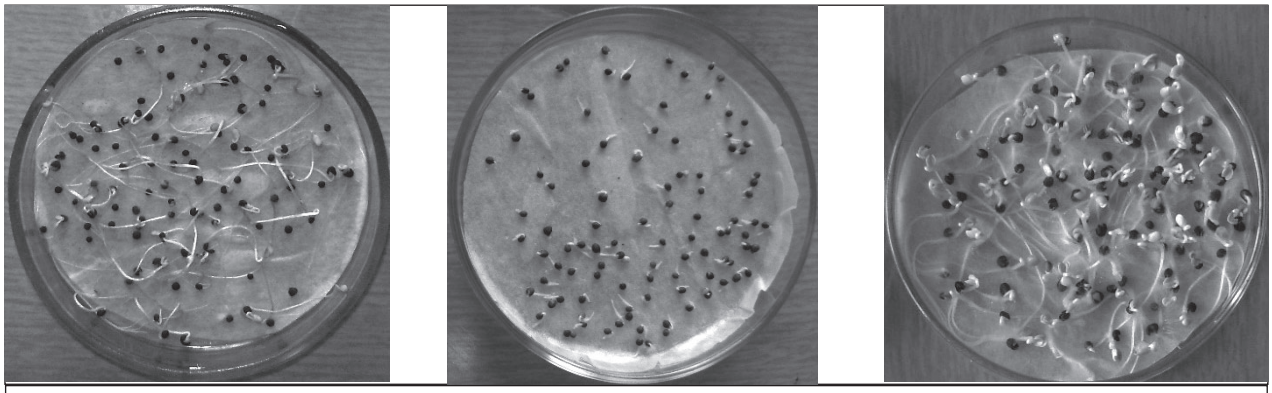
Фактор В — Листовые подкормки удобрениями: 1) Контроль (без подкормок); 2) Жидкое комплексное удобрение Apaliqua NP 11:37 в дозе 20 кг д.в. N /га; 3) Моноаммонийфосфат (МАФ) NP 12:61 в дозе 20 кг д.в. N/га.

Размещение рендомизированное. Повторность трёхкратная. Площадь делянок первого порядка равнялась 450 м² (30×15), а учетная — 420 м². Площадь делянок второго порядка равнялась 150 м² (10×15), а учетная — 120 м². Схема опыта включала 9 вариантов в 3-кратной повторности.

Погодные и почвенные условия выполнения полевых экспериментов были типичными для почвенно-климатических условий Чеченской Республики.

Результаты исследования и их обсуждение

Лабораторными испытаниями было установлено, что из трёх рассматриваемых вариантов, наиболее высокие показатели фиксировались у варианта обработки



Лабораторная всхожесть ярового рапса сорта Ратник по вариантам с обработкой семян стимуляторами роста (с Эпином, контроль, с Силком)

Табл. 1. Энергия прорастания и всхожесть ярового рапса, среднее за 2022-2024 гг.

Варианты	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль	52	79
С Эпином	68	85
С Силком	74	87

семян стимулятором роста Силк, на котором уже на третьи сутки энергии прорастания равнялась 74%, то есть, на 6% выше, чем на варианте с обработкой семян Эпином и на 22% больше, чем на контрольном варианте без применения стимуляторов роста *(рисунок)*.

На всех вариантах лабораторная всхожесть семян превышала 79% *(табл. 1)*. На варианте с обработкой семян Силком в среднем за 2022–2024 гг. она составляла 87%, на варианте с обработкой семян Эпином 85%, на контрольном варианте без обработки семян стимуляторами роста, как уже было отмечено 79%.

В среднем за 2022–2024 гг. полевая всхожесть семян ярового рапса на контрольных вариантах без предпосевной обработки семян стимуляторами роста полевая всхожесть равнялась 75% *(табл. 2)*. На вариантах с обработкой семян Эпином полевая всхожесть была на 7% выше и равнялась 82%. На вариантах с обработкой семян Силком полевая всхожесть была на 9% выше, чем на контрольных вариантах, на 2% выше, чем на вариантах с Эпином и равнялась 84%.

Таким образом, было установлено различие между лабораторной и полевой всхожестью, а также зависимость от предпосевной обработки семян стимуляторами

Табл. 2. Полевая всхожесть ярового рапса, %

Стимуляторы роста	Листовые подкормки	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Контроль	Контроль	72	76	77	75
	Apaliqua NP 11:37	72	76	77	75
	МАФ NP 12:61	72	76	77	75
Эпин	Контроль	79	82	85	82
	Apaliqua NP 11:37	79	82	85	82
	МАФ NP 12:61	79	82	85	82
Силк	Контроль	81	85	86	84
	Apaliqua NP 11:37	81	85	86	84
	МАФ NP 12:61	81	85	86	84

Табл. 3. Густота стояния растений ярового рапса, шт./м²

Стимуляторы роста	Листовые подкормки	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Контроль	Контроль	180	190	192	187
	Apaliqua NP 11:37	180	190	192	187
	МАФ NP 12:61	180	190	192	187
Эпин	Контроль	197	205	210	204
	Apaliqua NP 11:37	197	205	210	204
	МАФ NP 12:61	197	205	210	204
Силк	Контроль	201	212	215	209
	Apaliqua NP 11:37	201	212	215	209
	МАФ NP 12:61	201	212	215	209

Табл. 4. Среднесуточные приросты сухой биомассы ярового рапса, среднее за 2022-2024 гг., кг/га

Стимуляторы роста	Листовые подкормки	Розетка листьев	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Зелёный стручок
Контроль	Контроль	67,08	129,41	142,78	87,35	72,64
	Apaliqua	67,12	129,48	148,64	90,27	74,51
	МАФ NP	67,16	129,63	150,81	91,58	75,27
Эпин	Контроль	70,92	137,54	143,32	87,56	72,95
	Apaliqua	70,97	137,62	149,17	90,51	74,83
	МАФ NP	71,04	137,75	152,29	91,84	75,62
Силк	Контроль	72,97	139,29	143,56	87,60	73,07
	Apaliqua	73,01	139,35	149,48	90,55	75,03
	МАФ NP	73,09	139,52	152,60	91,93	75,81

Табл. 5. Биологическая урожайность, кг/м²

Стимуляторы роста	Листовые подкормки	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Контроль	Контроль	19,8	23,3	27,9	23,7
	Apaliqua NP 11:37	23,0	27,6	33,6	28,0
	МАФ NP 12:61	23,6	28,4	34,5	28,8
Эпин	Контроль	20,7	24,2	29,1	24,7
	Apaliqua NP 11:37	24,1	29,1	35,4	29,6
	МАФ NP 12:61	24,8	29,9	36,3	30,3
Силк	Контроль	21,2	24,9	29,8	25,2
	Apaliqua NP 11:37	25,4	30,7	37,1	31,1
	МАФ NP 12:61	26,2	31,6	37,9	31,9

роста, энергии прорастания семян и от складывающихся погодных условий

Полевая всхожесть семян безусловно сказалась на формирование стеблестоя ярового рапса по годам исследований и на конечную густоту стояния растений к уборке.

В среднем за 2022–2024 гг. наименьшая густота стояния растения ярового рапса отмечалась на контрольных вариантах и составляла 187 шт./м² *(табл. 3)*. На вариантах с предпосевной обработкой семян Эпином густота стояния растений ярового рапса оказалась на 17 шт./м² больше и равнялась 204 шт./м², на вариантах с применением Силка густота стояния растений была на 22 шт./м² больше по сравнению с контрольными вариантами, на 5 шт./м² больше по сравнению с вариантами с Эпином и составляла 204 шт./м².

Применение листовых подкормок удобрением «Apaliqua» увеличивало среднесуточный прирост сухой биомассы по сравнению с контрольными вариантами без листовых подкормок на 1,87–1,96 кг/га *(табл. 4)*. Применение листовых подкормок удобрением Моноаммонийфосфат увеличивало среднесуточный прирост сухой биомассы по сравнению с контрольными вариантами без листовых подкормок на 2,63–2,74 кг/га.

Наибольший прирост сухой биомассы ярового рапса в фазу зелёного стручка и в целом по опыту формировался на варианте применения предпосевной обработки семян Силком с листовыми подкормками Моноаммонийфосфатом и равнялся 75,81 кг/га.

В среднем за 2022–2024 гг. биологическая урожайность ярового рапса сорта Ратник формировалась наименьшей на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и без листовых подкормок, и равнялась 23,7 кг/м² *(табл. 5)*. На варианте с применением предпосевной обработки семян стимулятором роста Эпин биологическая урожайность оказалась на 1 кг/м² больше.

На варианте с применением предпосевной обработки семян стимулятором роста Силк биологическая урожайность оказалась на 1,5 кг/м² больше. Листовые подкормки минеральным удобрением «Apaliqua» увеличивали биологическую урожайность ярового рапса на 4,3–5,9 кг/м². Листовые подкормки минеральным удобрением Моноаммонийфосфат увеличивали биологическую урожайность ярового рапса на 5,1–6,7 кг/м². Наибольшая биологическая урожайность была установлена на варианте с применением предпосевной обработки семян стимулятором роста Силк и листовых подкормок минеральным удобрением Моноаммонийфосфат и равнялась 31,9 кг/м².

Выводы

В результате проведённых исследований с 2022 по 2024 гг. в условиях каштановых почв Чеченской Республики при возделывании ярового рапса сорта Ратник была установлена эффективность применения стимулятора роста Силк и листовых подкормок минеральным удобрением Моноаммонийфосфат. Биологическая уро-

жайность ярового рапса формировалась наименьшей на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и без листовых подкормок, и равнялась 23,7 кг/м^2. Наибольшая биологическая урожайность была установлена на варианте с применением предпосевной обработки семян стимулятором роста Силк и листовых подкормок минеральным удобрением Моноаммоний-фосфат и равнялась 31,9 кг/м^2.

Литература

1. Агаев, Г.Б. Формирование продуктивности сортами озимого рапса после разных предшественников / Г.Б. Агаев, И.Р. Астарханов, А.А. Магомедова, А.А. Мусаева // Проблемы и развитие АПК региона. – 2023. – № 3 (55). – С. 27-31.
2. Кашеваров Н.И. Рапс яровой: этапы рапсосеяния и перспективы производства маслосемян / Н.И. Кашеваров, Р.Б. Нурлыгаянов, В.П. Данилов // – Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 1 (17). – С. 22-27.
3. Ашурбекова, Т.Н. Влияние предшественников на продуктивность сортов озимого рапса / Г.Б. Агаев, И.Р. Астарханов, Т.Н. Ашурбекова // Известия Дагестанского ГАУ. -2022. – № 4 (16).- С. 9-12.
4. Фатыхов, И.Ш. Продуктивность и качество надземной биомассы ярового рапса Галант в Среднем Предуралье / И. Ш. Фатыхов, Э. Ф. Вафина, Ч. М. Салимова // Кормопроизводство. – 2010. – № 2. – С. 24-26.
5. Березнов, А.В. Технологический приём возделывания озимого рапса для формирования продуктивности / А.В. Березнов, Т.С. Астарханова, И.Р. Астарханов, Т.Н. Ашурбекова // Проблемы и развитие АПК региона. – 2022. – № 2 (50). – С. 18-23.
6. Березнов, А.В. Зависимость масличности озимого рапса от доз минеральных удобрений в условиях Нечерноземья / А.В. Березнов, Т.С. Астарханова, И.Р. Астарханов // Проблемы и развитие АПК региона. – 2022. – № 3 (51). – С. 41-46.
7. Магомедов Н.Р. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность озимого рапса на семена в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана при орошении / Н.Р. Магомедов, Д.Ю. Сулейманов, Н.Н. Магомедов, А.З. Джамбулатова // Проблемы развития АПК региона. – 2023. – № 2 (54). С. 69-72.
8. Пономаренко Ю.А. Питательность, качество и безопасность фуражного рапса и продуктов его переработки / Пономаренко Ю.А. // Кормопроизводство. – 2012. – № 3. – С. 29-31.
9. Вафина, Э.Ф. Микроудобрения в формировании урожайности рапса в Среднем Предуралье / Э.Ф. Вафина, А.О.Мерзлякова, И.Ш. Фатыхов // Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 143 с.
10. Вафина, Э.Ф. Реакция ярового рапса сорта галант на обработку посевов микроудобрениями / Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов, А.О. Мерзлякова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 24-25.

References

1. Agaev, G.B. The formation of productivity by varieties of winter rapeseed after different predecessors / G.B. Agaev, I.R. Astarkhanov, A.A. Magomedova, A.A. Musaeva // Problems and development of the agroindustrial complex of the region. – 2023. – № 3 (55). – Pp. 27-31.
2. Kashevarov N.I. Spring rapeseed: stages of rapeseed sowing and prospects for the production of oilseeds / N.I. Kashevarov, R.B. Nurlygayanov, V.P. Danilov // Adaptive feed production. – 2014. – № 1 (17). – Pp. 22-27.
3. Ashurbekova, T.N. The influence of precursors on the productivity of winter rapeseed varieties / G.B. Agaev, I.R. Astarkhanov, T.N. Ashurbekova // News of the Dagestan State Agrarian University. -2022. – № 4 (16).- Pp. 9-12.
4. Fatykhov, I.Sh. Productivity and quality of aboveground biomass of spring rapeseed Galant in the Middle Urals / I. Sh. Fatykhov, E. F. Vafina, Ch.M. Salimova // Feed production. – 2010. – No. 2. – pp. 24-26.
5. Bereznov, A.V. Technological method of winter rapeseed cultivation for the formation of productivity / A.V. Bereznov, T.S. Astarkhanova, I.R. Astarkhanov, T.N. Ashurbekova // Problems and development of the agroindustrial complex of the region. – 2022. – № 2 (50). – Pp. 18-23.
6. Bereznov, A.V. Dependence of the oil content of winter rapeseed on the doses of mineral fertilizers in the non-Chernozem region / A.V. Bereznov, T.S. Astarkhanova, I.R. Astarkhanov // Problems and development of the agroindustrial complex of the region. – 2022. – № 3 (51). – Pp. 41-46.
7. Magomedov N.R., Suleymanov D.Yu., Magomedov N.N., Izhambulatova A.Z. The influence of elements of cultivation technology on the yield of winter rapeseed on seeds in the conditions of the Tersk-Sulak subprovincion of Dagestan during irrigation // Problems of development of the agroindustrial complex of the region. – 2023. – № 2 (54). Pp. 69-72.
8. Ponomarenko Yu.A. Nutritional value, quality and safety of feed rape and its processed products / Ponomarenko Yu.A. // Feed production. – 2012. – No. 3. – pp. 29-31.
9. Vafina, E.F. Micronutrients in the formation of rapeseed yield in the Middle Urals / E.F. Vafina, A.O.Merzlyakova, I.Sh. Fatykhov // Izhevsk: FGOU VPO Izhevsk State Agricultural Academy, 2011. – 143 p.
10. Vafina, E.F. The reaction of spring rapeseed of the galant variety to the treatment of crops with micro-fertilizers / E.F. Vafina, I.S. Fatykhov, A.O. Merzlyakova // Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex, 2014, No. 8, pp. 24-25.

I. M. Bamatov[1], I. L. Daudov[2]

[1]VNII of Reclaimed Lands,
[2]Chechensk State University named after A.A. Kadyrov
ibragim1991@mail.ru

THE EFFECTIVENESS OF GROWTH STIMULANTS AND MINERAL FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF SPRING RAPE

The article presents the results of research conducted from 2022 to 2024 on chestnut soils of the Chechen Republic to study the use of growth stimulants and mineral fertilizers in the cultivation of spring rape. The predecessor of all the years of research was winter wheat. In the experiment, the Ratnik variety of spring rapeseed was sown, zoned for the 8th region. he experience is two–factor. The experimental scheme included three variants with growth stimulants (factor A) and three variants of leaf fertilization with micro–fertilizers. Laboratory tests revealed that of the three options under consideration, the highest rates were recorded for the Silk growth stimulator seed treatment option, which had 74% germination energy on the third day, that is, 6 percent higher than the Epin seed treatment option and 22 percent higher than the control option. without the use of growth stimulants. Field germination of spring rapeseed seeds in control variants without presowing seed treatment with growth stimulants averaged 75% in 2022–2024. In the variants with Epin seed treatment, field germination was 7% higher and amounted to 82%. In the variants with Silage seed treatment, field germination was 9% higher than in the control variants, 2% higher than in the variants with Epin and was equal to 84%. The biological yield of spring rapeseed was the lowest in the control variant without the use of growth stimulants and without leaf fertilization, and was 23.7 kg/m^2. The highest biological yield was established on the variant with the use of pre–sowing seed treatment with a Silk growth stimulator and leaf top dressing with Monoammonium Phosphate mineral fertilizer and was equal to 31.9 kg/m^2.

Key words: spring rape, growth stimulants, mineral fertilizers, yield.

Содержание и прогнозирование сухих веществ в ягодах при выращивании сортов земляники садовой в Среднем Поволжье

УДК 634.75 : 641.16
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-22-26

М. И. Дулов (д.с.–х.н.)
ГБУ Самарской области «Научно–исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»,
dulov–tehfak@mail.ru

Увеличение срока годности свежих плодов земляники садовой, сохранение их качества до момента потребления, а также пригодность к транспортировке и замораживанию во многом связаны с содержанием в ягодах суммы сухих веществ, количество которых является наследственным признаком и во многом зависит от погодных условий. Цель исследования – определить содержание, степень тесноты корреляционной связи с агрометеорологическими условиями вегетационного периода и разработать прогностические модели накопления сухих веществ в ягодах при выращивании сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья. Исследования проводили в 2021–2024 гг. в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Определение суммы сухих веществ проводили в соответствии с общепринятой методикой. В результате исследования выявлено, что сорта земляники садовой Зенга Зенгана, Кармен, Жанна и Моллинг Сентинэри при выращивании в условиях Среднего Поволжья накапливают в плодах более 10,0 % сухих веществ, что указывает на хорошую их пищевую ценность и сохраняемость. Содержание сухих веществ в плодах сорта Зенга Зенгана и Кармен в большей мере зависит от значений максимальной температуры воздуха за май месяц (r=0,7273…0,9847), в плодах сорта Жанна — от относительной влажности воздуха в течение периода за 14 и 7 дней до уборки урожая (r=0,8253…0,8408), в плодах сорта Азия и Моллинг Сентинэри – с суммой среднесуточных температур воздуха выше +10ОС в мае месяце (r=0,6399…0,7743). Разработаны уравнения регрессии, которые с большой долей вероятности позволяют прогнозировать содержание сухих веществ в плодах при выращивании сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья.

Ключевые слова: земляника садовая, сорт, плоды, агрометеорологические условия, сухие вещества, корреляция, уравнение регрессии.

Введение

Одной из распространенных ягодных культур является земляника садовая (*Fragaria x ananassa* Duch.). Её выращивают более чем в 70 странах мира с ежегодным производством ягод в среднем 3,6 млн. т [1]. В нашей стране землянику садовую выращивают на площади 32–34 тыс. га, а валовый сбор ягод данной культуры составляет в среднем 300 тыс. т. Сортимент земляники садовой, рекомендуемый для промышленного возделывания на территории России, включал на 2024 г. 133 сорта [2].

Ягоды земляники садовой содержат натуральные физиологически активные компоненты: антиоксиданты, витамины, полифенольные и пектиновых вещества, макро- и микроэлементы, органические кислоты и пищевые волокна. Благодаря природным компонентам ягоды земляники улучшают пищеварение, нервно-эмоциональное состояние человека, особенно полезны при заболеваниях сердца, атеросклерозе, малокровии, гипертонии и мочекаменной болезни [3–5].

Плоды земляники садовой имеют нежную консистенцию, которая легко поражается фитопатогенной микрофлорой и период потребления их в свежем виде ограничивается несколькими днями. Увеличение срока годности свежих плодов земляники садовой, сохранение их качества до момента потребления, а также пригодность к транспортировке и замораживанию во многом связаны с содержанием в ягодах суммы сухих веществ [6].

Содержание сухих веществ в плодах земляники садовой является наследственным признаком и во многом зависит от погодных условий. Повышенная температура и осадки в период роста и созревания ягод способствуют большему накоплению сухих веществ и повышению их питательности [7]. Поэтому определение влияния генотипа, погодных условий во время вегетации растений в весенний период и перед сбором урожая на содержание в плодах земляники садовой сухих веществ представляет большой интерес для дальнейшего использования сортов при выращивании, употребления ягод в свежем виде и получения натуральных продуктов здорового питания.

Цель исследования — определить содержание, степень тесноты корреляционной связи с агрометеорологическими условиями вегетационного периода и разработать прогностические модели накопления сухих веществ в ягодах при выращивании сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2021–2024 гг. на опытном сортоучастке земляники садовой ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом исследования служили

следующие сорта земляники садовой: Зенга Зенгана (поздний срок созревания, 16–30 июня); Азия (среднеранний срок созревания, 5-10 июня); Жанна (поздний срок созревания, 19-20 июня); Кармен (среднепоздний срок созревания, 15–25 июня); Моллинг Сентинэри (средний срок созревания, 8-20 июня).

В годы исследований за май месяц среднесуточная температура воздуха изменялась от 10,2 до 20,1°С, сумма среднесуточных температур выше +5°С варьировала от 325,5 до 622,8°С, выше +10°С — от 183,0 до 622,8°С, максимальная среднесуточная температура воздуха — от 18,8 до 27,6°С, относительная влажность воздуха — от 37,8 до 73,4%. За период в 14 дней до сбора урожая плодов изучаемых сортов земляники садовой по годам исследований среднесуточная температура воздуха варьировала в пределах 17,7–24,4°С, сумма температур выше +5 и +10°С была на уровне от 248,2 до 341,2°С, максимальная среднесуточная температура воздуха составляла от 23,5 до 32,4°С, относительная влажность воздуха — от 40,5 до 81,9%. За период в 7 дней до сбора урожая плодов среднесуточная температура воздуха изменялась по годам от 16,3 до 26,5^{0}С, сумма температур воздуха выше +5 и +10°С — от 113,9 до 185,3°С, максимальная среднесуточная температура воздуха — от 22,1 до 34,6°С, а относительная влажность воздуха — от 41,2 до 79,7%.

Определение влажности (сумма сухих веществ) проводили методом высушивания навески в сушильном шкафу СШ-40 при температуре 100°С до постоянной массы (8–10 ч) по ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги». Статистическую обработку данных исследований проводили с помощью пакетов программ Microsoft Exel 2007 и Аппроксимация экспериментальных данных с автоматическим подбором оптимального типа функции — многофакторный нелинейный регрессионный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Плоды земляники садовой обладают высокой интенсивностью дыхания, быстро перезревают и подвержены грибковым заболеваниям. Для сохранения в свежем виде в послеуборочный период с минимальными потерями, с сохранением высоких товарных качеств и пищевой ценности ягоды земляники садовой должны быть с прочной кожицей и плотной мякотью, устойчивыми к механическим воздействиям и обладать хорошей транспортабельностью. Сорта с более высоким содержанием сухих веществ при транспортировании в меньшей мере ухудшают потребительские свойства ягод и все основные компоненты биохимического состава в них значительно дольше остаются на высоком уровне.

