

ИЗВЕСТИЯ

ТИМИРЯЗЕВСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

Научно–теоретический журнал
Российского государственного аграрного университета —
МСХА имени К.А. Тимирязева

Сообщаются результаты экспериментальных, теоретических и методических исследований в различных областях сельскохозяйственной науки и практики, выполненных в разных природно–экономических зонах страны

Основан в 1878 году
6 номеров в год

Выпуск
5
сентябрь–октябрь

Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: д.с.-х.н., д.э.н., академик РАН, проф. **В.И. Трухачев**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.с.-х.н., профессор **С.Л. Белопухов**; доктор наук, PhD, профессор **Р. Валентини** (Италия);
д.б.н., профессор **И.И. Васенев**; д.э.н., профессор **Р.С. Гайсин**;
д.э.н., профессор **А.В. Голубев**; д.с.-х.н., профессор **С.А. Грикшас**;
д.с.-х.н., профессор **Ж. Данаилов** (Болгария); д.б.н., профессор **Ф.С. Джалилов**;
профессор **Д.А. Джукич** (Сербия); д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Н.Н. Дубенок**;
д.в.н., профессор **Г.П. Дюльгер**; д.б.н., профессор **А.А. Иванов**;
д.б.н., профессор, академик РАН **В.И. Кирюшин**; д.б.н., профессор **В.Н. Корзун** (Германия);
д.в.н., профессор **Р.Г. Кузьмич** (Беларусь); д.б.н., профессор **Я.В. Кузяков** (Германия);
д.с.-х.н., профессор **Н.Н. Лазарев**; д.с.-х.н., профессор **В.И. Леунов**;
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **В.М. Лукомец**; д.б.н., профессор **А.Г. Маннапов**;
д.б.н., профессор, академик НАНУ и НААНУ **Д.А. Мельничук** (Украина);
к.э.н., PhD MSU, **Р.А. Мигунов**; к.с.-х.н. **Г.Ф. Монахос**; д.с.-х.н., профессор **С.Г. Монахос**;
д.б.н., профессор **В.Д. Наумов**; д.т.н., профессор, академик РАН **В.А. Панфилов**;
д.б.н., профессор **С.Я. Попов**; д.х.н., профессор **Н.М. Пржевальский**;
д.с.-х.н., профессор **А.К. Раджабов**; д.с.-х.н., профессор **Г.В. Родионов**;
д.б.н., профессор **В.С. Рубец**; д.э.н., профессор, чл.-корр. РАН **Н.М. Светлов**;
д.б.н., профессор **М.И. Селионова**; к.б.н., доцент **О.В. Селицкая**;
д.б.н., профессор **А.А. Соловьев**; д.б.н., профессор **И.Г. Тараканов**;
д.б.н., профессор **С.П. Торшин**; д.в.н., профессор **С.В. Федотов**;
д.б.н., профессор **Л.И. Хрусталева**; д.с.-х.н., профессор **В.А. Черников**;
д.э.н., профессор **С.А. Шелковников**; д.т.н., профессор **И.Н. Шило** (Беларусь);
д.с.-х.н., профессор **А.В. Шитикова**; д.с.-х.н., профессор **А.С. Шуварилов**;
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Ю.А. Юлдашбаев**

Редакция

Научный редактор – **С.С. Макаров**

Редактор – **В.И. Марковская**

Перевод на английский язык – **Н.А. Сергеева**

Компьютерная верстка – **А.С. Лаврова**

Журнал входит в перечень

ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Журнал включен в базы данных BIOSIS (WoS), RSCI (WoS),

CA(pt), CrossRef, AGRIS, РИНЦ, ядро РИНЦ

Правила оформления научных статей для опубликования в журнале «Известия ТСХА» размещены в Интернете (https://izvestia.timacad.ru/jour/manager/files/1603286771_treb_stat.pdf)

Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024

© Издательство РГАУ-МСХА, 2024

IZVESTIYA

of

Timiryazev Agricultural Academy

Academic Journal
of Russian Timiryazev State Agrarian University

The journal publishes the results of experimental,
theoretical and procedural research in different areas
of agricultural science and practice carried out
in various natural and economic zones of the country

Founded in 1878
Six issues per year

Issue

5

September–October

Moscow
Publishing house of Russian Timiryazev State Agrarian University
2024

EDITOR-IN-CHIEF: Prof. **Vladimir I. Trukhachev**,
DSc (Ag), DSc (Econ), Full Member of RAS

EDITORIAL BOARD

Prof. **Sergey L. Belopukhov**, DSc (Ag); Prof. **Riccardo Valentini**, DSc, PhD (Italy);
Prof. **Ivan I. Vasenev**, DSc (Bio); Prof. **Rafkat S. Gaysin**, DSc (Econ);
Prof. **Aleksei V. Golubev**, DSc (Econ); Prof. **Styapas A. Grikshas**, DSc (Ag);
Prof. **Zhivko Danailov**, DSc (Ag) (Bulgaria); Prof. **Fevzi S. Dzhililov**, DSc (Bio);
Prof. **Dragutin A. Djukic** (Serbia); Prof. **Nikolai N. Dubenok**, DSc (Ag), Full Member of RAS;
Prof. **Georgy P. Dulger**, DSc (Vet); Prof. **Aleksei A. Ivanov**, DSc (Bio);
Prof. **Valerii I. Kiryushin**, DSc (Bio), Full Member of RAS; Prof. **Victor N. Korzun**, DSc (Bio) (Germany);
Prof. **Rostislav G. Kuzmich**, DSc (Vet) (Belarus); Prof. **Yakov V. Kuzyakov**, DSc (Bio) (Germany);
Prof. **Nikolay N. Lazarev**, DSc (Ag); Prof. **Vladimir I. Leunov**, DSc (Ag);
Prof. **Vyacheslav M. Lukomets**, DSc (Ag), Full Member of RAS; Prof. **Alfir G. Mannapov**, DSc (Bio);
Prof. **Dmitrii A. Melnichuk**, DSc (Bio), Member of NASU and NAASU (Ukraine);
Prof. **Rishat A. Migunov**, CSc (Econ), PhD MSU; Prof. **Grigory F. Monakhos**, CSc (Ag);
Prof. **Sokrat G. Monakhos**, DSc (Ag); Prof. **Vladimir D. Naumov**, DSc (Bio);
Prof. **Victor A. Panfilov**, DSc (Eng), Full Member of RAS; Prof. **Sergei Ya. Popov**, DSc (Bio);
Prof. **Nikolai M. Przhevalskiy**, DSc (Chem); Prof. **Agamagomed K. Radzhabov**, DSc (Ag);
Prof. **Gennady V. Rodionov**, DSc (Ag); Prof. **Valentina S. Rubets**, DSc (Bio);
Prof. **Nikolai M. Svetlov**, DSc (Econ), Corresponding Member of RAS;
Prof. **Marina I. Selionova**, DSc (Bio); Assoc. Prof. **Olga V. Selitskaya**, CSc (Bio);
Prof. **Alexander A. Soloviev**, DSc (Bio); Prof. **Ivan G. Tarakanov**, DSc (Bio);
Prof. **Sergei P. Torshin**, DSc (Bio); Prof. **Sergei V. Fedotov**, DSc (Vet);
Prof. **Ludmila I. Khrustaleva**, DSc (Bio); Prof. **Vladimir A. Chernikov**, DSc (Ag);
Prof. **Sergey A. Shelkovnikov**, DSc (Econ); Prof. **Ivan N. Shilo**, DSc (Eng) (Belarus);
Prof. **Aleksandra V. Shitikova**, DSc (Ag); Prof. **Anatolii S. Shuvarikov**, DSc (Ag);
Prof. **Yusupzhan A. Yuldashbayev**, DSc (Ag), Full Member of RAS