В наших опытах при выращивании сортов земляники садовой в погодных условиях 2021 г. сумма сухих веществ в плодах изменялась от 10,91 до 14,0%, в условиях 2022 г. — от 8,66 до 10,24%, в условиях 2023 года — от 9,38 до 11,59% и в условиях 2024 г. — от 9,36 до 11,54% (*табл. 1*). Наибольшее количество сухих веществ в 2021 г. выявлено в плодах сорта Зенга Зенгана и Кармен (13,72–14,0%), в 2022 г. — у сортов Зенга Зенгана и Жанна (9,75–10,24%), в 2023 г. — у сортов Кармен и Моллинг Сентинэри (10,41–11,59%), в 2024 г. — у сортов Азия и Моллинг Сентинэри (10,05–11,54%). В среднем за годы исследований сорта Зенга Зенгана, Кармен, Жанна и Моллинг Сентинэри в плодах накапливали более 10,0% сухих веществ, что может указывать на хорошую их пищевую ценность и сохраняемость. Наибольшее количество сухих веществ отмечено в плодах сорта Кармен и равнялось в среднем 10,94±2,38%.

Незначительное варьирование количества сухих веществ в плодах исследуемых сортов земляники садовой наблюдалось в агрометеорологических условиях 2022 (V=6,97%), 2023 (V=8,88%) и 2024 (V=8,56%) годов. Низкую или среднюю вариабельность содержания в плодах сухих веществ от изменяющихся по годам агрометеорологических условий в период роста растений, формирования и созревания плодов имеют сорта Азия (V=7,65%), Жанна (V=12,38%) и Моллинг Сентинэри (V=12,36%), что позволяет рекомендовать их в качестве родительских форм для дальнейшего использования в селекции при создании для условий Среднего Поволжья сортов земляники садовой со стабильным содержанием в плодах сухих веществ.

Табл. 1. Содержание сухих веществ в ягодах при выращивании сортов земляники садовой в лесостепи Среднего Поволжья, %

Сорта	Год				$M_{ср} \pm \sigma$	V, %
	2021	2022	2023	2024		
Зенга Зенгана	13,72	9,75	9,61	9,87	10,74±1,99	18,53
Азия	10,91	9,08	9,69	10,05	9,93±0,76	7,65
Жанна	12,06	10,24	9,38	9,36	10,26±1,27	12,38
Кармен	14,00	8,66	11,59	9,50	10,94±2,38	21,76
Моллинг Сентинэри	11,93	8,93	10,41	11,54	10,68±1,32	12,36
$M_{ср} \pm \sigma$	12,52±1,30	9,33±0,65	10,14±0,90	10,16±0,87		
V, %	10,38	6,97	8,88	8,56		

Табл. 2. Степень тесноты корреляционной связи содержания в ягодах сухих веществ с агрометеорологическими условиями при выращивании сортов земляники садовой в лесостепи Среднего Поволжья, 2021-2024 гг.

Показатели	Сорта				
	Зенга Зенгана	Азия	Жанна	Кармен	Моллинг Сентинэри
Погодные условия в мае месяце					
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,7201	0,7603	0,5672	0,9826	0,6058
Σt ≥ 5°С	0,7218	0,7351	0,5851	0,9804	0,5646
Σt ≥ 10°С	0,7023	0,7743	0,5321	0,9779	0,6399
Максимальная температура воздуха, °С	0,7273	0,7694	0,5726	0,9847	0,6158
Относительная влажность воздуха, %	0,2400	–0,2615	0,5358	–0,1805	–0,5329
Погодные условия за период в 14 дней до сбора ягод					
Среднесуточная температура воздуха, °С	–0,5096	0,2034	–0,3809	–0,2367	0,5684
Σt ≥ 5°С	–0,5176	0,1954	–0,3867	–0,2436	0,5642
Σt ≥ 10°С	–0,5176	0,1954	–0,3867	–0,2436	0,5642
Максимальная температура воздуха, °С	–0,4823	0,2095	–0,3514	–0,2156	0,5258
Относительная влажность воздуха, %	0,5280	–0,0345	0,8253	0,0173	–0,4429
Погодные условия за период в 7 дней до сбора ягод					
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,0259	0,0379	–0,3200	–0,4476	0,1744
Σt ≥ 5°С	0,0203	0,0311	–0,3294	–0,4519	0,1685
Σt ≥ 10°С	0,0203	0,0311	–0,3294	–0,4519	0,1685
Максимальная температура воздуха, °С	0,0031	0,1253	–0,1244	–0,3826	0,1278
Относительная влажность воздуха, %	0,6909	–0,0720	0,8408	0,0560	–0,2442

Результаты корреляционного анализа накопления в плодах количества сухих веществ от агрометеорологических условий, складывающихся в годы исследований по периодам вегетации растений земляники садовой, свидетельствуют (*табл. 2*), что у сорта Зенга Зенгана из погодных условий в мае месяце наиболее значимым влиянием на их содержание в ягодах являются максимальные значения температуры воздуха (r=0,7273), а в период за 14 и, особенно, 7 дней до сбора ягод относительная влажность воздуха (r= 0,5280–0,6909).

Содержание сухих веществ в плодах сорта Азия во многом связано с суммой среднесуточных температур воздуха выше +10°С в мае месяце (r=0,7743), в период за 14 (r=0,2095) и 7 дней до уборки урожая (r=0,1253) с максимальными значениями температуры воздуха.

В плодах сорта Жанна количество сухих веществ наибольшую степень корреляционной связи по периодам вегетации растений имеет с суммой среднесуточных температур воздуха выше +5°С за май месяц (r=0,5851), в период за 14 дней и в течение 7 дней до

Табл. 3. Прогностические модели содержания в ягодах сухих веществ при выращивании сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья

Сорт	Уравнения регрессии
Зенга Зенгана	$У = –8,412 + 0,985X_1 + 0,5975X_2 – 0,6711X_3$ X_1 – T_{max} воздуха за май месяц (а и b – 17,0…27,6°С); X_2 - ОВВ за 14 дней до сбора ягод (а и b – 40,5…81,9 %); X_3 – ОВВ за 7 дней до сбора ягод (а и b – 42,1…77,5 %)
Азия	$У = 5,939 + 0,005X_1 – 0,246X_2 + 0,31X_3$ X_1 – Σt ≥ 10°С за май месяц (а и b – 183,0…622,8°С); X_2 - T_{max} воздуха за 14 дней до сбора ягод (а и b – 24,0…31,9°С); X_3 - T_{max} воздуха за 7 дней до сбора ягод (а и b – 26,2…34,0°С)
Жанна	$У = –40,99 + 0,037X_1 + 7,578X_2 – 7,296X_3$ X_1 – Σt ≥ 5°С за май месяц (а и b – 325,5…622,8°С); X_2 – ОВВ за 14 дней до сбора ягод (а и b – 43,7…78,6 %); X_3 – ОВВ за 7 дней до сбора ягод (а и b – 41,2…77,5 %)
Кармен	$У = - 0,806 + 0,588X_1 – 0,0352X_2 + 0,0608X_3$ X_1 – T_{max} воздуха за май месяц (а и b – 17,0…27,6°С); X_2 – Σt ≥ 10°С за май за 14 дней до сбора ягод (а и b – 252,6…341,2°С); X_3 – Σt ≥ 5°С за 7 дней до сбора ягод (а и b – 113,9…185,3 °С)
Моллинг Сентинэри	$У = - 0,366 + 0,0056X_1 + 0,3984X_2 + 0,0137X_3$ X_1 – Σt ≥ 10°С за май месяц (а и b – 183,0…622,8°С); X_2 – $T_{сред.}$ воздуха за 14 дней до сбора ягод (а и b – 18,0…24,4°С); X_3 – ОВВ за 7 дней до сбора ягод (а и b – 43,6…79,7 %)
Коэффициент множественной корреляции – 0,998…1,0, Коэффициент детерминации – 100%	

уборки ягод со значениями относительной влажности воздуха (r=0,8253–0,8408).

В плодах сорта Кармен количество сухих веществ сильную положительную степень корреляционной связи (r=0,9847) имеет с максимальными значениями температуры воздуха в мае месяце. В период за 14 и 7 дней до уборки урожая наибольшая теснота корреляционной связи содержания сухих веществ в ягодах отмечается с суммой среднесуточных температур воздуха выше +5°С, которая соответственно является отрицательной слабой (r= –0,2436) и умеренной (r= –0,4519). Наибольшее накопление сухих веществ в плодах сорта Моллинг Сентинэри имеет заметную положительную корреляционную связь с суммой среднесуточных температур воздуха выше +10°С за май месяц (r=0,6399), за 14 дней до сбора урожая (r=0,5684) со среднесуточной температурой воздуха, а за 7 дней до сбора ягод со значениями относительной влажности воздуха, которая является отрицательной слабой (r= –0,2442).

На основании наиболее значимых агрометеорологических условий по периодам роста и развития растений и, особенно, в период формирования количества и качества урожая, нами разработаны уравнения регрессии, которые с большой долей вероятности позволяют прогнозировать содержание сухих веществ в плодах при выращивании сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья *(табл. 3)*.

При выращивании сорта Жанна селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» по предложенному уравнению регрессии с высоким уровнем значимости можно прогнозировать содержание в ягодах содержание сухих веществ в пределах от 9,36 до 12,06% при изменяющихся значениях суммы среднесуточных температур воздуха выше +5°С за май месяц от 325,5 до 622,8°С, относительной влажности воздуха за период в 14 дней до уборки урожая – от 43,7 до 78,6% и за 7 дней до сбора ягод – от 41,2 до 77,5%.

Выводы

Сорта земляники садовой Зенга Зенгана, Кармен, Жанна и Моллинг Сентинэри при выращивании в условиях Среднего Поволжья накапливают в плодах более 10,0% сухих веществ, что может указывать на хорошую их пищевую ценность и сохраняемость. Наибольшее количество сухих веществ отмечено в плодах сорта Кармен и равняется в среднем 10,94±2,38%.

Содержание сухих веществ в плодах земляники садовой сорта Зенга Зенгана и Кармен в большей мере зависит от значений максимальной температуры воздуха за май месяц (r=0,7273…0,9847), в плодах сорта Жанна — от относительной влажности воздуха в течение периода за 14 и 7 дней до уборки урожая (r=0,8253–0,8408), в плодах сорта Азия и Моллинг Сентинэри с суммой среднесуточных температур воздуха выше +10°С в мае месяце (r=0,6399–0,7743). Применение уравнений регрессии с учетом наиболее весомых значений агрометеорологических условий по периодам роста растений и формирования урожая с большой долей вероятности позволяют прогнозировать содержание сухих веществ в плодах при выращивании сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья.

Литература

1. Блинникова, О. М. Перспективы развития рынка ягод земляники / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Л. Г. Елисеева // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 303-310.
2. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 620 с.
3. Войцеховский, В. И. Формирование биологически ценных полифенолов в ягодах земляники садовой / В. И. Войцеховский, М. Б. Ребезов, Е. В. Войцеховская // Экология и природопользование : Материалы Международной научно-практической конференции. - Магас: ООО «КЕП», 2020. - С. 117-121.
4. Макаркина, М. А. Биологически активные вещества в ягодах земляники, выращенной в условиях Орловской области / М. А. Макаркина, А. Р. Павел // Современное садоводство. – 2017. – № 2 (22). – С. 10-16.
5. Елисеева, Л. Г. Характеристика функциональной активности разных ботанических сортов ягод земляники садовой / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова, И. М. Новикова // Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров : сборник статей IV Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2015. – С. 103-107.
6. Минин, А. Н. Садоводство в Среднем Поволжье / А. Н. Минин, А. А. Кузнецов, М. И. Антипенко [и др.]. – Самара : ООО «Слово», 2021. – 635 с.
7. Пакусина, А. П. Оценка биохимических показателей ягод земляники садовой (Fragaria × ananassa Duchesne) в условиях Юга Амурской области / А. П. Пакусина, Т. П. Платонова, Е. И. Решетник [и др.] // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2024. – № 68. – С. 89-97.

References

1. Blinnikova, O. M. Prospects for the development of the strawberry berry market / O. M. Blinnikova, I. M. Novikova, L. G. Eliseeva // Science and Education. – 2020. – Vol. 3, № 2. – S. 303-310.
2. The State Register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use: official publication. – Moscow: Rosinformagrotech, 2024. – 620 s.

3. Wojciechowski, V. I. Formation of biologically valuable polyphenols in strawberries / V. I. Wojciechowski, M. B. Rebezov, E. V. Wojciechowska // Ecology and nature management: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. - Magas: KEP LLC, 2020. – S. 117-121.
4. Makarkina, M. A. Biologically active substances in strawberries grown in the Orel region / M. A. Makarkina, A. R. Pavel // Modern horticulture. – 2017. – № 2 (22). – S. 10-16.
5. Eliseeva, L. G. Characteristics of the functional activity of various botanical varieties of strawberries / L. G. Eliseeva, O. M. Blinnikova, I. M. Novikova // Problems of identification, quality and competitiveness of consumer goods : collection of articles of the IV International Conference in the field of commodity science and expertise of goods. - Kursk: ZAO Universitetskaya Kniga, 2015. - S. 103-107.
6. Minin, A. N. Gardening in the Middle Volga region / A. N. Minin, A. A. Kuznetsov, M. I. Antipenko [et al.]. – Samara: Slovo LLC, 2021. – 635 s.
7. Pakusina, A. P. Assessment of biochemical parameters of garden strawberries (Fragaria × ananassa Duchesne) in the conditions of the South of the Amur region / A. P. Pakusina, T. P. Platonova, E. I. Reshetnik [et al.] // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. - 2024. – № 68. – S. 89-97.

M. I. Dulov

State budgetary Institution of the Samara region
«Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»
dulov–tehfak@mail.ru

THE CONTENT AND PREDICTION OF DRY MATTER IN BERRIES DURING THE CULTIVATION OF STRAWBERRY VARIETIES IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Increasing the shelf life of fresh strawberries, maintaining their quality until consumption, as well as their suitability for transportation and freezing are largely related to the amount of dry matter in the berries, the amount of which is a hereditary trait and largely depends on weather conditions. The purpose of the study is to determine the content and degree of correlation with the agrometeorological conditions of the growing season and to develop predictive models of accumulation of dry substances in berries when growing strawberry varieties in the Middle Volga region. The research was conducted in 2021–2024 at the GBU SB Research Institute «Zhiguli Gardens». The determination of the amount of dry substances was carried out in accordance with the generally accepted methodology. As a result of the study, it was revealed that the strawberry varieties Zenga Zengana, Carmen, Jeanne and Malling Sentineri accumulate more than 10 % of dry matter in the fruits when grown in the Middle Volga region, which indicates their good nutritional value and preservation. The dry matter content in the fruits of the Zenga Zengana and Carmen varieties depends more on the values of the maximum air temperature for the month of May (r=0,7273...0,9847), in the fruits of the Jeanne variety – on the relative humidity during the period 14 and 7 days before harvest (r=0,8253...0,8408), in the fruits Asia and Malling Sentinel varieties – with the sum of the average daily air temperatures above +10°C in May (r=0,6399...0,7743). Regression equations have been developed, which with a high degree of probability make it possible to predict the dry matter content in fruits when growing strawberry varieties in the conditions of the Middle Volga region.

Key words: strawberry, variety, fruits, agrometeorological conditions, dry substances, correlation, regression equation.

Содержание и прогнозирование сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в Среднем Поволжье

УДК 634.711 : 641.16
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-27-31

М. И. Дулов (д.с.-х.н.), **М. И. Антипенко** (к.с.-х.н.)
ГБУ Самарской области «Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»,
dulov-tehfak@mail.ru

Плоды малины с высоким содержанием сухих веществ и более плотной мякотью имеют хорошую пищевую ценность, меньшие механические повреждения при съеме и транспортировании, лучше сохраняют внешний вид при хранении в замороженном состоянии и после переработки. Уровень накопления сухих веществ в плодах малины в значительной мере зависит от генотипа и погодных условий в период роста растений и созревания ягод. Цель исследования – определить содержание, степень тесноты корреляционной связи с агрометеорологическими условиями вегетационного периода и разработать прогностические модели накопления сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья. Исследования проводили в 2021–2024 гг. в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Определение суммы сухих веществ проводили в соответствии с общепринятой методикой. В результате исследования выявлено, что сорт малины обыкновенной Любетовская при выращивании в условиях Среднего Поволжья накапливает в плодах в среднем более 17% сухих веществ, что указывает на хорошую их пищевую ценность, лучшее сохранение товарных и потребительских качеств при уборке, транспортировании и хранении. Содержание сухих веществ в плодах сорта Ранний сюрприз в большей мере зависит от количества осадков в период за 7 дней до уборки урожая (r=0,8972), в плодах сорта Любетовская – от значений среднесуточной температура воздуха в течение 7 дней до съема ягод (r= –0,8364), в плодах сорта Колокольчик – от суммы среднесуточных температур воздуха выше +10 0С в мае месяце (r=0,9106), в плодах сорта Бальзам – от количества осадков за 14 дней до сбора урожая (r=0,8559). Разработаны уравнения регрессии, которые с большой долей вероятности позволяют прогнозировать содержание сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья.

Ключевые слова: малина обыкновенная, сорт, плоды, агрометеорологические условия, сухие вещества, корреляция, уравнение регрессии.

Введение

Малина является одной из наиболее ценных ягодных культур, плоды которой очень популярны среди потребителей благодаря своему насыщенному вкусу и привлекательному внешнему виду, обладают высокими питательными и лечебными свойствами [1–3]. Плоды рекомендуются для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и нормализации процессов обмена веществ в организме [4]. Антиоксиданты в ягодах малины препятствуют повреждению клеток организма и останавливают процесс старения [5].

Благодаря своему богатому химическому составу плоды малины являются ценным сырьем для пищевой и кондитерской промышленности, их широко используют для сушки, замораживания, производства функциональных продуктов питания и пищевых добавок. Однако нежная консистенция ягод, легкая поражаемость фитопатогенными микроорганизмами и пониженная транспортабельность значительно усложняют их доставку потребителю. Хранение плодов малины в свежем виде ограничивается двумя сутками [6].

Для поставки на рынки ягод малины в свежем виде и сохранении их потребительских свойств до момента потребления важными качественными показателями являются прочность плодов, а также пригодность к транспортировке. Срок сохранения качества плодов малины является сортовой особенностью. Сорта с высоким содержанием в ягодах суммы сухих веществ и более плотной мякотью обеспечивают наибольшую устойчивость плодов к загниванию и имеют более длительный срок хранения.

Уровень накопления сухих веществ в плодах малины в значительной мере изменяется в зависимости от генотипа, природно-климатических и, особенно, от агрометеорологических условий в период роста растений и созревания ягод. Сухая, теплая, солнечная погода и умеренные осадки способствуют большему накоплению в плодах малины сухих веществ и улучшению их биохимического состава [7, 8]. Поэтому определение влияния генотипа, погодных условий во время вегетации растений в весенний период и перед сбором урожая на содержание в плодах малины обыкновенной сухих веществ представляет большой интерес для дальнейшего использования сортов при выращивании, употребления ягод в свежем виде и получения натуральных продуктов здорового питания.

Цель исследования — определить содержание, степень тесноты корреляционной связи с агрометеорологическими условиями вегетационного периода и

разработать прогностические модели накопления сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2021–2024 гг. на опытном сортоучастке земляники садовой ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом исследования служили следующие сорта малины обыкновенной:

Ранний сюрприз (ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады»). Зимостойкий, раннего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый. Плод массой 2,5–3,5 г удлинённо-тупоконической формы, темно-малиновый, матовый. Вкус приятный, кисло-сладкий, с ароматом.

Любетовская (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»). Морозоустойчивый, среднего срока созревания. Куст средней силы роста, прямостоячий. Ягоды красные, крупные, удлиненно-конические, мякоть плотная, сочная, кисло-сладкого освежающего вкуса с ароматом, средней массой 2,2 г.

Колокольчик (ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»). Зимостойкий, среднего срока созревания. Куст высокий, среднемощный, слабораскидистый. Плод массой 3,2–4,5 г, продолговато-конической формы, светло-красный, среднеплотный. Вкус ягод сладко-кислый, с ароматом.

Бальзам (ФГБНУ ФНЦ садоводства). Зимостойкость высокая, среднего срока созревания. Куст прямостоячий, раскидистый, средней высоты. Ягоды массой 2,5–2,8 г, одномерные, ширококонические, плотные, темно-пурпуровые, относительно дружно созревают, средние по вкусовым качествам.

В годы исследований за май месяц среднесуточная температура воздуха изменялась от 10,2 до 20,1°С, сумма среднесуточных температур выше +5°С варьировала от 355,5 до 622,8°С, выше +10°С — от 183,0 до 622,8°С, осадков — от 7,5 до 82,0 мм. За период в 14 дней до сбора урожая плодов изучаемых сортов малины обыкновенной по годам исследований количество осадков было на уровне от 3,5 до 26,0 мм, среднесуточная температура воздуха — от 16,4 до 25,3°С, максимальная температура воздуха — от 23,0 до 32,9°С, относительная влажность воздуха — от 47,1 до 78,5%. За период в 7 дней до сбора урожая плодов сумма осадков варьировала от 0,1 до 9,5 мм, среднесуточная температура воздуха равнялась 19,6–27,3°С, максимальная температура воздуха — 26,5–35,5°С, относительная влажность воздуха — 45,5–78,9%.

Определение суммы сухих веществ проводили методом высушивания навески в сушильном шкафу СШ-40 при температуре 100°С до постоянной массы (8-10 часов) по ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги». Статистическую обработку данных исследований проводили с помощью пакетов программ «Microsoft Exel 2007» и «Аппроксимация экспериментальных данных с автоматическим подбором оптимального типа функции» — многофакторный нелинейный регрессионный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Чем больше в плодах малины сухих веществ и меньше воды, тем выше их питательная ценность, лучшее сохранение товарных и потребительских свойств при сборе урожая и транспортировании ягод до потребителя. Ягоды с невысоким содержанием сухих веществ и небольшой плотностью быстро теряют товарный вид и выделяют много сока. В зависимости от сорта и агрометеорологических условий выращивания содержание сухих веществ в ягодах малины в условиях Брянской области варьирует в среднем от 12,9 до 17,7% [6], Республики Адыгея — от 13 до 19% [9], Ленинградской области — от 10,69 до 13,15% [10].

В наших опытах при выращивании сортов малины обыкновенной в агрометеорологических условиях 2021 года количество сухих веществ в плодах изменялась от 16,14 до 18,76%, в условиях 2022 г. — от 13,78 до 18,71%, в условиях 2023 года – от 16,21 до 19,1% и в условиях 2024 г. – от 15,24 до 16,4% *(табл. 1)*. Наибольшее количество сухих веществ в 2021 и 2024 гг. выявлено в плодах сорта Ранний сюрприз (18,76 и 16,4%), а в 2022 и 2023 гг. — у сорта Любетовская (18,71 и 16,4%).

В среднем за годы исследований в плодах сорта Ранний сюрприз селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (г. Самара) и принятого в качестве кон-

Табл. 1. Содержание сухих веществ в ягодах при выращивании сортов малины обыкновенной в лесостепи Среднего Поволжья, %

Сорта	Год				$M_{ср} \pm \sigma$	V, %
	2021	2022	2023	2024		
Ранний сюрприз	18,76	15,73	16,44	16,40	16,83±1,32	7,84
Любетовская	16,64	18,71	19,10	15,31	17,44±1,78	10,21
Колокольчик	16,14	13,78	16,21	15,24	15,34±1,13	7,37
Бальзам	16,54	16,33	17,01	15,81	16,42±0,50	3,05
$M_{ср} \pm \sigma$	17,02±1,18	16,14±2,03	17,19±1,32	15,69±0,54		
V, %	6,93	12,58	7,68	3,44		

Табл. 2. Степень тесноты корреляционной связи содержания в ягодах сухих веществ с агрометеорологическими условиями при выращивании сортов малины обыкновенной в лесостепи Среднего Поволжья, 2021–2024 гг.

Показатели	Сорта			
	Ранний сюрприз	Любетовская	Колокольчик	Бальзам
Погодные условия в мае месяце				
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,8409	0,0251	0,8847	0,6353
Σt ≥ 5°С	0,8335	0,0701	0,8613	0,6644
Σt ≥ 10°С	0,8352	–0,0100	0,9106	0,6138
Количество осадков, мм	–0,4568	0,4746	–0,8870	–0,0866
Погодные условия за период в 14 дней до сбора ягод				
Количество осадков, мм	0,0024	0,6534	0,6843	0,8559
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,5244	–0,4199	–0,2981	–0,4220
Максимальная температура воздуха, °С	0,6013	–0,3896	–0,2639	–0,3379
Относительная влажность воздуха, %	0,1279	0,2494	–0,5370	0,0005
Погодные условия за период в 7 дней до сбора ягод				
Количество осадков, мм	0,8972	–0,0292	0,1392	0,1186
Среднесуточная температура воздуха, °С	0,7425	–0,8364	–0,1464	–0,5975
Максимальная температура воздуха, °С	0,8092	–0,7801	0,0164	–0,4843
Относительная влажность воздуха, %	0,1313	0,2161	–0,5938	–0,0582

троля количество сухих веществ равнялось в среднем 16,83±1,32%. Наибольшее количество сухих веществ отмечено в плодах сорта Любетовская и равнялось в среднем 17,44±1,78%, что может указывать на хорошую их пищевую ценность, меньшие механические повреждения при съеме и транспортировании, а также на лучшее сохранение внешнего вида плодов при хранении в замороженном состоянии и после переработки.

Незначительная степень рассеивания содержания сухих веществ в плодах исследуемых сортов малины обыкновенной наблюдалась в агрометеорологических условиях 2021 (V=6,93%), 2023 (V=7,68%) и 2024 г. (V=3,44%), а в погодных условиях 2022 года отмечено среднее варьирование (V=12,58%). Минимальная степень рассеивания общего количества сухих веществ в плодах малины от погодных условий года характерна для сорта Бальзам (V=3,05%), что позволяет рекомендовать его для использования в селекции в качестве исходной родительской формы при создании новых сортов малины обыкновенной со стабильным содержанием в плодах сухих веществ.

Результаты корреляционного анализа накопления в плодах сухих веществ от погодных условий, складывающихся в годы исследований по периодам вегетации растений и формирования урожая плодов малины обыкновенной, свидетельствуют *(табл. 2)*, что у сорта Ранний сюрприз из агрометеорологических условий в мае месяце наиболее важным влиянием на накопление их в ягодах являются значения среднесуточной температуры воздуха (r=0,8409), в период за 14 дней до сбора урожая ягод максимальная температура воздуха (r=0,6013), а в период за 7 дней количество осадков (r=0,8972). Содержание сухих веществ в плодах сорта Любетовская в большей мере связано количеством осадков (r=0,4746) в мае месяце и за период в 14 дней до уборки урожая (r=0,6534), а в период за 7 дней до сбора ягод со значениями среднесуточной температуры воздуха (r= –0,8364).

В плодах сорта Колокольчик количество сухих веществ весьма сильную положительную степень корреляционной связи (r=0,9106) имеет с суммой среднесуточных температур воздуха выше +10°С в мае месяце. В период за 14 дней до сбора урожая содержание сухих веществ в ягодах данного сорта во многом связано с количеством осадков (r=0,6843), а в период за 7 дней до сбора ягод со значениями относительной влажности воздуха (r= –0,5938).

Наибольшее накопление сухих веществ в плодах сорта Бальзам имеет заметную положительную корреляционную связь с суммой среднесуточных температур воздуха выше +5°С за май месяц (r=0,6644) и высокую положительную степень корреляционной связи с количеством осадков за 14 дней до сбора урожая (r=0,8559). В период за 7 дней до сбора урожая наиболее значимое влияние на накопление сухих веществ в плодах данного сорта имеют значения среднесуточной температуры воздуха (r= –0,5975).

На основании наиболее значимых агрометеорологических условий по периодам роста и развития растений и, особенно, в период формирования количества и качества урожая, нами разработаны уравнения регрессии, которые с большой долей вероятности позволяют прогнозировать содержание сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья *(табл. 3)*.

При выращивании сорта Ранний сюрприз селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» раннего срока созревания плодов по предложенному уравнению регрессии с высоким уровнем значимости можно прогнозировать содержание в ягодах содержание сухих

Табл. 3. Прогностические модели содержания в ягодах сухих веществ при выращивании сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья

Сорт	Уравнения регрессии
Ранний сюрприз	$У = -12,5 + 0,616X_1 + 0,793X_2 - 0,758X_3$ X_1 – $T_{сред.}$ воздуха за май месяц (a и b – 10,2…20,1°C); X_2 – T_{max} воздуха за 14 дней до сбора ягод (a и b – 23,0…32,9°C); X_3 – количество осадков за 7 дней до сбора ягод (a и b – 0,01…9 мм)
Любетовская	$У = 2,489 + 0,062X_1 + 0,283X_2 + 0,442X_3$ X_1 – количество осадков за май месяц (a и b – 7,5…82 мм); X_2 – количество осадков за 14 дней до сбора ягод (a и b – 4…26 мм); X_3 – $T_{сред.}$ воздуха за 7 дней до сбора ягод (a и b – 19,6…27,1°C)
Колокольчик	$У = 15,425 + 0,0048X_1 - 0,01X_2 - 0,032X_3$ X_1 – $\Sigma t \geq 10°C$ за май месяц (a и b – 183,0…622,8°C); X_2 – количество осадков за 14 дней до сбора ягод (a и b – 3,5…26,0 мм); X_3 – ОВВ за 7 дней до сбора ягод (a и b – 45,5…78,9%)
Бальзам	$У = 30,96 + 0,0137X_1 - 0,253X_2 - 0,751X_3$ X_1 – $\Sigma t \geq 5°C$ за май месяц (a и b – 325,5…622,8 ^{0}C); X_2 – количество осадков за 14 дней до сбора ягод (a и b – 3,5…26,0 мм); X_3 – $T_{сред.}$ воздуха за 7 дней до сбора ягод (a и b – 19,6…27,3°C)
Коэффициент множественной корреляции – 0,999–1,0, Коэффициент детерминации – 100%	

веществ в пределах от 15,73 до 18,76% при изменяющихся значениях среднесуточной температуры воздуха в течение мая месяца от 10,2 до 20,1°C, максимальной температуры воздуха за период в 14 дней до уборки урожая – от 23,0 до 32,9°C и количестве осадков за 7 дней до сбора ягод до 9 мм.

Выводы

Сорт малины обыкновенной Любетовская при выращивании в условиях Среднего Поволжья накапливает в плодах в среднем более 17,0% сухих веществ, что указывает на хорошую их пищевую ценность, меньшие механические повреждения при съеме и транспортировании, а также на лучшее сохранение внешнего вида плодов при хранении в замороженном состоянии и после переработки.

Содержание сухих веществ в плодах малины обыкновенной сорта Ранний сюрприз в большей мере зависит от количества осадков в период за 7 дней до уборки урожая (r=0,8972), в плодах сорта Любетовская — от значений среднесуточной температура воздуха в течение 7 дней до съема ягод (r= –0,8364), в плодах сорта Колокольчик — от суммы среднесуточных температур воздуха выше +10°C в мае месяце (r=0,9106), в плодах сорта Бальзам — от количества осадков за 14 дней до сбора урожая (r=0,8559).

Применение уравнений регрессии с учетом наиболее весомых значений агрометеорологических условий по периодам роста растений и формирования урожая с большой долей вероятности позволяют прогнозировать содержание сухих веществ в плодах при выращивании сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья.

Литература

1. Дулов, М. И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов малины и земляники / М. И. Дулов // Инновационные технологии в науке и образовании. – Петрозаводск, 2021. – С. 4-24.
2. Минин, А. Н. Садоводство в Среднем Поволжье / А. Н. Минин, А. А. Кузнецов, М. И. Антипенко [и др.]. – Самара : ООО «Слово», 2021. – 635 с.
3. The Main Morphological Characteristics and Chemical Components of Fruits and the Possibilities of Their Improvement in Raspberry Breeding / I. Titirica, I. A. Roman, C. Nicola [et al.] // Horticulturae. – 2023. – Vol. 9, № 1. – S. 50.
4. Derrick S. A., Kristo A. S., Reaves S. K., Sikalidis A. K. Effects of Dietary Red Raspberry Consumption on Pre-Diabetes and Type 2 Diabetes Mellitus Parameters // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18 (17). – S. 9364.
5. Юшков, А. Н. Антиоксидантная активность и биохимический состав ягодных культур / А. Н. Юшков, Н. И. Савельев, М. Ю. Акимов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 8. – С. 5-6.
6. Евдокименко, С. Н. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод / С. Н. Евдокименко, А. Ф. Никулин, И. А. Бохан // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 49-53.
7. Production, quality, bioactive compounds, and phenology of raspberry cultivars under an organic cropping system in a subtropical region of Brazil / C. D. M. Fagundes, L. A. Biasi, M. B. D. Tofanelli [et al.] // Scientia Agricola. - 2023. - Vol. 81. e20230009.
8. Подгаецкий, М. А. Оценка товарно-потребительских качеств плодов малины / М. А. Подгаецкий, С. Н. Евдокименко // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10 (211). – С. 16-22.

9. Добренков, Е. А. Биохимическая и технологическая оценка ягод малины из коллекции МОС ВИР / Е. А. Добренков, Л. Г. Семенова, Е. Л. Добренкова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2019. – № 60 (6). – С. 102-113.
10. Атрощенко, Г. П. Хозяйственно-биологическая оценка сортов ремонтантной малины в условиях Ленинградской области / Г. П. Атрощенко, Г. В. Щербакова // Современное садоводство. – 2013. – № 4 (8). – С. 29-33.

References

1. Dulov, M. I. Harvesting, storage and processing of raspberry and strawberry fruits / M. I. Dulov // Innovative technologies in science and education. – Petrozavodsk, 2021. – S. 4-24.
2. Minin, A. N. Gardening in the Middle Volga region / A. N. Minin, A. A. Kuznetsov, M. I. Antipenko [et al.]. – Samara: Slovo LLC, 2021. – 635 s.
3. The Main Morphological Characteristics and Chemical Components of Fruits and the Possibilities of Their Improvement in Raspberry Breeding / I. Titirica, I. A. Roman, C. Nicola [et al.] // Horticulturae. – 2023. – Vol. 9, № 1. – S. 50.
4. Derrick S. A., Kristo A. S., Reaves S. K., Sikalidis A. K. Effects of Dietary Red Raspberry Consumption on Pre-Diabetes and Type 2 Diabetes Mellitus Parameters // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18 (17). – S. 9364.
5. Yushkov, A. N. Antioxidant activity and biochemical composition of berry crops / A. N. Yushkov, N. I. Savelyev, M. Yu. Akimov [et al.] // Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. – 2010. – № 8. – S. 5-6.
6. Evdokimenko, S. N. Assessment of varieties of repair raspberries by biochemical parameters of berries / S. N. Evdokimenko, A. F. Nikulin, L. A. Bokhan // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy, 2008, No. 3, pp. 49-53.// Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. – 2008. - № 3. – S. 48-52.
7. Production, quality, bioactive compounds, and phenology of raspberry cultivars under an organic cropping system in a subtropical region of Brazil / C. D. M. Fagundes, L. A. Biasi, M. B. D. Tofanelli [et al.] // Scientia Agricola. - 2023. - Vol. 81. e20230009.
8. Podgaetsky, M. A. Assessment of commodity and consumer qualities of raspberry fruits / M. A. Podgaetsky, S. N. Evdokimenko // KrasGAU Bulletin. – 2024. – № 10 (211). – S. 16-22.
9. Dobrenkov, E. A. Biochemical and technological assessment of raspberry berry from the collections of MOS VIR / E. A. Dobrenkov, L. G. Semenova, E. L. Dobroenkova // Fruit growing and viticulture in the South of Russia. – 2019. – № 60 (6). – S. 102-113.
10. Atroschenko, G. P. Economic and biological assessment of varieties of repair raspberries in the conditions of the Leningrad region / G. P. Atroschenko, G. V. Shcherbakova // Modern gardening. – 2013. – № 4 (8). – S. 29-33.

M. I. Dulov, M. I. Antipenko

State budgetary Institution of the Samara region
«Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»
dulov–tehfak@mail.ru

THE CONTENT AND PREDICTION OF DRY MATTER IN FRUITS WHEN GROWING RASPBERRY VARIETIES IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Raspberry fruits with a high dry matter content and denser flesh have good nutritional value, less mechanical damage during removal and transportation, and retain their appearance better when stored frozen and after processing. The level of accumulation of dry substances in raspberry fruits largely depends on the genotype and weather conditions during plant growth and berry ripening. The purpose of the study was to determine the content and degree of correlation with the agrometeorological conditions of the growing season and to develop predictive models of accumulation of dry substances in fruits when growing raspberry varieties in the Middle Volga region. The research was conducted in 2021–2024 at the GBU SB Research Institute «Zhiguli Gardens». The determination of the amount of dry substances was carried out in accordance with the generally accepted methodology. The study revealed that the Lyubetovskaya raspberry variety, when grown in the Middle Volga region, accumulates an average of more than 17 % of dry matter in fruits, which indicates their good nutritional value, better preservation of commodity and consumer qualities during harvesting, transportation and storage. The dry matter content in fruits of the Early Surprise variety largely depends on the amount of precipitation in the period 7 days before harvest (r=0,8972), in fruits of the Lyubetovskaya variety – on the values of the average daily air temperature for 7 days before berry picking (r= – 0,8364), in fruits of the Kolokolchik variety – on the amount of the average daily air temperatures are above +10°C in May (r=0,9106), in fruits of the Balsam variety – from the amount of precipitation 14 days before harvest (r=0,8559). Regression equations have been developed, which with a high degree of probability make it possible to predict the dry matter content in fruits when growing raspberry varieties in the conditions of the Middle Volga region.

Key words: raspberry, variety, fruits, agrometeorological conditions, dry substances, correlation, regression equation.

Мультиплексная ПЦР в современной селекции пшеницы: от традиционных подходов к технологиям машинного обучения

УДК 631.527: 633.11
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-32-35

П. П. Кезимана (к.б.н.), **Е. В. Романова** (к.с.–х.н.), **О. В. Эйзикович, И. В. Фетисов, П. Багышов, А. М. Каримова, Д. Ш. Дьюф**
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы,
kezimana–p@rudn.ru

Мультиплексная полимеразная цепная реакция (ПЦР) представляет собой современную технологию молекулярной биологии, обеспечивающую одновременную амплификацию множественных генетических мишеней в рамках одной реакции. В контексте селекции пшеницы эта технология повышает эффективность идентификации ценных признаков, снижает затраты ресурсов и ускоряет создание устойчивых высококачественных сортов. Данный обзор анализирует современное состояние мультиплексной ПЦР в селекции пшеницы, включая инновации в дизайне праймеров, применение технологий машинного обучения и преодоление технических вызовов при работе со сложными полиплоидными геномами. Особое внимание уделяется алгоритмическим прорывам в дизайне мультиплексных праймеров, включая метод стохастической оптимизации SADDLE (Simulated Annealing Design using Dimer Likelihood Estimation), который позволяет создавать наборы праймеров до 384-плекс с минимальным содержанием праймерных димеров. Рассматриваются возможности интеграции машинного обучения через классификаторы AMCA (Amplification and Melting Curve Analysis) и условные вариационные автоэнкодеры для повышения точности прогноза поведения праймеров. Анализируются основные технические вызовы, включая комбинаторную сложность дизайна праймеров для полиплоидных геномов, проблемы неравномерной амплификации и интеграции ML-подходов с традиционными термодинамическими принципами. Обсуждаются успешные применения мультиплексной ПЦР для одновременной детекции генов устойчивости к болезням и генов качества зерна, включая локусы глютеновых субъединиц. Показаны перспективы развития технологии в направлении автоматизированного, предсказательного и адаптивного дизайна праймеров для ускорения селекционного процесса и создания сортов пшеницы, отвечающих требованиям продовольственной безопасности и устойчивого сельского хозяйства.

Ключевые слова: мультиплексная ПЦР, селекция, пшеница, дизайн праймеров, машинное обучение.

Введение

Создание улучшенных сортов пшеницы, устойчивых к болезням и обладающих высокими агрономическими качествами, критически зависит от точности и эффективности идентификации генетических признаков. Традиционные методы детекции генетических маркеров часто включают множественные индивидуальные реакции, требующие значительных затрат времени, труда и образцов.

Мультиплексные ПЦР-техники появились как ключевые достижения, предлагающие одновременную амплификацию множественных целевых последовательностей в рамках одной реакции [1]. Эта способность значительно повышает эффективность идентификации желаемых признаков пшеницы, фундаментально изменяя стратегии селекции и ускоряя создание устойчивых, высококачественных сортов.

Принципы и преимущества мультиплексной ПЦР

В основе мультиплексной ПЦР лежит способность амплифицировать два или более локуса одновременно, консолидируя множественные независимые ПЦР реакции в один анализ [1]. Это заметно увеличивает производительность, снижает лабораторную нагрузку и сокращает время получения результатов. Мультиплексная ПЦР значительно снижает затраты на реагенты и сохраняет уникальные биологические образцы [1,2].

Кроме того, мультиплексная ПЦР значительно снижает затраты на реагенты и сохраняет ограниченные биологические образцы, что является критическим фактором при работе с редкими и ценными генетическими ресурсами. Оптимизация мультиплексных анализов включает тщательный дизайн праймеров — обеспечение соответствующей длины праймеров и совместимых температур отжига — и корректировку концентраций праймеров для баланса видимости ампликонов, все это способствует надежной и воспроизводимой амплификации множественных мишеней [2,3].

Универсальность мультиплексной ПЦР включает одновременную детекцию расово-специфических и расово-неспецифических генов устойчивости у пшеницы. Мультиплексные анализы были успешно разработаны для основных генов устойчивости к листовой ржавчине (Lr19, Lr24, Lr26, Lr38) совместно с расово-неспецифическими генами медленной устойчивости (Lr34, Lr68) [4]. Также мультиплексная ПЦР улучшает эффективность оценки признаков качества пшеницы, обеспечивая одновременную идентификацию аллелей глютеновых субъединиц [5–7].

Алгоритмические инновации в дизайне праймеров

Ключевое препятствие в дизайне мультиплексных праймеров заключается в оценке астрономически большого количества возможных комбинаций праймеров. Алгоритмические прорывы, такие как Simulated Annealing Design using Dimer Likelihood Estimation (SADDLE), эффективно ориентируют в этом многоразмерном оптимизационном ландшафте через стохастические техники поиска [8].

SADDLE итеративно уточняет наборы праймеров, минимизируя функцию потерь, оценивающую склонность к образованию праймерных димеров. Данный подход продемонстрировал масштабируемость до 384-плекс (768 праймеров) с большим снижением содержания праймерных димеров — с более чем 90% до менее 5% [8].

Передовые инструменты, такие, как ThermoPlex, систематически генерируют праймеры-кандидаты, центрированные на опорных нуклеотидах в целевых последовательностях. Эти прото-праймеры настраиваются для соответствия критериям свободной энергии (приблизительно –11,5 ккал/моль), обеспечивая баланс между эффективной амплификацией и минимизированным неспецифическим связыванием [9].

Интеграция машинного обучения

Машинное обучение (ML) возникло как трансформативная технология, усиливающая эффективность пайплайнов дизайна мультиплексных праймеров. ML-подходы предлагают решение комбинаторного взрыва, используя эмпирические данные для предсказания производительности праймеров [10].

Иллюстративная методология применяет ML для моделирования кинетического и термодинамического поведения в классификаторе Amplification and Melting Curve Analysis (AMCA). Этот подход использует тысячи точек данных из индивидуальных событий амплификации для достижения повышенной точности классификации в мультиплексных анализах [10–12].

Разрешающая способность ML в дизайне мультиплексных праймеров повышается, когда сочетается с фреймворками интерпретируемости, которые выясняют детерминанты эффективности праймеров. Например, возникающие архитектуры глубокого обучения, такие, как условные вариационные автоэнкодеры (C-VAE), предоставляют интерпретируемые вложения последовательностей праймеров, позволяя различать мотивы последовательностей и структурные особенности, критические для специфичности [13].

Основные вызовы интеграции

Один из главных вызовов возникает из чистой комбинаторной сложности, присущей дизайну праймеров для мультиплексной ПЦР. Для мультиплексной ПЦР, нацеленной на N- регионы, существует 2N праймеры, приводящие к тысячам возможных взаимодействий праймерных димеров. Представляю эту сложность, экспоненциально растущие числа праймеров-кандидатов на целевой регион, делают комплексную оценку вычислительно ограничительной. ML- модели должны эффективно обрабатывать массивы данных, точно предсказывая совместимость пар праймеров [8, 14].

Эффективность применения машинного обучения требует качественных и репрезентативных данных для уточнения и проверки моделей [15,16]. Однако, полные экспериментальные данные, которые связывают структуру праймеров с показателями их работы (например, образование димеров или неточная амплификация), часто недоступны или неполны.

Недостаток и неоднородность данных для обучения влияют на точность модели. Это может привести к переобучению или плохой работе модели на новых наборах праймеров или других геномных данных [10]. Кроме того, работа праймеров зависит от сложных факторов: окружающей последовательности, условий реакции и свойств полимеразы. Эти факторы сложно полностью учесть в обучающих данных.

Создание мультиплексных праймеров обычно основано на термодинамических законах и проверенных правилах для длины праймеров, температуры плавления, GC-состава и взаимодополнения. Методы машинного обучения должны сочетаться с принятыми подходами, чтобы быть полезными и надежными. Однако, многие модели машинного обучения работают непрозрачно, выдавая результаты без четкого объяснения. Это затрудняет их использование специалистами, которые привыкли к понятным показателям [17, 18].

Оптимизация дизайна праймеров

Успешное создание праймеров для мультиплексной ПЦР требует понимания ключевых свойств праймеров, которые определяют точность связывания и качество амплификации. Праймеры обычно содержат от 18 до 30 нуклеотидов, при этом оптимальная длина составляет 18-24 основания. Это обеспечивает баланс между точностью и хорошим связыванием [19, 20]. GC-состав праймеров играет важную роль и должен составлять 40–60%, лучше всего 50-60%. Это помогает стабильному связыванию без образования неточных соединений или дополнительных структур. Одинаковая температура плавления (Tm) в группе праймеров необходима для одновременного связывания. Поэтому праймеры должны иметь близкие значения Tm, обычно различающиеся на 2–5°C и находящиеся в диапазоне 58–65°C или 60–64°C, в зависимости от метода расчета [9, 19, 21].

В сложных геномах с большим количеством повторяющихся участков и высоким сходством между

группами генов, точность праймеров крайне важна для предотвращения неправильного связывания. Компьютерная проверка точности праймеров с использованием геномных или транскриптных баз данных подтверждает, что праймеры усиливают только нужные последовательности.

Программы MFEprimer и BLAST широко используются для компьютерной проверки точности праймеров [22–25]. Они помогают найти и исключить праймеры, которые могут связываться с неправильными участками. Кроме того, оценка свободной энергии Гиббса связывания праймеров, особенно на 3' конце, помогает предсказать устойчивость праймеров. Значения выше –9 ккал/моль для последних пяти нуклеотидов лучше подходят для предотвращения неточного связывания [22, 26].

Экспериментальная валидация

Важным шагом для новых технологий создания праймеров является их тщательная экспериментальная проверка, которая связывает компьютерные прогнозы с реальными результатами. Методы, такие как SADDLE, были проверены с помощью полного анализа секвенирования нового поколения и qPCR анализов. Эти исследования тестируют различные типы праймерных димеров и точность амплификации целевых участков на разных образцах [8]. Такая проверка не только подтверждает способность компьютерных методов к точному прогнозированию с высокой чувствительностью и специфичностью в обнаружении димеризации, но также показывает направления для улучшения. Например, можно изменить параметры позиционного взвешивания для более точного моделирования поведения праймеров на 3' концах.

Выводы

Сочетание новых алгоритмов, термодинамического моделирования и экспериментальной проверки, составляет основу современных технологий, которые решают проблемы создания праймеров для мультиплексной ПЦР. Программы, такие как SADDLE, с их алгоритмами оптимизации и биологически обоснованными функциями потерь, показывают этот прогресс. Они позволяют создавать большие наборы праймеров с низким образованием димеров для различных молекулярных применений.

Создание праймеров-кандидатов на основе термодинамических принципов дополняет эти достижения, обеспечивая качество и совместимость праймеров. В то же время, эксперименты на реальных образцах связывают компьютерные прогнозы с лабораторными результатами. В будущем использование машинного обучения и улучшенных функций потерь поможет еще больше упростить и улучшить создание мультиплексных праймеров, открывая новые возможности мультиплексирования.

В селекции пшеницы мультиплексная ПЦР представляет значительный прогресс в геномике пшеницы, создавая новый подход для быстрой, экономичной и полной идентификации признаков. Возможность одновременной амплификации нескольких маркеров значительно увеличивает производительность при сохранении ценных ресурсов — важное преимущество в селекции пшеницы.

Несмотря на существующие трудности в проведении анализов, имеющиеся успехи подтверждают надежность и гибкость протоколов мультиплексной ПЦР. По мере развития селекции пшеницы в направлении объединения молекулярных инструментов с традиционными методами, мультиплексная ПЦР, безусловно, остается ключевой методологией, способствующей созданию сортов пшеницы, оптимальных для решения сложных задач продовольственной безопасности и устойчивого сельского хозяйства.

В целом, эти технологии демонстрируют значительный прогресс к чувствительным, точным и масштабируемым анализам мультиплексной ПЦР, расширяя границы геномики и молекулярной биологии. Будущее мультиплексной ПЦР в селекции пшеницы заключается в продолжающемся синтезе современных вычислительных технологий с практическими потребностями селекции, что поможет ускорению создания улучшенных сортов для мирового сельского хозяйства.

Литература

1. Deng S. et al. Development and application of multiplex PCR for the rapid identification of four Fusarium spp. associated with Fusarium crown rot in wheat // PeerJ. 2024. Vol. 12. P. e17656.
2. European Commission. Joint Research Centre. Guidance document on multiplex real-time PCR methods. LU: Publications Office, 2021.
3. Milec Z. et al. A new multiplex PCR test for the determination of Vrn-B1 alleles in bread wheat (Triticum aestivum L.) // Mol Breeding. 2012. Vol. 30, № 1. P. 317–323.
4. Noweiska A. et al. Multiplex PCR assay for the simultaneous identification of race specific and non-specific leaf resistance genes in wheat (Triticum aestivum L.) // J Appl Genet. 2023. Vol. 64, № 1. P. 55–64.
5. Yao C. et al. Establishment and Application of Multiplex PCR Systems Based on Molecular Markers for HMW-GSs in Wheat // Agriculture. 2022. Vol. 12, № 4. P. 556.
6. Ma W., Zhang W., Gale K.R. Multiplex-PCR typing of high molecular weight glutenin alleles in wheat // Euphytica. 2003. Vol. 134, № 1. P. 51–60.
7. Moczulski M., Salmanowicz B.P. Multiplex PCR identification of wheat HMW glutenin subunit genes by allele-specific markers // J Appl Genet. 2003. Vol. 44, № 4. P. 459–471.

8. Xie N.G. et al. Designing highly multiplex PCR primer sets with Simulated Annealing Design using Dimer Likelihood Estimation (SADDLE) // Nat Commun. 2022. Vol. 13, № 1. P. 1881.
9. Agmata A. et al. ThermoPlex: An Automated Design Tool for Target-specific Multiplex PCR Primers based on DNA Thermodynamics. 2024.
10. Miglietta L. et al. Coupling Machine Learning and High Throughput Multiplex Digital PCR Enables Accurate Detection of Carbapenem-Resistant Genes in Clinical Isolates // Front. Mol. Biosci. 2021. Vol. 8. P. 775299.
11. Moniri A. et al. High-Level Multiplexing in Digital PCR with Intercalating Dyes by Coupling Real-Time Kinetics and Melting Curve Analysis // Anal. Chem. 2020. Vol. 92, № 20. P. 14181–14188.
12. Moniri A. et al. Amplification Curve Analysis: Data-Driven Multiplexing Using Real-Time Digital PCR // Anal. Chem. 2020. Vol. 92, № 19. P. 13134–13143.
13. Wang H. et al. Primer C-VAE: An interpretable deep learning primer design method to detect emerging virus variants. arXiv, 2025.
14. Kreitmann L. et al. Next-generation molecular diagnostics: Leveraging digital technologies to enhance multiplexing in real-time PCR // TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2023. Vol. 160. P. 116963.
15. Sinai S., Kelsic E.D. A primer on model-guided exploration of fitness landscapes for biological sequence design: arXiv:2010.10614. arXiv, 2020.
16. Yu J.A. et al. A fast machine-learning-guided primer design pipeline for selective whole genome amplification. 2022.
17. Conard A.M., DenAdel A., Crawford L. A spectrum of explainable and interpretable machine learning approaches for genomic studies // WIREs Computational Stats. 2023. Vol. 15, № 5. P. e1617.
18. Chen J., Schwarz E. Opportunities and Challenges of Multiplex Assays: A Machine Learning Perspective // Multiplex Biomarker Techniques / ed. Guest P.C. New York, NY: Springer New York, 2017. Vol. 1546. P. 115–122.
19. Liang Q. et al. Establishment and Application of Multiplex PCR System Based on Molecular Markers for Glutenin Subunit Genes (Locus) in Wheat // Acta Agronomica Sinica. 2011. Vol. 37, № 11. P. 1942–1948.
20. Markoulatos P., Siafakas N., Moncany M. Multiplex polymerase chain reaction: A practical approach // Clinical Laboratory Analysis. 2002. Vol. 16, № 1. P. 47–51.
21. Limberis J.D., Metcalfe J.Z. primerJinn - a tool for rationally designing multiplex PCR primer sets and in silico PCR // Res Sq. 2023. P. rs.3.rs-3025970.
22. Qu W. et al. MFEprimer: multiple factor evaluation of the specificity of PCR primers // Bioinformatics. 2009. Vol. 25, № 2. P. 276–278.
23. Qu W. et al. MFEprimer-2.0: a fast thermodynamics-based program for checking PCR primer specificity // Nucleic Acids Research. 2012. Vol. 40, № W1. P. W205–W208.
24. Qu W., Zhang C. Selecting Specific PCR Primers with MFEprimer // PCR Primer Design / ed. Basu C. New York, NY: Springer New York, 2015. Vol. 1275. P. 201–213.
25. Ye J. et al. Primer-BLAST: A tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction // BMC Bioinformatics. 2012. Vol. 13, № 1. P. 134.
26. Johnston A.D. et al. PrimerROC: accurate condition-independent dimer prediction using ROC analysis // Sci Rep. 2019. Vol. 9, № 1. P. 209.

P. Kezimana, E. V. Romanova, O. V. Eizikovich, I. V. Fetisov, P. Bagyshov, A. M. Karimova, D. Ch. Diouf

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
kezimana-p@rudn.ru

MULTIPLEX PCR IN MODERN WHEAT BREEDING: FROM TRADITIONAL APPROACHES TO MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES

Multiplex polymerase chain reaction (PCR) represents a modern technology in molecular biology, enabling simultaneous amplification of multiple genetic targets within a single reaction. In wheat breeding, this technology enhances the efficiency of identifying valuable traits, reduces resource costs, and accelerates the development of resistant, high-quality varieties. This review analyzes the current state of multiplex PCR in wheat breeding, including innovations in primer design, application of machine learning technologies, and approaches to overcoming technical challenges when working with complex polyploid genomes. This review focuses particularly on algorithmic breakthroughs in multiplex primer design, including the stochastic optimization method SADDLE (Simulated Annealing Design using Dimer Likelihood Estimation), which enables the creation of primer sets up to 384-plex with minimal primer dimer content. We consider the possibilities of integrating machine learning through AMCA (Amplification and Melting Curve Analysis) classifiers and conditional variational autoencoders to improve the accuracy of primer behavior prediction. We analyze the main technical challenges, including the combinatorial complexity of primer design for polyploid genomes, problems of uneven amplification, and integration of ML approaches with traditional thermodynamic principles. The review discusses successful applications of multiplex PCR for simultaneous detection of disease resistance genes and grain quality genes, including glutenin subunit loci. We demonstrate the prospects for technology development towards automated, predictive and adaptive primer design to accelerate the breeding process and create wheat varieties that meet the requirements of food security and sustainable agriculture.

Key words: multiplex PCR, wheat breeding, primer design, machine learning, plant genomics.

Домашние северные олени зоны лесотундры Чукотки и Магаданской области

УДК 636.294(075.8)
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-36-40

Г. Я. Брызгалов, Е. А. Витомскова, Е. В. Гинтер
Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
ekaterinaseymchan@mail.ru

В районах с экстремальными условиями хозяйствования обеспечение продовольственной безопасности имеет стратегическое значение, поэтому разработка новых технологий ведения сельскохозяйственного производства для этих территорий на основе эффективного использования генофонда животных, приобретает особую актуальность. Оленеводство - отрасль, которая обеспечивает занятость коренного населения и выступает дополнительным источником увеличения производства объемов мясопродукции в арктических и субарктических регионах России в границах Крайнего Северо-Востока, поэтому в настоящее время северное оленеводство и его развитие сохраняет свое социальное и хозяйственное значение. Цель исследования заключалась в изучении морфологических и хозяйственно-полезных признаков домашних северных оленей (Rangifer tarandus L.) в зоне лесотундры Чукотского АО и Магаданской области. Исследования проводились в хозяйствах: МУП СХП «Марковский» и МУСХП «Ирбычан». Материал для исследований получили посредством отбора выборки из 20 голов каждой половозрастной группы животных. Для определения живой массы половозрастных групп оленей эвенской породы взята масса убойного поголовья, рассчитанная как среднеарифметическая за 10 лет. В характерном для лесотундры МУП СХП «Марковский» оленей 25% стада составляли эвенские, 44% — чукотские и 31% — помесные животные. При гетерогенном подборе (чукотские важенки и эвенские самцы) телята в возрасте 5,5 месяцев по типу конституции распределялись следующим образом: 32% — высокорослый крупный (живой вес — 59,6 кг); 34,7% — промежуточный тип (живой вес — 55,6 кг) и 33,3% — низкорослый тип телосложения (живой вес — 53,4 кг). В результате исследований изучены морфологические и хозяйственные характеристики популяций оленей лесотундровой зоны Чукотского автономного округа и Магаданской области. Желательный тип оленей для разведения в лесотундровой зоне Крайнего Северо-востока должен сочетать в себе преимущества обоих экстерьерно-конституциональных типов — высокорослость эвенских особей с хорошими мясными качествами чукотских.

Ключевые слова: *Rangifer tarandus* L., Чукотский автономный округ, Магаданская область, лесотундра, половозрастные группы, генотип, живая масса.

Введение

В районах Крайнего севера Дальнего Востока задача обеспечения продовольственной безопасности носит стратегический характер, поэтому разработка новых технологий ведения сельскохозяйственного производства в экстремальных условиях северных регионов на основе эффективного использования генофонда животных, приобретают особую актуальность [1, 2]. Географическое положение, влияние аномально холодной атмосферы над Охотским морем обусловливают специфику и экстремальность природно-климатических условий данной территории. Регионов с аналогичными природно-климатическими характеристиками на территории России не существует, что придает уникальность планируемых исследований. Условия региона не позволяют применять общепринятые методы, технологии, системы ведения сельского хозяйства, породы, районированные для агропромышленных комплексов других территорий. Поэтому разработка научных основ сохранения и управления генетическими ресурсами сельскохозяйственных животных в условиях Крайнего севера Дальнего Востока обладает несомненной актуальностью, практической значимостью и своевременностью [3, 4].

Новизна исследований заключается в разработке современных методов управления генетическими ресурсами (поиск, мобилизация) животных в экстремальных климатических условиях Крайнего севера Дальнего Востока.

Цель исследования – изучение морфологических и хозяйственно-полезных признаков домашних северных оленей (*Rangifer tarandus L.*) в зоне лесотундры Чукотского АО и Магаданской области.

Материал и методы исследования

Объектом изучения были северные олени восточной Арктики и Субарктики в административных границах Чукотского автономного округа (ЧАО) и Магаданской области.

В работе использовалась зоотехническая информация из годовых отчётов сельхозпредприятий Чукотского АО и Северо-Эвенского района Магаданской области. Исследования проводились в хозяйствах: МУП СХП «Марковский» и МУСХП «Ирбычан». Материал для исследований получили посредством отбора выборки из 20-ти голов каждой половозрастной группы животных.

Для определения живой массы половозрастных групп оленей эвенской породы взята масса убойного поголовья, рассчитанная как среднеарифметическая за 10 лет.

В работе использовались хозяйственно-значимые показатели в популяциях домашних северных оленей, принятые в отрасли оленеводства: выходное поголовье оленей на начало года по половозрастным группам; ДВТ — деловой выход телят в расчете на 100 маток; СВП — сохранность взрослого поголовья оленей, %; выход мяса в расчете на 100 январских оленей с учетом прироста по итогам производственного года, ц; средняя живая масса оленей по половозрастным группам, кг [1]. Все показатели определяли по данным зоотехнических отчетов оленеводческих хозяйств.

Биометрические измерения проводили в соответствии с Руководством [5, 6]. Принята существующая в северном оленеводстве номенклатура половозрастных групп животных [7]. Обработка данных выполнена общепринятыми методиками вариационной статистики [8].

Результаты исследования и их обсуждение

На Крайнем Северо-востоке России тундровые ландшафты служат биотопами чукотской породы, таежные — эвенской породы северных оленей [9, 10]. Лесотундра — пастбищно-географическая территория на границе ареалов двух пород. В доперестроечный период развития агропромышленного комплекса региона (период стабильного развития отрасли 1970-е и 1980-е гг.) в десяти сельхозпредприятиях, расположенных в лесотундровой зоне ЧАО и Магаданской области, среднегодовое поголовье превышало 228 тысяч, которое содержалось в более чем 90 оленеводческих бригадах. Производственные стада хозяйств состояли из эвенских и чукотских оленей, а также помесных животных от межпородных скрещиваний. В лесотундре, на границе ареалов двух пород, сформировались популяции из чукотско-эвенских помесей. Поголовье оленей лесотундры заметно дифференцировалось по масти - соотношению различных оттенков окраса шерстного покрова.

Темно-бурая масть преобладала у оленей чукотской породы — 58,6%, меньше всего окраса такого типа наблюдалось у эвенских особей - 25,5%, помеси занимали промежуточное положение — 47,9%. Бурой и светло-бурой масти, напротив, больше выявлено у животных эвенской породы *(рис. 1)*.

В характерном для лесотундры МУП СХП «Марковский» из 35 тыс. оленей основного стада 25% составляли эвенские, 44% — чукотские и 31% — помесные животные. Такое соотношение генотипов имело место в связи с тем, что поголовье помесных оленей в лесотундре, расположенной на границе ареалов эвенской и чукотской пород, формировалось в результате свободных скрещиваний оленей двух симпатрических популяций [11, 12].

Для выявления особенностей различных экстерьерно-конституциональных типов оленей в зоне лесотундры были определены линейные показатели и вычислены индексы телосложения животных трех генотипов *(табл. 1, 2)* [12].

Известно, что между внешним видом и хозяйственной ценностью животного существует определенная корреляция. В целом, помесных животных относили к типу, занимающему промежуточное положение по росту и развитию между тундровыми (чукотскими) и таежными (эвенскими) оленями *(табл. 2)*. Они высокорослые, более разнородны по широтным промерам, к эйрисомному типу отнесено 28,4%, промежуточному — 42% и лептосомному — 29,6% [12, 13].

Помесные чукотско-эвенские олени имеют характерные отличия от исходных пород по морфологическим и продуктивным признакам. Животные в основном темно-бурой масти. По сравнению с особями чукотской породы у них длиннее голова, но уже лоб, больше глубина груди, высота в холке, косая длина туло-

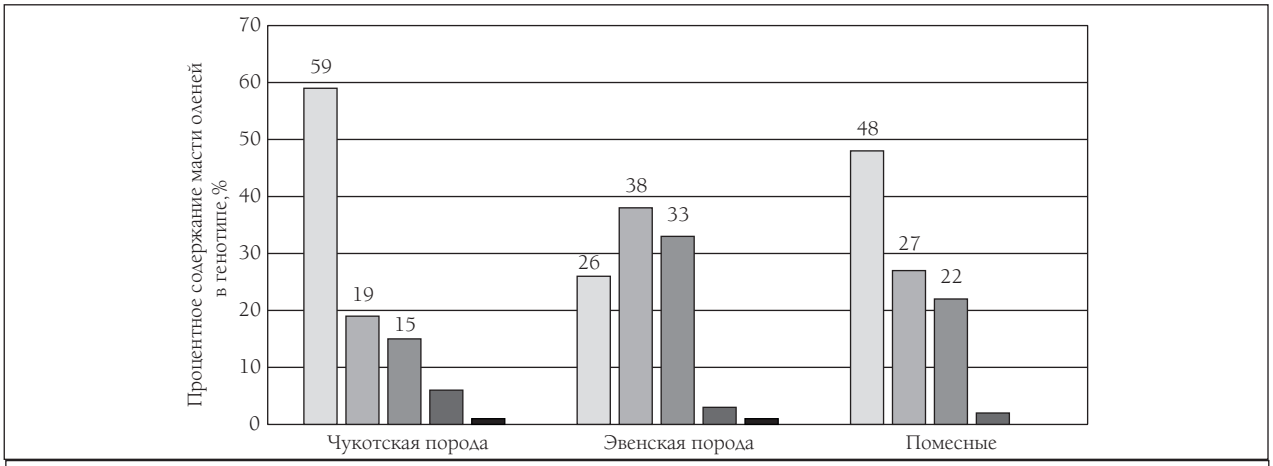


Рис. 1. Распределение оленей различных генотипов по масти: □ — темно-бурая; ▨ — бурая; ▨ — светло-бурая; ▨ — пегая; ■ — белая

Табл. 1. Линейные показатели экстерьера оленей различных генотипов, см

Группа оленей	Генотип оленей	Стати экстерьера					
		Высота в холке	Косая длина туловища	Обхват груди	Ширина груди	Ширина в маклоках	Обхват пясти
Телята 0,5 лет	Чукотские	78,8±0,6	83,8±0,9	107,7±0,1	19,0±0,1	16,8±0,1	10,5±0,1
	Эвенские	86,8±2,2	96,6±2,3	105,4±2,2	23,9±1,3	22,3±1,0	10,2±0,1
	Помесные	79,8±1,7	83,7±0,6	97,9±1,3	17,8±0,4	19,9±0,4	9,1±0,4
Быки 2,5 лет	Чукотские	96,2±0,8	105,5±1,8	132,3±1,1	24,3±0,5	21,2±0,3	13,2±0,1
	Эвенские	103,0±1,3	111,6±1,3	125,0±1,3	31,0±1,6	27,0±0,8	12,5±0,1
	Помесные	98,0±0,7	108,3±0,8	126,5±0,8	24,9±0,3	24,3±0,4	12,6±0,1
Важенки 5 лет	Чукотские	90,2±0,8	105,9±0,9	131,2±1,3	24,0±0,4	22,1±0,2	12,2±0,1
	Эвенские	96,8±1,2	109,0±1,4	120,0±1,3	25,6±1,0	24,5±0,7	11,9±0,1
	Помесные	93,8±0,6	106,7±1,1	121,7±0,8	24,3±1,4	23,1±0,3	11,4±0,2

Примечание. Телята – самцы и самки 5-6 месяцев; быки – самцы старше 3 лет; важенки – самки старше 2 лет

Группа оленей	Генотип оленей	Индекс телосложения				
		Сбитости (компактности)	Массивности	Растянутости	Костистости	Тазогрудной
Телята 0,5 лет	Чукотские	129,3	136,7	105,6	133,2	113,1
	Эвенские	91,6	121,4	111,3	117,5	107,2
	Помесные	117,0	122,7	104,9	114,0	89,4
Быки 2,5 лет	Чукотские	123,1	137,5	111,7	137,2	114,6
	Эвенские	111,8	121,4	108,5	121,4	114,8
	Помесные	116,8	129,1	110,5	128,6	102,5
Важенки 5 лет	Чукотские	128,9	145,4	117,4	135,2	108,6
	Эвенские	110,1	124,0	112,6	122,9	104,5
	Помесные	114,0	130,0	114,4	122,2	106,2

вища, высота в локте и обхват пясти, но меньше ширина и обхват груди, косая длина зада, ширина в маклоках.

По сравнению с эвенскими аналогами у помесных животных шире лоб, больше косая длина зада, ширина в маклоках, глубина груди, обхват груди и меньше длина головы, высота в холке, косая длина туловища, высота в локте, обхват пясти. Помесные олени по высотным промерам ближе к эвенским, а по широтным – к чукотским сверстникам.

Средняя живая масса помесных телят при рождении (6,2 кг) занимает промежуточное положение между чукотскими и эвенскими сверстниками.

В 0,5 и 1,5 года чукотские и помесные олени не отличались по живой массе, но уступали эвенским бычкам. Третьяки всех генотипов не имели статистически значимых различий. Помесные быки в возрасте 3,5 лет и взрослые важенки занимали промежуточное положение по величине живой массы между тундровыми и таежными оленями. По массе туши, убойному выходу, сортовому составу мяса и выходу субпродуктов помесные олени были ближе к чукотским *(рис. 2)*.

При гетерогенном подборе (чукотские важенки и эвенские самцы) приплод (телята 5,5 мес.) по типу конституции распределялся следующим образом: 32% — высокорослый крупный (живой вес — 59,6 кг);

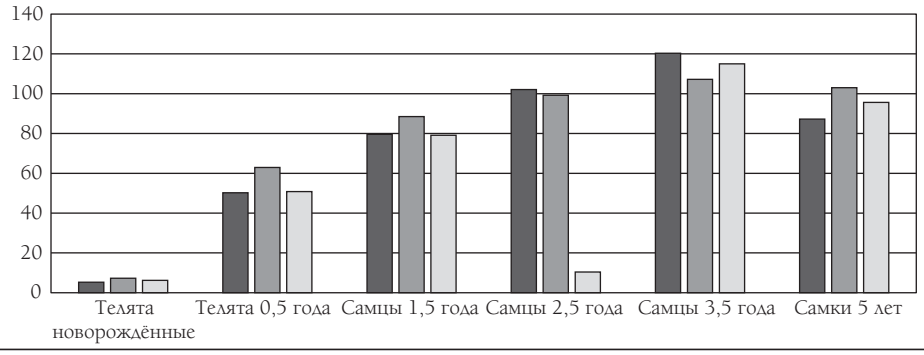


Рис. 2. Сравнительные показатели живой массы оленей различных генотипов: ■ — чукотская порода; ■ — эвенская порода; □ — помесные

34,7% — промежуточный тип (живой вес — 55,6 кг) и 33,3% — низкорослый тип телосложения (живой вес — 53,4 кг).

По фенотипу помесное поголовье оленей было неоднородным. У одних животных показатели экстерьера имели девиацию с преобладанием особенностей телосложения, присущих эвенской породе (высокорослые), у других — чукотской (низкорослые). Это указывает на происхождение оленей лесотундры в результате скрещивания симпатрических популяций чукотских и эвенских оленей, образовании помесей разных поколений, возвратных скрещиваний, интрогрессии, микроэволюции, отбора под влиянием природных условий и антропогенных факторов (обмен аллелофондом между стадами).

В эволюционной биологии симпатрия означает способность двух видов или форм сосуществовать на одной территории. Два генетически родственных вида или популяции считаются симпатрическими, когда они сосуществуют в одной и той же географической области и, таким образом, часто друг с другом сталкиваются. У чукотских оленей брачный сезон начинается с конца августа и продолжается весь сентябрь, у эвенских оленей начало гона приходится на средину сентября и заканчивается 15–20 октября. Таким образом, хотя чукотская и эвенская породы и различаются по срокам гона, но репродуктивного барьера между подвидами на основе временных сдвигов сроков гона не сформировалось.

Несмотря на то, что сельскохозяйственные популяции северного оленя являются, по существу, подразделенными популяциями, но они не представляют собой заметно изолированных группировок. Основная репродуктивная и хозяйственная единица в оленеводстве — стадо, включающее обычно все половозрастные группы животных. В каждом сельхозпредприятии, как правило, имеется от одного до 10 и более стад, общее поголовье в которых может достигать 20 и более тысяч. Между стадами одного хозяйства практически существует свободный поток генов как за счет обмена самцами, так и в результате случаев смешивания стад друг с другом (миграции). При организационных перестройках происходят перегруппировки стад и премешивание больших масс оленей.

В лесотундре Крайнего Северо-востока России на границе ареалов чукотской и эвенской пород в результате скрещиваний двух симпатрических популяций сформировалось гибридное поголовье северных оленей из разных поколений, возвратных скрещиваний, интрогрессии, микроэволюции, отбора под влиянием природных условий и антропогенных факторов.

Промежуточный фенотип имеет характерные отличия от исходных пород по морфологическим признакам: экстерьеру и конституции (линейным промерам, индексам телосложения) и показателям мясной продуктивности.

Выводы

В лесотундре Чукотского автономного округа и Магаданской области на границе ареалов чукотской и эвенской пород сформировалось гибридное поголовье северных оленей. Изучены морфологические и хозяйственно-полезные признаки помесных оленей, которые имеют характерные отличия от исходных пород. При разведении оленей в лесотундровой зоне Крайнего Северо-Востока желательный тип должен сочетать в себе преимущества обеих пород – высокорослость эвенских особей с хорошими мясными качествами чукотских.

Литература

1. Барсов, П.М. Система ведения оленеводства в Магаданской области/ П.М. Барсов, Н.Ф. Белый, Г.Я. Брызгалов. – Новосибирск, 1986. – 252 с.
2. Брызгалов, Г.Я. Селекционно-племенная работа в северном оленеводстве (к смене парадигмы развития) / Г.Я. Брызгалов, Л. С. Игнатович// Генетика и развитие животных. – 2021. – №4. – С. 36-44.
3. Брызгалов, Г.Я. Актуальные вопросы селекционно-племенной работы в оленеводстве Крайнего Северо-востока России/ Г.Я. Брызгалов. – Магадан: ОАО «МАОБТИ», 2022. – С.49.
4. Витомскова, Е.А. История развития селекционно-племенной работы в северном оленеводстве Крайнего Севера Дальнего Востока/ Витомскова Е.А., Г.Я. Брызгалов// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т.53. – № 10. – С. 103-112.
5. Плохинский, Н.А. Биометрия для зоотехников/ Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
6. Яковенко, А.М. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков в зоотехнии/ А.М. Яковенко, Т.И. Антоненко, М.И. Селионова. – Ставрополь: Аргус, 2013. – 91 с.
7. Подкорытов, Ф.М. Северное оленеводство/ Ф.М. Подкорытов, В.А. Забродин, Э.К. Бороздин, К.А. Лайшев, А.С .Вагин. – М.: Аграрная Россия, 2004. – 450 с.
8. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных/ Е.К. Меркурьева. – Москва: Колос, 1970. – 446 с.
9. Алтухов, Ю.П. Генетические процессы в популяциях/ Ю.П. Алтухов. – М.: 1983. – 279 с.
10. Фальконер, Д.С. Введение в генетику количественных признаков/ Д.С. Фальконер. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 486 с.
11. Крутикова, А.А. Перспективные гены для улучшения показателей мясной продуктивности в оленеводстве (обзор) / А.А. Крутикова, Н.В. Дементьева, О.В. Митрофанова // Генетика и разведение животных. – 2017. – №1. – С.31-32.
12. Картавцев, Ю.Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика/ Ю.Ф. Картавцев. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2008. – 562 с.
13. Бороздин, Э.К. Проблемы генетики в северном оленеводстве / Э.К. Бороздин, А.Д. Мухачев, Л.Ф. Савадерова // Совершенствование технологии и повышение экономической эффективности северного оленеводства. – Новосибирск: МЗНИИСХ СВ, 1989. – С.45-49.

References

1. Barsov, P.M. Sistema vedeniya olenevodstva v Magadanskoj oblasti/ P.M. Barsov, N.F. Bely`j, G.Ya. Bry`zgalov. - Novosibirsk, 1986. - 252 s.
2. Bry`zgalov, G.Ya. Selekcionno-plemennaya rabota v severnom olenevodstve (k smene paradigmy` razvitiya) / G.Ya. Bry`zgalov, L. S. Ignatovich// Genetika i razvitie zhivotny`x. – 2021. - №4. – S. 36-44.
3. Bry`zgalov, G.Ya. Aktual`ny`e voprosy` selekcionno-plemennoj raboty` v olenevodstve Krajnego Severo-vostoka Rossii/ G.Ya. Bry`zgalov. – Magadan: OAO «MAOBTI», 2022. – S.49.
4. Vitomskova, E.A. Istoriya razvitiya selekcionno-plemennoj raboty` v severnom olenevodstve Krajnego Severa Dal`nego Vostoka/ Vitomskova E.A., G.Ya. Bry`zgalov// Sibirskij vestnik sel`skoxozyajstvennoj nauki. -2023. -T.53. -№ 10. -S. 103-112.
5. Ploxinskij, N.A. Biometriya dlya zootexnikov/ N.A. Ploxinskij. -M.: Kolos, 1969. - 256 s.
6. Yakovenko, A.M. Biometricheskie metody` analiza kachestvenny`x i kolichestvenny`x priznakov v zootexnii/ A.M. Yakovenko, T.I. Antonenko, M.I. Selionova. - Stavropol`: Argus, 2013. – 91 s.
7. Podkory`tov, F.M. Severnoe olenevodstvo/ F.M. Podkory`tov, V.A. Zabrodin, E`.K. Borozdin, K.A. Lajshev, A.S .Vagin. – M.: Agrarnaya Rossiya, 2004. – 450 s.
8. Merkur`eva, E.K. Biometriya v selekcii i genetike sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x/ E.K. Merkur`eva. – Moskva: Kolos, 1970. – 446 s.
9. Altuxov, Yu.P. Geneticheskie processy` v populyaciyax/ Yu.P. Altuxov. - M.: 1983. – 279 s.
10. Fal`koner, D.S. Vvedenie v genetiku kolichestvenny`x priznakov/ D.S. Fal`koner. - M.: Agropromizdat. – 1985. – 486 s.
11. Krutikova, A.A. Perspektivny`e geny` dlya uluchsheniya pokazatelej myasnoj produktivnosti v olenevodstve (obzor) / A.A. Krutikova, N.V. Dement`eva, O.V. Mitrofanova // Genetika i razvedenie zhivotny`x. – 2017. – №1. – S.31-32.
12. Kartavcev, Yu.F. Molekulyarnaya e`volyuciya i populyacionnaya genetika/ Yu.F. Kartavcev. - Vladivostok: Izd-vo DVGU, 2008. – 562 s.
13. Borozdin, E`.K. Problemy` genetiki v severnom olenevodstve / E`.K. Borozdin, A.D. Muxachev, L.F. Savaderova // Sovershenstvovanie texnologii i povy`shenie e`konomicheskoj e`ffektivnosti severnogo olenevodstva. – Novosibirsk: MZNIISX SV, 1989. – S.45-49.

G. Y. Bryzgalov, E. A. Vitomskova, E. V. Ginter

Magadan Scientific Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Institution of the N. I. Vavilov All–Russian Institute of Plant Genetic Resources

ekaterinaseymchan@mail.ru

DOMESTIC REINDEER OF THE FOREST TUNDRA ZONE OF CHUKOTKA AND MAGADAN REGION

In areas with extreme economic conditions, ensuring food security is of strategic importance, so the development of new agricultural production technologies for these territories based on the effective use of the animal gene pool is of particular relevance. Reindeer breeding is an industry that provides employment for the indigenous population and acts as an additional source of increasing the production of meat products in the Arctic and subarctic regions of Russia within the boundaries of the Far North–East, so at present, northern reindeer breeding and its development retain their social and economic importance. The purpose of the study was to study the morphological and economically useful features of domestic reindeer (Rangifer tarandus L.) in the forest tundra zone of the Chukotka Autonomous District and the Magadan region. The research was carried out on farms: Municipal Unitary Enterprise «Markovsky» and MUSHP «Irbychan». The research material was obtained by selecting a sample of 20 heads of each sex and age group of animals. To determine the live weight of the sex and age groups of the Even breed deer, the mass of the slaughter stock was taken, calculated as an arithmetic mean over 10 years. In the typical forest tundra of the Municipal Unitary Enterprise «Markovsky» deer, 25% of the herd consisted of Even, 44% – Chukchi and 31% – mixed animals. With heterogeneous selection (Chukchi vazhenki and Even males), calves aged 5.5 months were distributed according to the type of constitution as follows: 32% – tall large (live weight – 59.6 kg); 34.7% – intermediate type (live weight – 55.6 kg) and 33.3% – short body type (live weight – 53.4 kg). As a result of the research, the morphological and economic characteristics of deer populations in the forest–tundra zone of the Chukotka Autonomous Okrug and the Magadan Region have been studied. A desirable type of deer for breeding in the forest–tundra zone of the Far Northeast should combine the advantages of both exterior and constitutional types – the tallness of Even individuals with the good meat qualities of Chukchi.

Key words: Rangifer tarandus L., Chukotka Autonomous Okrug, Magadan region, forest tundra, age and sex groups, genotype, live weight.

Морфофункциональная характеристика печени у японских перепелов

УДК 598.617.1:351.78
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-41-45

И. Е. Прозоровский[1], Г. А. Ветошкина[2], С. Б. Селезнев[1]
[1]Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
[2]Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина,
Prozorovskiy ie@rudn.ru, seleznev1961@mail.ru

Исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы с 2021 по 2025 г. на японских перепелах эстонской породы. Целью исследования являлось изучение структурной организации печени у японских перепелов, которая состоит из двух долей (правой и левой), с учетом биохимического профиля. Объектами исследования были самки японского перепела эстонской породы следующих возрастных групп: суточные перепелята, 30 дней, 90 дней, 180 дней и 360 дней. Материалом исследования служила печень, полученная от клинически здоровых птиц, которая изучалась при помощи морфологических и биохимических методик исследования. Референтные значения морфологических и биохимических показателей могут помочь отличить здоровую птицу от больной, предоставляя информацию об её обмене веществ. Биохимические параметры такие как альбумин, билирубин, мочевина, креатинин, АЛТ и АСТ при нарушении обмена веществ и болезней печени могут иметь аномальные уровни. Согласно данным биохимического анализа крови к 360-дневному возрасту у японских перепелов яичного направления отмечается снижение общего белка (3,13±0,26 г/дл), глюкозы (20,5±1,6 ммоль/л), а также повышение значений Аст (296±21 ед/л) и Алт (17,87±1,8 ед/л), которые стремятся к верхней границе и сигнализируют о признаках патологии печени, что подтверждается снижением коэффициента де Ритиса до 18,24 усл.ед. Данные биохимического анализа подтверждаются стереометрическими исследованиями, которые утверждают, что к 180-дневному возрасту, когда отмечается пик яйцекладки у перепелок, среди гепатоцитов возникают крупные клетки с вакуолизацией цитоплазмы (6,1±0,4%). К 360-дневному возрасту в связи с интенсификацией технологического процесса паренхима печени уменьшается до 48,8±3,5% и в ней отмечается возрастание количества гепатоцитов с мелкой эозинофильной зернистостью и мелкокапельным ожирением (14,1±0,9%), что приводит к патологии печени.

Ключевые слова: японские перепела, печень, морфология, биохимия, обмен веществ, яичная продуктивность.

Введение

Японские перепела обладают высокой яичной продуктивностью, но их структурные особенности изучены фрагментарно. Поэтому исследования, направленные на выяснение морфологических связей различных систем организма перепелов, а именно пищеварительной системы представляет научно-практический интерес [3, 7, 10]. В решении данной проблемы важно обратить внимание на возрастную морфологию, которая раскрывает онтогенетические процессы развития, благодаря ей, можно обнаружить наиболее важные периоды становления систем организма. Печень у птиц является центральной пищеварительной железой, где происходит синтез желчи для переваривания корма в двенадцатиперстной кишке, а также витаминов (А, Д, Е) и депонирование гликогена [4, 8].

Для объективного лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний у японских перепелов необходимо детально изучить морфологические особенности печени с учетом биохимического профиля и направления продуктивности. Ведущая роль в решении этой проблемы принадлежит возрастной морфологии, которая, описывая процессы формирования организма, позволяет определить критические периоды развития органов [2, 9, 12].

Целью данного исследования был анализ структуры печени с помощью световой микроскопии у японских перепелов в связи с биохимическим профилем.

Материал и методы исследования

Исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов в период с 2021 по 2025 гг.

Объектами исследования были самки японского перепела эстонской породы на следующих стадиях постинкубационного онтогенеза: неонатальной (суточные перепелята), ювенильной (30 дней), пубертатной (90 дней), морфофункциональной зрелости (180 дней) и геронтологической (360 дней) Каждая из этих стадий характеризуется определенными признаками и имеет различную продолжительность у японских перепелов, по этому для повышения объективности результатов исследования материал собирали в середине определенной стадии постинкубационного онтогенеза в количестве 10 самок из каждой возрастной группы.

Условия содержания и кормления японских перепелов соответствовали зоотехническим нормам, предъявляемым к данному виду птиц в условиях промышленного разведения. Экспериментальные исследования и эвтаназия птиц проводились в соответствии с планом исследований, этическими принципами гуманного обращения с животными, которые были регламентированы действующим законодательством Российской Федерации и соответствующими нормативными документами.

Материалом исследования служила печень, полученная от клинически здоровых японских перепелов яичного направления, которая изучалась при помощи следующих методик исследования.

1. Макро-микропрепарирование. Обескровливания птицы осуществляли путем декапитации. После удаления перьевого покрова вскрытие тела птицы проводили в дорсо-вентральном положении по белой линии живота от каудального отростка грудной кости до входа в таз [6]. В эпигастрии грудобрюшной полости после извлечения желудка и двенадцатиперстной кишки, отпрепарировали печень, состоящую из двух долей (правой и левой).

2. Морфометрические методы. Извлеченную печень японских перепелов взвешивали на электронных весах для определения абсолютной массы в граммах и рассчитывали относительную массу в процентах. Морфометрические данные печени (длину, ширину, толщину) вычисляли с помощью штанген-циркуля в миллиметрах.

3. Гистологические методы. Для изготовления микропрепаратов образцы поджелудочной железы японских перепелов, фиксированные в 5-7-% растворе нейтрального формалина, заливали в парафин по общепринятой методике. Применяя микротом, из каждого образца, получали по 10-15 поперечных срезов толщиной от 5-10 мкм, которые затем окрашивали для получения обзорной картины гематоксилином Эрлиха и водным раствором эозина. Для выявления липидных капель замороженные срезы печени окрашивали суданом III, который окрашивает липиды в гепатоцитах в оранжево-красный цвет.

4. *Патоморфологическая оценка вакуолизации гепатоцитов* проводилась по балльно-рейтинговой системе [1]. Метод позволяет объективно определить степень дистрофических изменений в клетках печени по наличию и количеству вакуолей в цитоплазме. Результаты оценки выраженности вакуолизации анализировались количественно и сопоставлялись с возрастом исследуемых особей.

5. *Биохимические методы*. Кроме изучения структурных показателей печени у японских перепелов были проведены с помощью биохимического анализатора Miura (Италия) с использованием реактивов фирмы «Вектор-Бест» лабораторные исследования сыворотки крови с целью определения биохимических показателей.

Результаты морфологических и биохимических исследований протоколировали и документировали таблицами, графиками, схемами и фотографиями с макро- и микропрепаратов

Результаты исследования и их обсуждение

Наиболее объективную информацию обо всех процессах, происходящих в организме перепелов, дают белки крови, которые тесно связаны с тканевыми белками, вследствие чего они чутко реагируют на колебания всех физиологических процессов, происходящих в организме *(таблица)*. На протяжении всего исследования концентрация общего белка находилась в диапазоне 2,53–3,86 г/дл и достигала максимума к 180-дневному возрасту (4,65±0.24 г/дл). Полученные данные согласуются с данными А.А.Каминской [2] и свидетельствует о высокой яйценоскости птиц в этот период.

Углеводный обмен у перепелов можно оценить по содержанию глюкозы в сыворотке крови, поскольку именно она является основным энергетическим субстратом *(см. таблицу)*. На протяжении всего исследова-

Биохимические показатели сыворотки крови у японских перепелов (M±m)

Показатель	Возраст, дни					Норма
	30	60	90	180	360	
Альбумин, г/дл	1,1±0,01	1,2±0.02	1,5±0,02	1,7±0,03	1,4±0,02	–
Глобулин, г/дл	1,31±0,14	1,52±0,18	2,30±0,24	2,93±0,28	3,62±0,42	–
Общий белок, г/дл	2,53±0,13	2,72±0,16	3,86±0,31	4,65±0.24 ⇑	3,13±0,26 ⇓	2,1-4,7
Глюкоза, ммоль/л	25,5±1,5	27,6±1,5	28,7±1,7	30,3±1,8	20,5±1,6 ⇓	22,3-39,0
АЛТ, ед/л	8,04±1,0	9,11±1,2	11,24±1,6	13,51±1,2	17,87±1,8 ⇑	5,0-20,0
АСТ, ед/л	210±20	233±15	254±15	269±18	326±21 ⇑	107-481
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	26,12	25,58	22,60	19,9	18,24 ⇓	20-24
Мочевая кислота, мг/дл	1,5±0,2	1,8±0,6	2,4±0,6	5,6±0,9	5,7±0,8	2,0-15,0
Креатинин, мг/дл	0,71±0,2	0,69±0,5	0,71±0,13	0,91±1,1	0,96±0,23	1,0-2,0

Примечание: Значения в таблице представлены в виде среднего арифметического ± ошибка среднего (M±m). Достоверность различий между группами определялась с помощью t-критерия Стьюдента и считалась статистически значимой при $p < 0,05$.

ния данный показатель находился в диапазоне 25,5–28,7 ммоль/л, достиг максимума также к 180-дневному возрасту (30,3±1,8 ммоль/л) и к 360-дневному возрасту резко снизился, так же как и общий белок, до нижней границы (20,5±1,6 ммоль/л), что по-видимому связано с нарушением функций печени и согласуется с данными И.В.Насонова [5].

Аспартатаминотрасфераза (Аст) и аланинаминотрансфераза (Алт) являются внутриклеточными ферментами, участвуют в белковом обмене в организме и отражают как работает печень *(см. таблицу)*. Повышенное их содержание в сыворотке крови указывает на патологические процессы, которые развиваются в печени птиц. Нормальное значение Аст у большинства видов птиц находится в диапазоне 107–481 ед/л. В нашем исследовании к 360-дневному возрасту активность Аст возрастает до 326±21 ед/л и имеет тенденцию к верхней границе. Что же касается Алт, то нормальное значение располагается в диапазоне 5–20 ед/л и в наших исследованиях так же стремится к верхней границе (17,87±1,8 ед/л).

Таким образом, к 360-дневному возрасту у японских перепелов яичного направления при биохимическим анализе крови отмечается снижение общего белка (3,13±0,26 г/дл), глюкозы (20,5±1,6 ммоль/л), а так же повышение значений Аст (326±21 ед/л) и Алт (17,87±1,8 ед/л), которые стремятся к верхней границе и сигнализируют о признаках патологии печени *(см. таблицу)*.

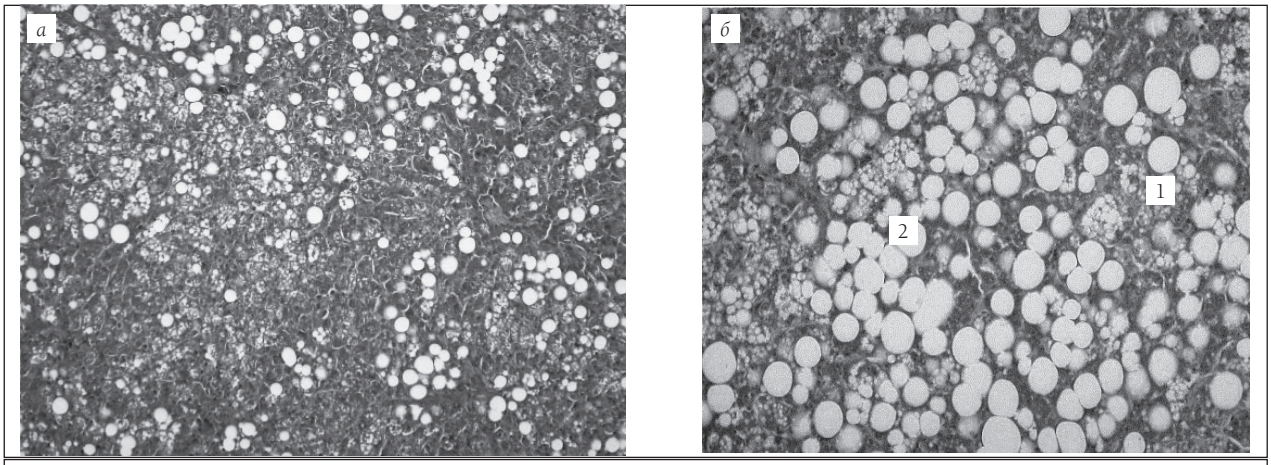
Для более объективного анализа биохимических результатов мы рассчитывали коэффициент де Ритиса, который используется в ветеринарной медицине для диагностики заболеваний печени. Он рассчитывается как отношение активности аспартатаминотрансферазы (Аст) к активности аланинаминотрансферазы (Алт) в сыворотке крови птиц [11]. Нормальное значение коэффициента де Ритиса у большинства видов птиц находится в диапазоне 20-40 усл.ед. Повышение коэффициента де Ритиса может указывать на заболевания сердца, а снижение коэффициента может свидетельствовать о заболеваниях печени, таких как цирроз, гепатит, стеатоз и других [5]. В наших исследованиях отчетливо прослеживается тенденция к снижению коэффициента де Ритиса до 18,24 усл.ед, что указывает на патологический процесс в печени (табл.1).

Данные биохимического анализа подтверждаются стереометрическими исследованиями, которые утверждают, что к 180-дневному возрасту, когда отмечается пик яйцекладки у перепелок, среди гепатоцитов (6,1±0,4%) возникают крупные клетки с вакуолизацией цитоплазмы *(рисунок)*. К 360-дневному возрасту в связи с интенсификацией технологического процесса паренхима печени уменьшается до 48,8±3,5% и в ней отмечается возрастание количества гепатоцитов (14,1±0,9%) с мелкой эозинофильной зернистостью и мелкокапельным ожирением, что приводит к патологии печени (*см. рисунок*).

Данные гепатоциты характеризуются признаками белково-жировой дистрофии, о чем так же сообщают в своих исследованиях Е.Н. Сковородин и Г.З. Бронникова [8]. Они подчеркивают, что данная вакуолизация цитоплазмы у гепатоцитов характеризуется мелкой эозинофильной зернистостью, мелкокапельным ожирением и появляется у японских перепелов мясного направления породы Фараон, начиная с 90-дневного возраста, что связано с технологией откорма птицы.

Патоморфологическая оценка вакуолизации гепатоцитов у японских перепелов проводилась по балльно-рейтинговой системе, основанной на методике морфометрического анализа тканей [1]. Полученные результаты свидетельствуют о постепенном нарастании степени вакуолизации по мере взросления птиц, особенно у самок в фазе активной яйценоскости *(см. рисунок)*.

В первые месяцы жизни перепелок вакуолизация гепатоцитов не наблюдалась. Гепатоциты имели светлую



Микроморфологическая картина печени перепелки 180- (*а*) и 360-дневного возраста (*б*) (гематоксилин и эозин (об. 10, ок. 8)): 1 — гепатоциты; 2 — вакуоли

цитоплазму, плотное ядро, признаков дистрофических изменений не выявлено. Средний балл вакуолизации составил 0.

Впервые единичные мелкие вакуоли, не превышающие 10–15% клеток в поле зрения, обнаруживаются только в 90-дневном возрасте, что соответствует 1 баллу. К 180-дневному возрасту (в период активной яйценоскости количество вакуолей в гепатоцитах увеличивается до 30% клеток, что соответствует 2 баллам.

Максимальные показатели вакуолизации гепатоцитов (более 50% клеток) зарегистрированы у перепелок в возрасте 360 дней (*см. рисунок*). В цитоплазме большинства гепатоцитов выявляются крупные вакуоли, иногда приводящие к деформации клеток и нарушению структуры печёночных тяжей. Средний балл вакуолизации составил 3–4.

Анализ полученных данных показал, что степень вакуолизации гепатоцитов значительно возрастает у японских перепелок яичного направления в период функциональной зрелости организма, что связано с функциональной нагрузкой, обусловленной процессами синтеза липопротеинов в этот период.

Таким образом, патоморфологическая оценка вакуолизации гепатоцитов позволяет судить о степени функциональной нагрузки на печень японских перепелов и может использоваться как один из маркеров возрастных изменений в морфологии печени.

Выводы

Согласно данным биохимического анализа крови к 360-дневному возрасту у японских перепелов яичного направления отмечается снижение общего белка (3,13±0,26 г/дл), глюкозы (20,5±1,6 ммоль/л), а так же повышение значений Аст (296±21 ед/л) и Алт (17,87±1,8 ед/л), которые стремятся к верхней границе и сигнализируют о признаках патологии печени, что подтверждается снижением коэффициента де Ритиса до 18,24 усл.ед.

Данные биохимического анализа подтверждаются стереометрическими исследованиями, которые утверждают, что к 180-дневному возрасту, когда отмечается пик яйцекладки у перепелок, среди гепатоцитов (6,1±0,4%) возникают крупные клетки с вакуолизацией цитоплазмы. К 360-дневному возрасту в связи с интенсификацией технологического процесса паренхима печени уменьшается до 48,8±3,5% и в ней отмечается возрастание количества гепатоцитов (14,1±0,9%) с мелкой эозинофильной зернистостью и мелкокапельным ожирением, что приводит к патологии печени.

Литература

1. Автандилов, Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство. /Г.Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Каминская А.А. Каминская А.А. Клинико-морфологические показатели и продуктивность перепелов на фоне применения препарата Карнивит: автореф. дис. ... канд. вет. наук. — СПб., 2023. — 21 с.
3. Кретов, А.А. Морфогенез органов пищеводно-желудочного отдела перепела японского (Coturnix Coturnix japonica) в условиях интенсивного использования / А.А. Кретов // Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова. – 2018. – Том 16. – №2. – С. 28-33.
4. Косенкова Д.А. Морфофункциональные изменения печени у кур кросса «Хайсекс браун» в возрастном аспекте: Автореф. дисс. ... канд. вет. наук. -Брянск, 2006.
5. Насонов В.И., Буйко Н.В., Лизун Р.П., Волыхина В.Е. Методические рекомендации по гематологическим и биохимическим исследованиям у кур современных кроссов. — Минск, 2014. — 31 с.
6. Селезнев С.Б., Гусев Д.А., Ветошкина Г.А., Куликов Е.В., Кротова Е.А. Методические рекомендации по технике вскрытия перепелов– Москва: РУДН, 2021.- 22 с.
7. Селезнев, С.Б. Морфология домашней птицы/ С.Б. Селезнев, Г.А. Ветошкина, Е.В. Куликов. – Москва: РУДН, 2022.– 144 с.
8. Сковородин, Е.Н. Цитология гепатоцитов перепелов при применении препарата Диронакс / Е.Н. Сковородин, Г.З.Бронникова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии. Сб. науч. трудов Международ. учеб.-методич. и науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ–МВА имени К.И. Скрябина.– М., 2019. – С. 171-173.
9. Тельцов, Л.П. Развитие органов млекопитающих и птиц в онтогенезе/ Л.П. Тельцов, И.Г. Музыка, Е.В. Зайцева, Н.Н. Крикливый // Механизмы и закономерности индивидуального развития человека и животных. – Саранск, 2015. – С.203-207.
10. Фисинин В.И. Новые научные и практические подходы в развитии мирового и отечественного птицеводства // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве. – Спб.: МГК, 2004.- С.6-11.
11. Харлап С.Ю., Горелик Л.Ш., Горелик О.В., Дерхо М.А. Физиологическое обоснование повышения эффективности использования кур-несушек яичного направления продуктивности. — Екатеринбург: Изд-во Уральского ГАУ, 2023. — 236 с.
12. Хохлов, Р.Ю. Критические фазы морфогенеза яйцевода кур / Р.Ю. Хохлов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 3. – С. 48-49.

References

1. Avtandilov, G.G. Medical morphometry. Manual. /G.G. Avtandilov. – M .: Medicine, 1990. – 384 p.
2. Kaminskaya A.A. Kaminskaya A.A. Clinical and morphological indicators and productivity of quails against the background of the use of the drug Karnivit: author's abstract. diss. candidate of veterinary sciences. – St. Petersburg, 2023. – 21 p.

3. Kretov, A.A. Morphogenesis of the organs of the esophageal-gastric region of the Japanese quail (Coturnix Coturnix japonica) under conditions of intensive use / A.A. Kretov // Morphological almanac named after V.G. Koveshnikov. – 2018. – Vol. 16. – No. 2. – P. 28-33.
4. Kosenkova D.A. Morphofunctional changes in the liver in the cross "Hysex Brown" in the age aspect: Abstract of the dissertation ... candidate of veterinary sciences. – Bryansk, 2006.
5. Nasonov V.I., Buiko N.V., Lizun R.P., Volykhina V.E. Guidelines for hematological and biochemical studies in chickens of modern crosses. – Minsk, 2014. – 31 p.
6. Seleznev S.B., Gusev D.A., Vetoshkina G.A., Kulikov E.V., Krotova E.A. Guidelines for the technique of dissection of quails – Moscow: RUDN, 2021.- 22 p.
7. Seleznev, S.B. Morphology of poultry / S.B. Seleznev, G.A. Vetoshkina, E.V. Kulikov. – Moscow: RUDN, 2022.– 144 p.
8. Skovorodin, E.N. Cytology of quail hepatocytes when using the drug Dironax / E.N. Skovorodin, G.Z. Bronnikova // Actual problems of veterinary medicine, animal science and biotechnology. Coll. sci. works of the International. educational-methodical. and scientific-practical. conf., dedicated to the 100th anniversary of the foundation of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin. – Moscow, 2019. – P. 171-173.
9. Teltsov, L.P. Development of organs of mammals and birds in ontogenesis / L.P. Teltsov, I.G. Muzyka, E.V. Zaitseva, N.N. Kriklivy // Mechanisms and patterns of individual development of humans and animals. – Saransk, 2015. –P.203-207.
10. Fisinin V.I. New scientific and practical approaches to the development of world and domestic poultry farming // Modern veterinary protection in industrial poultry farming. – St. Petersburg: MGK, 2004.- P.6-11.
11. Kharlap S.Yu., Gorelik L.Sh., Gorelik O.V., Derkho M.A. Physiological justification for increasing the efficiency of using laying hens of egg productivity. – Ekaterinburg: Publishing house of the Ural State Agrarian University, 2023. – 236 p.
12. Khokhlov, R.Yu. Critical phases of morphogenesis of the oviduct of chickens / R.Yu. Khokhlov // Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. – 2008. – No. 3. – P. 48-49.

I. E. Prozorovsky[1], G. A. Vetoshkina[2], S. B. Seleznev[1]

[1]Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin
ekaterinaseymchan@mail.ru

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE LIVER IN JAPANESE QUAILS

The study was carried out in the experimental research laboratory of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian and Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba from 2021 to 2025 on Japanese quails of the Estonian breed. The aim of the study was to study the structural organization of the liver in Japanese quails, which consists of two lobes (right and left), taking into account the biochemical profile. The objects of the study were female Japanese quail of the Estonian breed of the following age groups: day-old quails, 30-day-old, 90-day-old, 180-day-old and 360-day-old. The material for the study was the liver obtained from clinically healthy birds, which was studied using morphological and biochemical research methods. Reference values of morphological and biochemical indicators can help distinguish a healthy bird from a sick one, providing information about its metabolism. Biochemical parameters such as albumin, bilirubin, urea, creatinine, ALT and AST may have abnormal levels in metabolic disorders and liver diseases. According to the biochemical blood test data, by the age of 360 days, Japanese egg-laying quails show a decrease in total protein (3.13±0.26 g/dl), glucose (20.5±1.6 mmol/l), as well as an increase in AST (296±21 U/l) and ALT (17.87± 1.8 U/l) values, which tend to the upper limit and signal signs of liver pathology, which is confirmed by a decrease in the de Ritis coefficient to 18.24 conventional units. The data of biochemical analysis are confirmed by stereometric studies, which state that by the age of 180 days, when the peak of egg-laying in quails is observed, large cells with vacuolization of the cytoplasm (6.1 ± 0.4%) appear among the hepatocytes. By the age of 360 days, due to the intensification of the technological process, the liver parenchyma decreases to 48.8 ± 3.5% and an increase in the number of hepatocytes with fine eosinophilic granularity and small-droplet obesity (14.1 ± 0.9%) is observed in it, which leads to liver pathology.

Key words: Japanese quail, liver, morphology, biochemistry, metabolism, egg productivity.

Морфологический анализ мочеточников у домашних кошек

УДК 619:611.721:636:8
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-46-49

А. Н. Аверочкин[1], Г. А. Ветошкина[2], С. Б. Селезнев[1]
[1]Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
[2]Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина,
seleznev1961@mail.ru, alex1239.aa@yandex.ru

Данное исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы» в период с 2019 по 2025 гг. Целью данного исследования являлось изучение структурной организации правого и левого мочеточников у домашних кошек различных пород в возрасте от 2 до 5 лет. Для выполнения данной цели был использован комплекс методов морфологического анализа, в том числе: макро- микропрепарирование, морфометрия с учетом линейных показателей, световая микроскопия и стереометрический анализ стенки мочеточников. В результате исследования установлено, что правый мочеточник у домашних кошек имеет большую длину по сравнению с левым на 8-10%, в то время как диаметр остаётся стабильным и не зависит от стороны животного. Для характеристики возрастных процессов формирования мочеточников у кошек мы предлагаем рассчитывать линейный индекс мочеточников (Им, %), который учитывает диаметр (Дм, мм) и длину (Дл, мм) мочеточника: Им= (Дм/ Дл) х100 При сравнительном анализе линейного индекса правого и левого мочеточников видно, что он наиболее низкий (2,2%) у левого мочеточника, особенно у котов в определенные возрастные группы (2,4,5 лет). Что совпадает с клиническими исследования и свидетельствует о том, обструкция конкрементами наиболее часто встречается в левом мочеточнике в эти возрастные периоды. Согласно стереометрическому анализу у домашних кошек в стенке мочеточника лидирующее положение занимает мышечная оболочка (46,97±3,57%), затем подслизистая основа (19,70±2,84%) и наружная оболочка (18,19±1,33%), что необходимо учитывать при наложении хирургических швов.

Ключевые слова: кошки, мочеточники, морфометрия, стереометрия.

Введение

Выявление общих принципов структурной организации мочевыводящих органов и их анатомо- топографических связей с целью разработки обоснованных методов оперативного вмешательства является одной из актуальных проблем современной ветеринарной морфологии и хирургии мелких домашних животных [3, 9]. Болезни мочевыводящих путей у мелких домашних животных регистрируются в ветеринарной практике и оцениваются в 6-7% от общего числа больных животных [4, 6].

Оперативное вмешательство на мочеточники применяется в диагностических и лечебных целях: для удаления конкрементов (оксалаты, ураты, струвиты), тромбов, опухолей, коррекции и взятия биопсионного материала [2, 5, 10].

Литературные источники в которых описываются данные о морфологии и хирургии мочевыделительной системы кошек часто являются фрагментарными и противоречивыми [7, 11].

К сожалению, отсутствуют морфологические обоснования для проведения оперативного вмешательства на мочеточники у кошек, а некоторые вопросы попрежнему остается спорным. В то же время решение этих проблем представляет большой практический интерес в абдоминальной хирургии мелких домашних животных [6, 8].

Цель данного исследования являлось изучение структурной организации правого и левого мочеточников у домашних кошек различных пород в возрасте от 2 до 5 лет для минимизации операционных и постоперационных осложнений, а также определения оптимальных зон доступа к ним с учетом топографо-анатомических данных.

Материал и методы исследования

Научная работа выполнялась в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы», а также на базе ряда ветеринарных центров г. Москвы («Медвет», «Биоконтроль», «Лебеди») с 2020 по 2025 г.

Материалом исследования служил кадаверный (трупный) материал, полученный от 30 домашних кошек различных пород в возрасте 2-5 лет, погибших от травм или внутренних незаразных болезней. Животные были разделены по половому признаку на две группы (кошки и коты).

Для выполнения данной цели был использован комплекс методов морфологического анализа, в том

числе: макро- микропрепарирование, морфометрия с учетом линейных показателей, световая микроскопия и стереометрический анализ стенки мочеточников.

1. Макро-микропрепарирование. Вскрытие тела кошки проводили в дорсо-вентральном положении по методике А. В. Жарова [5] по белой линии живота с занесением в базу данных длины белой линии живота (измерение проводилось от мечевидного отростка грудной кости до тазового симфиза), толщины мышц брюшной полости (прямой мышцы живота, наружной и внутренней косых мышц живота). Затем было проведено удаление серповидной связки печени для обеспечения наилучшей визуализации брюшной полости и выполнен доступ к мочеточникам на наличие видимых патологий.

2. Морфометрические методы. Отпрепарированные мочеточники кошек отделяли от окружающих тканей, измеряли их длину и диаметр в сантиметрах с помощью электронного штангенциркуля («Carbon Fiber Composites Digital Caliper Resolution 0.1mm/0.01" Accuracy:+- 0.2mm/0.01" Battery: SR44/LR44 1.5V»).

3. Гистологические методы. Для изготовления гистопрепаратов образцы брюшной стенки и мочеточников, фиксированные в 5–7% растворе нейтрального формалина, заливали в парафин по общепринятой методике. Применяя микротом, из каждого образца, получали по 10–15 сегментальных срезов толщиной от 5-10 мкм, которые затем окрашивали для получения обзорной картины гематоксилином Эрлиха и водным раствором эозина.

4. Стереометрический метод. На полученных гистосрезах брюшной стенки и мочеточников кошки определяли относительную площадь, которую занимают структурные элементы с помощью методики точечного счета А. А. Глаголева с использованием окулярной сетки Г.Г. Автандилова под стереоскопической лупой МБС-9. Сущность метода точечного счета заключается в случайном наложении сетки на микропрепарат и в подсчете количества ее узловых точек, падающих на структурные элементы органа. Количество точек, приходящихся на каждый структурный элемент, по отношению к общему числу точек, падающих на срез в целом, представляет собой относительную площадь в процентах, поскольку за 100% берется общее количество точек [1].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования проводились линейные измерения длины и диаметра мочеточников (правого и левого) у кошек и котов *(табл. 1)*. Мочеточники отходят от почек и следуют каудально вдоль большой поясничной мышцы к мочевому пузырю.

При анализе полученных результатов нужно отметить, что у всех исследуемых животных в изучаемые возрастные периоды длина правого мочеточника была длиннее на 8–10%, в то время как диаметр остаётся стабильным вне зависимости от стороны животного.

Полученные результаты согласуются с данными И. И. Некрасовой [7], которые она определила при изучении морфометрических показателей органов мочевыделительной системы кошек.

Для характеристики возрастных процессов формирования мочеточников у кошек мы предлагаем рассчитывать линейный индекс мочеточников (Им, %), учитывающий диаметр (Дм, мм) и длину (Дл, мм) мочеточника: Им= (Дм/ Дл)·100.

Линейный индекс, выражающий соотношение размеров мочеточников, демонстрирует значительные возрастные изменения, которые зависят от возраста и пола животного *(табл. 2)*. При сравнительном анализе линейного индекса правого и левого мочеточников видно, что он наиболее низкий (2,2%) у левого мочеточника, особенно у котов в определенные возрастные группы (2, 4, 5 лет). Что совпадает с клиническими исследованиями и свидетельствует о том, что обструкция конкрементами наиболее часто встречается в левом мочеточнике.

Табл. 1. Динамика линейных размеров мочеточников у кошек и котов

Возраст, лет	Пол	Количество, гол.	Правый мочеточник		Левый мочеточник	
			Длина, см	Диаметр, см	Длина, см	Диаметр, см
2	♂	3	12,41± 0,31	0,32± 0,04	11,22± 0,31	0,25± 0,03
	♀	3	10,42± 0,24	0,27± 0,02	9,94± 0,24	0,24± 0,02
3	♂	3	13,43± 0,32	0,33± 0,05	12,12± 0,42	0,25± 0,05
	♀	3	11,40± 0,34	0,29± 0,06	10,54± 0,44	0,25± 0,03
4	♂	3	12,83± 0,51	0,35± 0,05	12,03± 0,12	0,27± 0,05
	♀	3	12,49± 0,74	0,34± 0,04	10,93± 0,74	0,25± 0,02
5	♂	3	15,63± 0,11	0,35± 0,03	13,34± 0,47	0,30± 0,05
	♀	3	13,48± 0,73	0,35± 0,04	12,64± 0,32	0,30± 0,04
6	♂	3	14,02± 0,42	0,36± 0,05	12,92± 0,51	0,35± 0,06
	♀	3	12,74± 0,50	0,35± 0,07	11,73± 0,48	0,35± 0,05
Среднее значение			12,89± 0,42	0,29±0,04	11,74± 0,41	0,28±0,03

Примечание. Значения в таблицах представлены в виде среднего арифметического ± ошибка среднего (M±m). Достоверность различий между группами определялась с помощью t-критерия Стьюдента и считалась статистически значимой при $p < 0,05$.

Табл. 2. Динамика линейного индекса мочеточников у кошек и котов

Возраст, лет	Пол	Правый мочеточник, %	Левый мочеточник, %
2	♂	2,5	2,2 ⇓
	♀	2,6	2,4
3	♂	2,5	2,4
	♀	2,5	2,4
4	♂	2,7	2,2 ⇓
	♀	2,4	2,3
5	♂	2,3	2,2 ⇓
	♀	2,6	2,3
6	♂	2,6	2,7
	♀	2,7	2,9

Таким образом, можно предположить, что обструкция наиболее часто встречается у котов в левом мочеточнике, особенно в 2–5 летнем возрасте, что подтверждается данными морфометрического анализа.

В результате стереометрических исследований было установлено, что у кошек в стенке мочеточника выделяют три основных элемента: поверхностный – париетальный лист брюшины с наружной оболочкой; средний – мышечная оболочка и глубокий – слизистая оболочка с подслизистой основой, которая представлена рыхлой соединительной тканью *(рисунок)*.

Слизистая оболочка покрыта многослойным переходным эпителием (уротелием), который собирается в многочисленные складки, и составляет по данным стереометрического анализа 15,15±1,51%. Подслизистая основа хорошо выражена и равняется 19,7±2,84%. Что касается мышечной оболочки, то она занимает лидирующее положение и составляет 46,97±3,57%. Наружная оболочка вместе с париетальным листом брюшины равняется 18,19±1,33 *(табл. 3)*.

Табл. 3. Стереометрическая характеристика стенки мочеточников кошки

Структурные элементы	Толщина в среднем отделе, мм	Относительная площадь, занимаемая на гистосрезе, %
Слизистая оболочка	0,10±0,01	15,15±1,51
Подслизистая основа	0,13±0,02	19,70±2,84
Мышечная оболочка	0,31±0,03	46,97±3,57
Наружная оболочка	0,12±0,01	18,19±1,33

Таким образом в стенке мочеточника у домашних кошек лидирующее положение занимает мышечная оболочка (46,97±3,57%), затем подслизистая основа (19,70±2,84%) и наружная оболочка (18,19±1,33%), что необходимо учитывать при наложении хирургических швов *(см. табл. 3)*.

Выводы

В результате исследования установлено, что правый мочеточник у домашних кошек имеет большую длину по сравнению с левым на 8-10%, в то время как диаметр остаётся стабильным и не зависит от стороны животного. Для характеристики возрастных процессов формирования мочеточников у кошек мы предлагаем рассчитывать линейный индекс мочеточников (Им, %), который учитывает диаметр (Дм, мм) и длину (Дл, мм) мочеточника:

$$Им = (Дм / Дл) \cdot 100.$$

При сравнительном анализе линейного индекса правого и левого мочеточников видно, что он наиболее низкий (2,2%) у левого мочеточника, особенно у котов в определенные возрастные группы (2, 4, 5 лет). Что совпадает с клиническими исследования и свидетельствует о том, обструкция конкрементами наиболее часто встречается в левом мочеточнике в эти возрастные периоды.

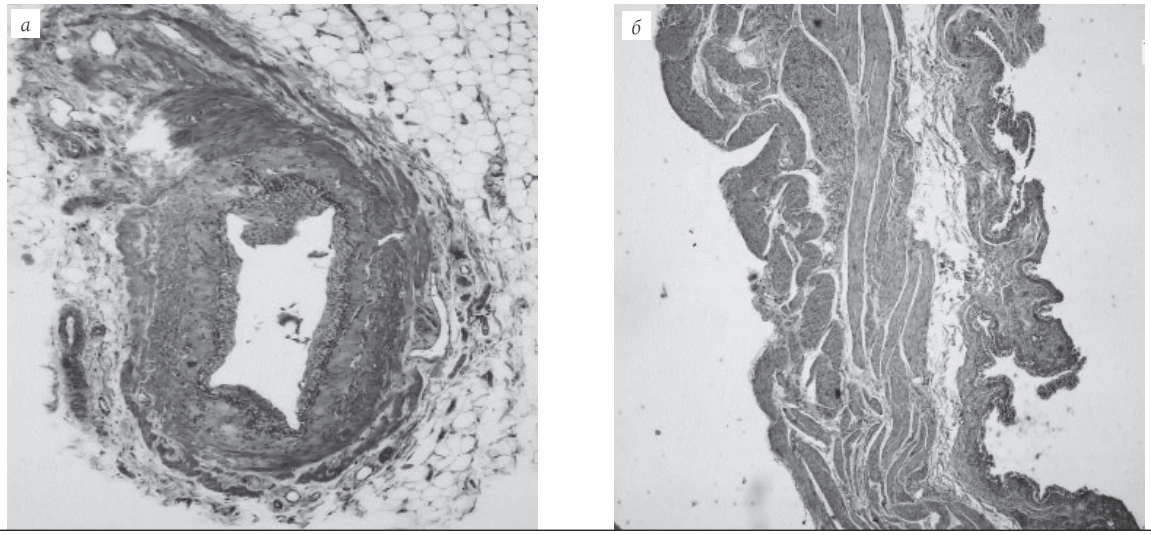


Рис. 1. Гистосрез мочеточника (а) и стенки мочеточника (б) кошки. Окраска: гематоксилин и эозин

3. Как показал стереометрический анализ у кошек в стенке мочеточника лидирующее положение занимает мышечная оболочка (46,97±3,57%), затем подслизистая основа (19,70±2,84%) и наружная оболочка (18,19±1,33%), что необходимо учитывать при наложении хирургических швов.

Литература

1. Автандилов, Г. Г. Основы количественной патологической анатомии / Г. Г. Автандилов: монография. – М, 2002. – 61 с.
2. Волкова И.Г. Анатомо-топографическое и морфологическое обоснование операций на мочевом пузыре кошек: Автореф. дисс. … канд. вет. наук. – Москва: МВА, 2000. – 18 с.
3. Вилковыский, И. Ф. Операции на органах мочевыделительной системы собак и кошек / И. Ф. Вилковыский, Д. В. Трофимцов, К. А. Жукова //Российский ветеринарный журнал. – 2015. – № 4. – С. 43-49.
4. Вилковыский, И.Ф. Абдоминальная хирургия мелких домашних животных // И. Ф. Вилковыский, К. А. Жукова, Д. В. Трофимцов, Ю.А. Ватников, С.Б.Селезнев – М.: Научная библиотека – 2018. – 208 с.
5. Жаров, А.В. Вскрытие и патоморфологическая диагностика болезней животных// А.В.Жаров, И.В.Иванов, А.П.Стрельников: руководство -М.:Колосс, 2000.- 400 с.
6. Лапшин, А. Н. Руководство по оперативной урологии мелких домашних животных / А. Н. Лапшин. // VetPharma – 2016. – 192 с.
7. Некрасова, И.И. Морфометрические показатели некоторых органов мочевыделительной системы кошек // Научное обеспечение инновационного развития животноводства. – Ижевск, – 2010. – С. 335-337.
8. Садовский Н.В. Топографическая анатомия домашних животных. – М.: Гос. изд. с.-х. литературы, 1960. – 423 с.
9. Селезнев, С.Б. Ветошкина Г.А., Аверочкин А.Н. Топографо-анатомические ориентиры координатно-фигурной мерометрии живота у кошек/ С.Б.Селезнев, Г.А.Ветошкина, А.Н.Аверочкин// Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2024. -№4 – С.31-34.
10. Татаринцев, С. А. Интрамуральная эктопия мочеточников у собак / С. А. Татаринцев, А. А. Стекольников // Ветеринария. – 2022. – № 3. – С. 62-64.
11. Фольмерхаус, Б. Анатомия собаки и кошки: справ. пособие / Б. Фольмерхаус, Й. Фервейн // М.: Аквариум – 2003. – 580 с.

References

1. Avtandilov, G. G. Fundamentals of quantitative pathological anatomy / G. G. Avtandilov: monograph. – M, 2002. – 61 p.
2. Volkova, I. G. Anatomical, topographic and morphological substantiation of operations on the urinary bladder of cats: Abstract of a Ph.D. in Veterinary Sciences. – Moscow: MBA, 2000.- 18 p.
3. Vilkovskiy, I. F. Operations on the organs of the urinary system of dogs and cats / I. F. Vilkovskiy, D. V. Trofimtsov, K. A. Zhukova // Russian Veterinary Journal. – 2015. – No. 4. – P. 43-49.
4. Vilkovskiy, I. F. Abdominal surgery of small domestic animals // I. F. Vilkovskiy, K. A. Zhukova, D. V. Trofimtsov, Yu. A. Vatnikov, S. B. Seleznev – M .: Scientific library – 2018. – 208 p.
5. Zharov, A. V. Autopsy and pathomorphological diagnostics of animal diseases // A. V. Zharov, I. V. Ivanov, A. P. Strelnikov: manual – M .: Koloss, 2000. – 400 p.
6. Lapshin, A. N. Manual on operative urology of small domestic animals / A. N. Lapshin. // VetPharma – 2016. – 192 p.
7. Nekrasova, I. I. Morphometric indicators of some organs of the urinary system of cats // Scientific support for innovative development of animal husbandry. – Izhevsk, – 2010. – P. 335-337.
8. Sadovsky N.V. Topographic anatomy of domestic animals.-M.: State Publishing House of Agricultural Literature, 1960- 423 p.
9. Seleznev, S.B. Vetoshkina G.A., Averochkin A.N. Topographic and anatomical landmarks of coordinate-figure merometry of the abdomen in cats / S.B.Seleznev, G.A.Vetoshkina, A.N.Averochkin // Theoretical and applied problems of the APK. – 2024. – №4 – P.31-34.
10. Tatarintsev, S.A. Intramural ectopia of the ureters in dogs / S.A. Tatarintsev, A.A. Stekolnikov // Veterinary science. – 2022. – No. 3. – P. 62-64.
11. Volmerhaus, B. Anatomy of dogs and cats: reference book. manual / B. Volmerhaus, J. Verwein // M.: Aquarium – 2003. – 580 p.

A. N. Averochkin[1], G. A. Vetoshkina[2], S. B. Seleznev[1]

[1]Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin
alex1239.aa@yandex.ru, seleznev1961@mail.ru

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF URETERS IN DOMESTIC CATS

This study was carried out in the experimental research laboratory of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian and Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba in the period from 2019 to 2025. The aim of this study was to study the structural organization of the right and left ureters in domestic cats of various breeds aged 2 to 5 years. To achieve this goal, a set of morphological analysis methods was used, including: macro– and micropreparation, morphometry taking into account linear indicators, light microscopy and stereometric analysis of the ureter wall. As a result of the study, it was found that the right ureter in domestic cats is 8–10% longer than the left, while the diameter remains stable and does not depend on the side of the animal. To characterize age–related processes of ureter formation in cats, we propose to calculate the linear index of the ureters (Im, %), which takes into account the diameter (Dm, mm) and length (L, mm) of the ureter: Im = (Dm / L) x 100. When comparing the linear index of the right and left ureters, it is clear that it is the lowest (2.2%) in the left ureter, especially in cats in certain age groups (2, 4, 5 years). Which coincides with clinical studies and indicates that obstruction by stones most often occurs in the left ureter and in these age periods. According to stereometric analysis, in domestic cats, the muscular membrane occupies a leading position in the ureter wall (46.97 ± 3.57%), then the submucosa (19.70 ± 2.84%) and the outer membrane (18.19 ± 1.33%), which must be taken into account when applying surgical sutures.

Key words: cats, ureters, morphometry, stereometry.

К вопросу о целесообразности использования специальных налоговых режимов сельскохозяйственными организациями пчеловодческого направления

УДК 336.25
DOI: 10.32935/2221-7312-2025-64-2-50-56

И. В. Оробинская (д.э.н.), **У. В. Кошенкова**
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,
orob–irina@yandex.ru

Сельскохозяйственные организации в настоящее время нуждаются в поддержке со стороны государства, в частности в отрасли пчеловодства, поскольку производство пчеловодческой продукции в основном происходит за счет работы крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств. Для сельскохозяйственных производителей предусмотрен специальный налоговый режим, который призван снизить налоговую нагрузку, что должно привести к повышению заинтересованности сельскохозяйственных товаропроизводителей к развитию сельского хозяйства, в том числе и отрасли пчеловодства. Однако в нынешних условиях и с учетом всех нововведений, вступивших в силу с 1 января 2025 г., применение единого сельскохозяйственного налога организациями не приводит к снижению налоговой нагрузки по сравнению с нагрузкой на общей системе налогообложения. Научная новость исследования заключается в разработке комплексного подхода к систематизации данных о налогообложении аграрного сектора, включая анализ нормативно-правовых актов, финансовой отчётности предприятий исследуемой отрасли и динамики налоговых платежей. Проведён сравнительный анализ фискальной нагрузки сельхозпроизводителей при ЕСХН (единый сельскохозяйственный налог) и ОСН (общая система налогообложения) отрасли пчеловодства с применением экономико-математического моделирования, что позволило количественно оценить влияние налоговых ставок, вычетов, льгот и административных издержек. Установлено, что в текущих экономических условиях использование ОСН обеспечивает минимальную совокупную нагрузку за счёт оптимизации НДС, доступа к субсидиям и снижения косвенных расходов. Этот вывод противоречит устоявшемуся представлению о преимуществе спецрежимов для аграриев. Результаты исследования раскрывают противоречия в налоговой политике и предлагают практические рекомендации по выбору оптимальной системы с учётом специфики предприятия, что вносит вклад в теорию налогового менеджмента и формирование эффективной фискальной стратегии для АПК.

Ключевые слова: единый сельскохозяйственный налог, налоговая нагрузка, общая система налогообложения, налоговое законодательство, сельское хозяйство, пчеловодство, налоговые льготы, бюджет, НДС, сельскохозяйственные товаропроизводители.

Введение

Отрасль пчеловодства в России в основном функционирует за счет деятельности крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств, поскольку на работу отрасли оказывают негативное влияние ряд факторов, в том числе экологического, социального и экономического характера. С точки зрения экономики деятельность данной отрасли не позволяет организациям получать меры государственной поддержки, поскольку такие меры в основном направлены на поддержку наиболее распространенных отраслей, например, отрасли молочного и мясного скотоводства. Единственной мерой поддержки отрасли является возможность применения налоговых льгот и специальных налоговых режимов, предусмотренных для всех сельскохозяйственных товаропроизводителей.

При сравнении условий по единому сельскохозяйственному налогу и общей системы налогообложения становится ясно, что с учетом нововведений в налоговом законодательстве России применение единого сельскохозяйственного налога нецелесообразно (для предприятий, доход которых за предыдущий период превысил лимит в 60 млн. руб.), поскольку с его использованием налоговая нагрузка значительно возрастает. Целью исследования является изучение перспектив развития отрасли пчеловодства с точки зрения адаптации налоговой и государственной поддержки к современному состоянию данного направления сельского хозяйства.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи: охарактеризованы основные особенности функционирования отрасли пчеловодства в России; определен перечень нововведений в налоговом законодательстве, влияющие на развитие отрасли; исследована величина налоговой нагрузки на примере сельскохозяйственного предприятия Рязанской области; разработаны рекомендации, касающиеся реформирования действующей налоговой политики, расширения государственной поддержки отрасли пчеловодства, стимулирования кооперации и технологического развития пчеловодческого направления, правового регулирования отрасли, а также сформированы практические предложения для пчеловодческих предприятий.

Материал и методы исследования

Как теоретическая и методологическая основа исследования выступили научные труды отечественных ученых, законодательные и нормативно-правовые акты, материалы статистического наблюдения по отрасли пчеловодства России и аналитические данные ФНС России. В качестве методов проведения экономического исследования использованы монографический, абстрактно-логический и другие методы.

Результаты исследования и их обсуждение

Традиционной для нашей страны является отрасль пчеловодства, которая позволяет получать специфические продукты, в том числе натуральный мед, пчелиный воск, прополис, пергу, маточное молочко, пчелиный яд, забрус. Каждый из данных продуктов используется в различных отраслях, например, в медицине, фармакологии, парфюмерно-косметическом производстве, полиграфии, кораблестроении, радиотехнической промышленности и других отраслях народного хозяйства [5]. Несмотря на такой широкий спектр применения продукции пчеловодства, отрасль функционирует в основном за счёт деятельности субъектов малого агробизнеса, в частности крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств, что подтверждается статистическими данными *(рис. 1)*.

Так, по итогам 2023 года было произведено 64510 т натурального меда, в том числе за счет сельскохозяйственных организаций (660 т), крестьянских (фермерских) хозяйств (3488 т) и хозяйств населения (60363 т).

Отрасль пчеловодства в нынешних условиях функционирования экономики находится в кризисном положении, поскольку подвержена негативному влиянию экономических, социальных и экологических факторов, к которым можно отнести:

Рис. 1. Структура производства натурального меда в России по итогам 2023 г.

– изменение климатических условий, в частности, аномально жаркие летние периоды; подобные погодные условия, во-первых, способствуют повышению численности вредителей для пчелиных семей, а, во-вторых, вызывают «перегрев» ульев, что сказывается на численности пчел и качестве их работы;

– несоблюдение пчеловодческими и растениеводческими организациями требований Федерального закона от 30.12.2020 № 490-ФЗ «О пчеловодстве в Российской Федерации», что проявляется в неосторожном использовании агрохимикатов растениеводческими предприятиями и отсутствии мер предосторожности со стороны пчеловодческих хозяйств, что приводит к массовому отравлению пчелосемей и др.

Для поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, в том числе и в отрасли пчеловодства, введен специальный налоговый режим – единый сельскохозяйственный налог, который призван снизить налоговую нагрузку сельскохозяйственных предприятий, что в целом должно привести к развитию сельского хозяйства в нашей стране [2, 4, 7, 8].

Согласно данным отчета Федеральной налоговой службы о налоговой базе и структуре начислений по ЕСХН[1] по итогам 2023 года сумма начисленного ЕСХН составила 20 733 707 тыс. руб., в том числе 11 649 361 тыс. руб. за счет сельскохозяйственных организаций, а 9 084 346 тыс. руб. за счет индивидуальных предпринимателей и крестьянских (фермерских) хозяйств. Структура налогоплательщиков по ЕСХН представлена на *рис. 2*.

При исследовании применения ЕСХН в рамках округов Российской Федерации было установлено *(рис. 3)*, что наиболее распространено применение ЕСХН среди сельскохозяйственных организаций, расположенных в центральном (18 331 ед.), уральском (3 841 ед.) и северо-западном (2951 ед.) федеральных округах. На *рис. 3* наглядно представлено, что наиболь-

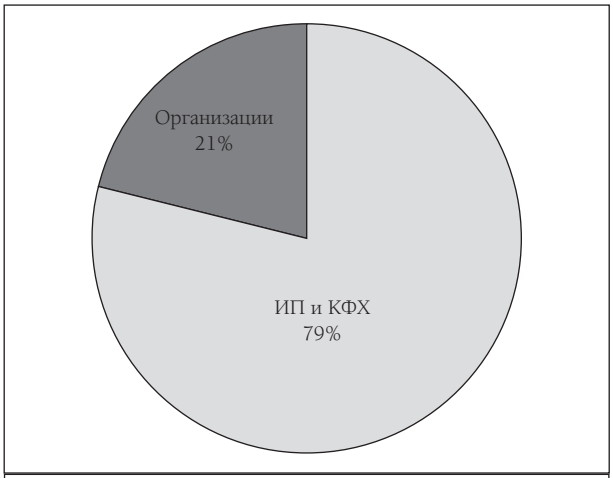


Рис. 2. Структура налогоплательщиков, представивших налоговые декларации по единому сельскохозяйственному налогу по итогам 2023 г.

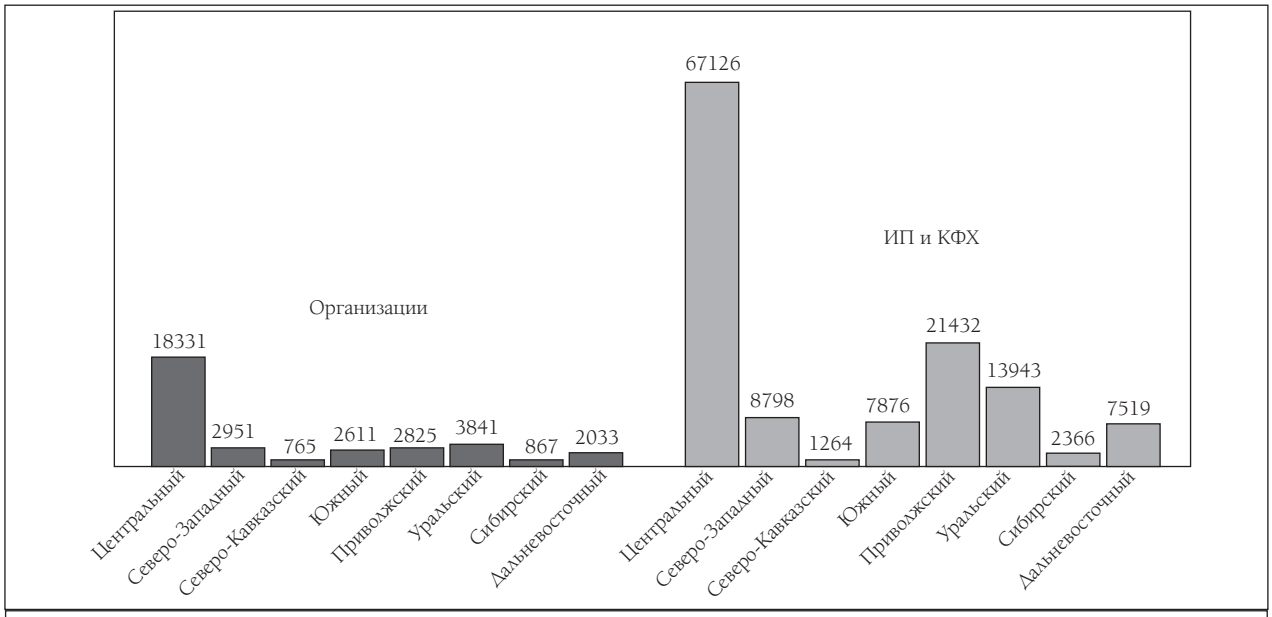


Рис. 3. Структура налогоплательщиков ЕСХН по округам РФ по итогам 2023 года, ед./чел.

шее количество экономических субъектов (среди ИП и КФХ) сконцентрировано в центральном, приволжском и уральском федеральных округах, где расположено 67 126 ед./чел., 21 432 ед./чел. и 13 943 ед./чел. соответственно.

Однако, если рассматривать структуру начислений ЕСХН по округам РФ *(рис. 4)*, то наибольшая сумма начислений отмечается в дальневосточном, северо-западном и южном федеральном округах, где по итогам 2023 года было начислено ЕСХН сельскохозяйственными организациями в сумме 3 038 759 тыс. руб., 2 326 991 тыс. руб. и 2 254 251 тыс. руб. соответственно, а среди ИП и КФХ — в таких федеральных округах как южный (4 340 806 тыс. руб.), центральный (1 635 515 тыс. руб.) и приволжский (1 478 945 тыс. руб.).

Изначально единый сельскохозяйственный налог предполагал льготы для сельскохозяйственных товаропроизводителей в части уплаты налога на добавленную стоимость, налога на имущество организаций и налога на прибыль. При отсутствии платы за вышеперечисленные налоги налоговая нагрузка сельскохозяйственных организаций значительно снижалась, однако с 2017 г. были внесены кардинальные изменения в налоговое законодательство РФ в отношении плательщиков ЕСХН. Соответственно с 2018 г. возникло обязательство уплаты налога на имущество организаций, а в дальнейшем — по уплате НДС при соблюдении некоторых условий [3, 6].

С 1 января 2025 г. в силу вступили многочисленные изменения в налоговом законодательстве Российской Федерации (в частности внедрение прогрессивной шкалы НДФЛ; увеличение ставки налога на прибыль организаций до 25%; установление федерального инвестиционного налогового вычета; увеличены пороговые

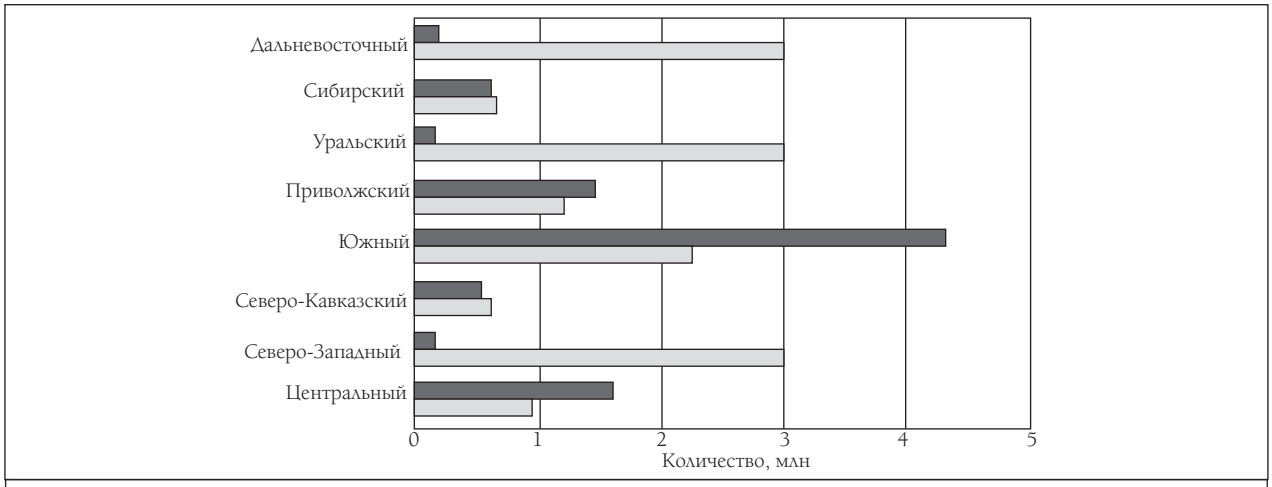


Рис. 4. Структура исчисленного ЕСХН по округам РФ по итогам 2023 года, тыс. руб.: ■ — ИП и КФК; ■ — организации

показатели для перехода на УСН и сохранения этого режима; отменены повышенные ставки налога при УСН; внедрение автоУСН; ввод пониженного тарифа страховых взносов для субъектов МСП, занятых обрабатывающим производством; внедрение туристического налога; налоговая амнистия при дроблении бизнеса и др.), некоторые из нововведений делают нецелесообразным применение единого сельскохозяйственного налога, поскольку по общей системе налогообложения налоговая нагрузка предприятия значительно меньше.

В совокупности исследования позволяют предположить, что обязанность уплачивать косвенный налог (НДС) крупными сельхозтоваропроизводителями, применяющих ЕСХН, является одним из ключевых недостатков данного режима. Это условие усложняет документооборот и увеличивает налоговую нагрузку предприятия. Также введение прогрессивной шкалы налогообложения для ИП снижает выгоду замены НДФЛ единым налогом, особенно для ИП с высоким доходом. Применение ЕСХН требует соблюдения 70% порога по выручке от сельхозпродукции, однако это затрудняет его совмещение с другими видами деятельности (например, агротуризм), которые могут снижать процентное соотношение доли сельхоздоходов. Необходимо подчеркнуть, что отрасль пчеловодства в настоящее время является привлекательной в сфере агротуризма, при этом введенный туристический налог для предприятий, развивающих сельский туризм (1% от стоимости проживания) не учитывается в расходах при исчислении налоговой базы по ЕСХН, что увеличивает затраты предприятия.

Рассмотрим данное предположение на примере ООО «Орион» Рязанского района Рязанской области, где функционируют как отрасль растениеводства, так и животноводства, в том числе пчеловодство. Рассчитаем налоговую нагрузку [10, 11] по общей системе налогообложения и с использованием единого сельскохозяйственного налога.

При использовании общей системы налогообложения для сельскохозяйственных организаций используется льготная ставка налога на прибыль в 0% (гл. 25 ст. 284 п. 1.3 НК РФ), поэтому налоговая нагрузка согласно методике Министерства финансов РФ, составляет 13%. При этом стоит отдельно отметить, что налог на имущество организаций, в частности по отрасли пчеловодства, минимальный, поскольку в технологическом цикле используется небольшое количество оборудования (медогонка, воскоплав и т.д.).

При использовании единого сельскохозяйственного налога важно учесть, что освобождение от уплаты НДС с 1 января 2025 г. получают только те организации, доходы которых за предыдущий период (без учета НДС) не превысили 60 млн руб. В нашем случае за предыдущий период доход составил более 60 млн. руб., следовательно, от уплаты НДС организация не освобождена. В таком случае, налоговая нагрузка составляет 15,4%. Соответственно, при использовании единого сельскохозяйственного налога ввиду отсутствия освобождения от НДС налоговая нагрузка значительно выше, чем при использовании общей системы налогообложения.

В целом анализ подтверждает, что налоговая реформа 2025 г. направленная на увеличение доходов бюджета, существенно сократила преимущества ЕСХН для средних и крупных сельхозтоваропроизводителей. Так, обязательность НДС, прогрессивный НДФЛ, риски перехода на общий режим налогообложения и административные барьеры делают этот режим менее гибким и выгодным. Малым предприятиям остающимся в лимите 60 млн рублей, ЕСХН по-прежнему может быть полезен, но требует тщательного планирования и контроля за долей сельхоздоходов.

Выводы

В статье исследуется состояние традиционной для нашей страны отрасли пчеловодства, которая позволяет получать широкий спектр пчелопродуктов, используемых в различных отраслях народного хозяйства. Работа отрасли в основном зависит от малых форм агробизнеса (фермерских и личных подсобных хозяйств) и подвержена негативному влиянию экологических, социальных и экономических факторов.

Для эффективного функционирования пчеловодства России требуется поддержка со стороны государства. При этом отметим, что действующие меры государственной поддержки, включая единый сельскохозяйственный налог (ЕСХН), неэффективны. Изменения в налоговом законодательстве (например, введение НДС и налога на имущество для плательщиков ЕСХН) увеличили налоговую нагрузку, делая общую систему налогообложения (ОСН) более выгодной для сельхозпроизводителей.

Результаты проведенного исследования подчеркивают кризисное положение отрасли пчеловодства, вызванное, как с внешними факторами (изменение климата, нарушение законодательства), так и неадаптированностью налоговых инструментов к современным условиям.

В этой связи мы считаем целесообразно реформировать налоговую политику государства, в частности пересмотреть критерии применения ЕСХН, увеличив лимит доходов для освобождения от НДС (с 60 млн рублей), чтобы сохранить его льготный статус для малых и средних хозяйств; ввести целевые субсидии или налоговые каникулы для пчеловодческих хозяйств, учитывая их вклад в экосистему и смежные отрасли (медицина, фармацевтика).

Также немаловажно расширить меры государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, в том числе включить пчеловодство в перечень приоритетных отраслей сельского хозяйства

для доступа к субсидиям, аналогичным программам для молочного и мясного скотоводства; создать программы страхования рисков, связанных с климатическими изменениями и заболеваниями пчел.

С точки зрения кооперации и технологического развития отрасли целесообразно развивать кооперативы среди малых хозяйств для снижения издержек и повышения конкурентоспособности; внедрять образовательные программы по современным методам пчеловодства и экологическим стандартам.

Поскольку отрасль пчеловодства находится в кризисном состоянии в связи с нарушениями правового характера, то необходимо ужесточить контроль за соблюдением Федерального закона «О пчеловодстве» со стороны растениеводческих и пчеловодческих организаций; разработать меры компенсации для хозяйств, пострадавших от нарушений экологических норм (например, использования пестицидов).

Для каждого отдельного предприятия, занимающегося производством продукции пчеловодства, для повышения эффективности работы отрасли рационально проводить ежегодный анализ налоговой нагрузки для выбора оптимального режима (ЕСХН или ОСН) с учетом изменений в законодательстве; активнее использовать возможности федеральных инвестиционных вычетов и пониженных тарифов страховых взносов для малого бизнеса.

Таким образом, исследование демонстрирует необходимость срочных мер по адаптации налоговой и государственной поддержки к реалиям отрасли пчеловодства. Реализация предложенных инициатив может способствовать стабилизации отрасли, повышению её экономической устойчивости и сохранению экологической роли пчеловодства в агроэкосистеме.

Литература

1. Карпенко А. И. Совершенствование механизма налогообложения организаций АПК / А. И. Карпенко // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 25 апреля 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», 2024. – С. 28-32.
2. Борискина О. В. Налоговая поддержка деятельности малого и среднего предпринимательства по ЕСХН / О. В. Борискина // Социально-экономическое развитие современной России: актуальные вопросы, достижения и инновации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Орел, 16 июня 2020 года. – Орел: Общество с ограниченной ответственностью полиграфическая фирма «Картуш», 2020. – С. 224-228.
3. Ермаков К. Проблемы ЕСХН в современных условиях / К. Ермаков, Т. М. Коноплянник // Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 6-4(52). – С. 235-237.
4. Карапетян Г. Т. Место и роль ЕСХН в развитии сельского хозяйства в России / Г. Т. Карапетян // Моя профессиональная карьера. – 2022. – Т. 1, № 32. – С. 148-153.
5. Кошенкова У. В. Анализ производства и реализации продукции пчеловодства в России / У. В. Кошенкова // Современное состояние и организационно-экономические проблемы развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры экономики АПК экономического факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 22 ноября 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 43-46.
6. Кутдусова Г. В. ЕСХН и НДС: переходный период / Г. В. Кутдусова // Форум молодых ученых. – 2019. – № 2(30). – С. 914-918.
7. Ломакина О. В. ЕСХН-стимул для развития сельхозпроизводителей Алтайского края / О. В. Ломакина // Инновации в науке: пути развития: Материалы VIII Международной заочной научно-практической конференции, Чебоксары, 26 декабря 2016 года / Главный редактор М. П. Нечаев. – Чебоксары: Негосударственное образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования «Экспертно-методический центр», 2017. – С. 206-208.
8. Мазур Л. В. Региональные особенности формирования налоговой базы по ЕСХН в ЦФО / Л. В. Мазур, Е. А. Боброва // Вестник ОрелГИЭТ. – 2019. – № 4(50). – С. 18-24.
9. Сравнительная характеристика и анализ налогообложения сельскохозяйственных организаций / Ю. Н. Павленко, М. В. Калинская, М. В. Жданова, Л. М. Писарева // Естественно-гуманитарные исследования. – 2023. – № 4(48). – С. 272-276.
10. Орлова В. М. Современные методики расчета налоговой нагрузки на предприятии. – Москва: Налоги, 2015. – 293 с.
11. Оробинская И.В., Пыльцина М.В., Семенова К.Е. Концептуальные основы определения налоговой нагрузки организаций в России: генезис и современные парадигмы // Налоги и налогообложение. 2025. № 1. С. 64-74.
12. Чепелева К. В. Оценка эффективности систем налогообложения субъектами АПК Красноярского края / К. В. Чепелева, А. Ш. Тортен-Оол // Научно-практические аспекты развития АПК: Материалы национальной научной конференции, Красноярск, 18 ноября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 320-324.
13. Актуальные проблемы финансирования и налогообложения АПК в условиях глобализации экономики: Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 21-22 марта 2022 года / Под научной редакцией Н. Ф. Зарук, А. В. Носова, О. А. Тагировой. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – 163 с.
14. Кривозубова Н. В. Особенности налогообложения предприятий АПК и налоговые риски сельхозпроизводителей в РФ / Н. В. Кривозубова, Ю. В. Мельникова // Управление политикой развития малого бизнеса в условиях инновационно-инвестиционного и когнитивного подхода: теория, практика, проблемы: Сборник статей по итогам Всероссийского конкурса

исследовательских работ преподавателей, студентов, аспирантов и докторантов, Волгоград, 03 апреля – 15 апреля 2020 года. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью «Сфера», 2020. – С. 58-60.
15. Мануйлова О. С. Анализ особенностей системы налогообложения областей Центрально-Черноземного региона в целях развития отраслей АПК. Болычева Е. А. // Вестн. Кур. гос. с.-х. акад.. – Курск, 2018. – № 9. – С. 284-290. – Реф. англ. – Библиогр.: с. 289-290. Шифр 09-118Б / О. С. Мануйлова // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. – 2020. – № 1. – С. 65.
16. Кокорев Н. А. Некоторые аспекты учета операций по налогообложению при использовании средств государственной помощи в организациях АПК / Н. А. Кокорев, П. М. Бригадирова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24-26 марта 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 96-98.
17. Цыгановкин Д. А. Объем налогообложения в воспроизводственном процессе АПК / Д. А. Цыгановкин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28-29 марта 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 423-427.
18. Koumanakos E. Corporate tax compliance during macroeconomic fluctuations // Journal of Accounting and Taxation. – 2017. – Vol. 9. – P. 36-55.
19. Athira A., & Ramesh Vishnu K. Economic policy uncertainty and tax avoidance: International evidence // Emerging Markets Review. – 2024. – Vol. 60. – Article 101135.
20. Guo S., & Zheng M. Political risk and corporate tax behavior: firm-level evidence // SSRN Electron. J. – 2020.
21. Chen M., Zhao K., & Jin W. Corporate digital transformation and tax avoidance: evidence from China // Pacific-Basin Finance Journal. – 2024. – Vol. 85. – Article 102400.

Литература

1. Karpenko A. I. Sovershenstvovanie mekhanizma nalogooblozheniya organizatsii APK / A. I. Karpenko // Ekonomiko-matematicheskie metody analiza deyatel'nosti predpriyatii APK: Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Saratov, 25 aprelya 2024 goda. – Saratov: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Saratovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni N.I. Vavilova", 2024. – S. 28-32.
2. Boriskina O. V. Nalogovaya podderzhka deyatel'nosti malogo i srednego predprinimatel'stva po ESKhN / O. V. Boriskina // Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie sovremennoi Rossii: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Orel, 16 iyunya 2020 goda. – Orel: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu poligraficheskaya firma "Kartush", 2020. – S. 224-228.
3. Ermakov K. Problemy ESKhN v sovremennykh usloviyakh / K. Ermakov, T. M. Konoplyannik // Evraziiskoe Nauchnoe Ob"edinenie. – 2019. – № 6-4(52). – S. 235-237.
4. Karapetyan G. T. Mesto i rol' ESKhN v razvitii sel'skogo khozyaistva v Rossii / G. T. Karapetyan // Moya professional'naya kar'era. – 2022. – T. 1, № 32. – S. 148-153.
5. Koshenkova U. V. Analiz proizvodstva i realizatsii produktsii pchelovodstva v Rossii / U. V. Koshenkova // Sovremennoe sostoyanie i organizatsionno-ekonomicheskie problemy razvitiya APK: Materialy natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 70-letiyu kafedry ekonomiki APK ekonomicheskogo fakul'teta Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I, Voronezh, 22 noyabrya 2023 goda. – Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet im. Imperatora Petra I, 2023. – S. 43-46.
6. Kutdusova G. V. ESKhN i NDS: perekhodnyi period / G. V. Kutdusova // Forum molodykh uchenykh. – 2019. – № 2(30). – S. 914-918.
7. Lomakina O. V. ESKhN-stimul dlya razvitiya sel'khozproizvoditelei Altaiskogo kraya / O. V. Lomakina // Innovatsii v nauke: puti razvitiya: Materialy VIII Mezhdunarodnoi zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Cheboksary, 26 dekabrya 2016 goda / Glavnyi redaktor M. P. Nechaev. – Cheboksary: Negosudarstvennoe obrazovatel'noe chastnoe uchrezhdenie dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya "Ekspertno-metodicheskii tsentr", 2017. – S. 206-208.
8. Mazur L. V. Regional'nye osobennosti formirovaniya nalogovoi bazy po ESKhN v TsFO / L. V. Mazur, E. A. Bobrova // Vestnik OrelGIET. – 2019. – № 4(50). – S. 18-24.
9. Sravnitel'naya kharakteristika i analiz nalogooblozheniya sel'skokhozyaistvennykh organizatsii / Yu. N. Pavlenko, M. V. Kalinskaya, M. V. Zhdanova, L. M. Pisareva // Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya. – 2023. – № 4(48). – S. 272-276.
10. Orlova V. M. Sovremennye metodiki rascheta nalogovoi nagruzki na predpriyatii. – Moskva: Nalogi, 2015. – 293 s.
11. Orobinskaya I.V., Pyl'tsina M.V., Semenova K.E. Kontseptual'nye osnovy opredeleniya nalogovoi nagruzki organizatsii v Rossii: genezis i sovremennye paradigmy // Nalogi i nalogooblozhenie. – 2025. – № 1. – S. 64-74.
12. Chepeleva K. V. Otsenka effektivnosti sistem nalogooblozheniya sub"ektami APK Krasnoyarskogo kraya / K. V. Chepeleva, A. Sh. Torten-Ool // Nauchno-prakticheskie aspekty razvitiya APK: Materialy natsional'noi nauchnoi konferentsii, Krasnoyarsk, 18 noyabrya 2022 goda. – Krasnoyarsk: Krasnoyarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023. – S. 320-324.
13. Aktual'nye problemy finansirovaniya i nalogooblozheniya APK v usloviyakh globalizatsii ekonomiki: Sbornik statei VIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Penza, 21-22 marta 2022 goda / Pod nauchnoi redaktsiei N. F. Zaruk, A. V. Nosova, O. A. Tagirovoi. – Penza: Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022. – 163 s.

14. Krivozubova N. V. Osobennosti nalogooblozheniya predpriyatii APK i nalogovye riski sel'khozproizvoditelei v RF / N. V. Krivozubova, Yu. V. Mel'nikova // Upravlenie politikoi razvitiya malogo biznesa v usloviyakh innovatsionno-investitsionnogo i kognitivnogo podkhoda: teoriya, praktika, problemy: Sbornik statei po itogam Vserossiiskogo konkursa issledovatel'skikh rabot prepodavatelei, studentov, aspirantov i doktorantov, Volgograd, 03 aprelya – 15 aprelya 2020 goda. – Volgograd: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "Sfera", 2020. – S. 58-60.
15. Manuilova O. S. Analiz osobennostei sistemy nalogooblozheniya oblastei Tsentral'no-Chernozemnogo regiona v tselyakh razvitiya otraslei APK. Bolycheva E. A. // Vestn. Kur. gos. s.-kh. akad.. – Kursk, 2018. – № 9. – S. 284-290. – Ref. angl. – Bibliogr.: s. 289-290. Shifr 09-118B / O. S. Manuilova // Ekonomika sel'skogo khozyaistva. Referativnyi zhurnal. – 2020. – № 1. – S. 65.
16. Kokorev N. A. Nekotorye aspekty ucheta operatsii po nalogooblozheniyu pri ispol'zovanii sredstv gosudarstvennoi pomoshchi v organizatsiyakh APK / N. A. Kokorev, P. M. Brigadirova // Innovatsionnye idei molodykh issledovatelei dlya agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Penza, 24-26 marta 2021 goda. – Penza: Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2021. – S. 96-98.
17. Tsyganovkin D. A. Ob"em nalogooblozheniya v vosproizvodstvennom protsesse APK / D. A. Tsyganovkin // Innovatsionnye idei molodykh issledovatelei dlya agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, Penza, 28-29 marta 2024 goda. – Penza: Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024. – S. 423-427.
18. Koumanakos E. Corporate tax compliance during macroeconomic fluctuations // Journal of Accounting and Taxation. – 2017. – Vol. 9. – P. 36-55.
19. Athira A., & Ramesh Vishnu K. Economic policy uncertainty and tax avoidance: International evidence // Emerging Markets Review. – 2024. – Vol. 60. – Article 101135.
20. Guo S., & Zheng M. Political risk and corporate tax behavior: firm-level evidence // SSRN Electron. J. – 2020.
21. Chen M., Zhao K., & Jin W. Corporate digital transformation and tax avoidance: evidence from China // Pacific-Basin Finance Journal. – 2024. – Vol. 85. – Article 102400.

I. V. Orobinskaya, U. V. Koshenkov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I
orob–irina@yandex.ru

ON THE QUESTION OF THE EXPEDIENCY OF USING SPECIAL TAX REGIMES BY AGRICULTURAL ORGANIZATIONS OF THE BEEKEEPING FIELD

Agricultural organizations currently need support from the state, particularly in the beekeeping industry, as the production of beekeeping products mainly takes place due to the efforts of peasant (farm) and personal subsidiary farms. A special tax regime is provided for agricultural producers, which is intended to reduce the tax burden, which should lead to increased interest among agricultural producers in the development of agriculture, including the beekeeping industry. However, under the current conditions and taking into account all the innovations that come into effect on January 1, 2025, the application of the unified agricultural tax by organizations does not lead to a reduction in the tax burden compared to the burden under the general taxation system. The subject of the research is the economic relations arising from the calculation of the tax burden under different taxation systems by agricultural organizations. The object of the research is the changes in the tax legislation of the Russian Federation. The theoretical and methodological basis of the research includes scientific works of domestic scholars, legislative and regulatory legal acts, statistical observation materials on the beekeeping industry in Russia, and analytical data from the Federal Tax Service of Russia. The methods used for economic research include monographic, abstract–logical, and others. The scientific novelty of the research lies in the development of a comprehensive approach to the systematization of data on the taxation of the agricultural sector, including the analysis of regulatory legal acts, financial statements of enterprises in the studied industry, and the dynamics of tax payments. A comparative analysis of the fiscal burden on agricultural producers under the Unified Agricultural Tax (UAT) and the General Tax System (GTS) in the beekeeping industry was conducted using economic and mathematical modeling, which allowed for a quantitative assessment of the impact of tax rates, deductions, benefits, and administrative costs. It was established that under current economic conditions, the use of the GTS ensures minimal total burden due to the optimization of VAT, access to subsidies, and a reduction in indirect costs. This conclusion contradicts the established view of the advantages of special regimes for agricultural producers. The results of the research reveal contradictions in tax policy and offer practical recommendations for choosing the optimal system considering the specifics of the enterprise, contributing to the theory of tax management and the formation of an effective fiscal strategy for the agricultural sector.

Key words: single agricultural tax, tax burden, general taxation system, tax legislation, agriculture, beekeeping, tax benefits, budget, VAT, agricultural producers.