EDITORIAL STAFF

Scientific editor – **Sergey S. Makarov**

Editor – **Vera I. Markovskaya**

Translation into English – **Natalya A. Sergeeva**

Computer design and making-up – **Anneta S. Lavrova**

The journal is listed in the VAK (Higher Attestation Commission) register
of the top peer reviewed journals and editions

The journal is also included in BIOSIS (WoS), RSCI (WoS), CA(pt), CrossRef, AGRIS,
Russian Index of Science Citation, Core Collection of Russian Index of Science Citation

Article submission guidelines of the journal “Izvestiya of TAA” are available
at https://izvestiia.timacad.ru/jour/manager/files/1603286771_treb_stat.pdf

Articles submitted by postgraduates are exempt from the processing charge

© Federal State Budget Establishment of Higher Education –
Russian Timiryazev State Agrarian University, 2024
© Publishing House of Russian Timiryazev Agrarian University, 2024

МЕТОДИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В РЕТРОСПЕКТИВЕ:
К 100-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ИНОСТРАННЫХ И РУССКОГО ЯЗЫКОВ

Т.А. ВАСИЛЬЧЕНКО, И.В. СУЛТАНОВА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Наряду со 100-летием Института экономики и управления АПК РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в 2023 г. университет отметил вековой юбилей кафедры иностранных и русского языков. Данное событие послужило поводом для авторов оглянуться на богатый методический опыт своих коллег – как предшественников, так и современников, проанализировать накопленный опыт, тенденции развития и т.д. Авторами статьи решалась задача подготовить обзор базы учебной, методической и учебно-методической литературы, созданной сотрудниками кафедры в различные временные периоды – вплоть до наших дней. Изучены хранящиеся в Центральной научной библиотеке университета образцы изданной и опубликованной литературы по преподаваемым на кафедре дисциплинам, находящиеся в свободном доступе на абонементе, в читальном зале, а также в электронной библиотечной системе. В процессе работы прослежена трансформация учебных пособий, изучена динамика их развития и совершенствования в соответствии с требованиями времени. В результате проанализировано более 100 учебников и пособий, созданных преподавателями кафедры, изданных и опубликованных с 1956 по 2024 гг. Авторы пришли к выводу о накопленном ценном методическом опыте, нашедшем отражение в учебных изданиях кафедры, об оригинальном подходе к подбору и изложению материала согласно специфике направлений обучения в академии/университете, о постепенном дополнении учебных изданий новыми типами заданий на развитие различных умений и навыков, о расширении спектра разнообразных ресурсов для обучения и соответствии мировым тенденциям в области методики преподавания иностранных языков.

Ключевые слова: учебно-методическая база, методика преподавания иностранных языков, грамматико-переводной метод, коммуникативный метод, метод медиации, развитие логического мышления, развитие критического мышления.

Введение

В 2023 г. кафедра иностранных и русского языков Института экономики и управления АПК Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева отметила свое столетие. Несмотря на то, что кафедра является обеспечивающей и не выпускает специалистов лингвистического и филологического профиля, она занимает важное место в структуре института и университета, а также играет большую роль в жизни студентов, поскольку каждый обучающийся проходит курс иностранного языка в первый год обучения. Можно сказать, что данный учебный предмет наряду с другими гуманитарными дисциплинами представляет собой неотъемлемую часть студенческой жизни каждого тимирязевца, являясь частью

своеобразной трансформационной ступени при переходе от школьной схемы освоения знаний к университетской. Неудивительно, что все эти годы в рамках кафедры проводилась и продолжается по сей день серьезная методическая, учебная и общеразвивающая работа – в первую очередь, безусловно, в области иностранных языков.

С момента своего образования и до наших дней вместе с изменениями в жизни академии/университета и страны кафедра постоянно трансформировалась как в организационном плане [63], так и с точки зрения содержания обучения.

Цель исследований: обзор учебной и учебно-методической литературы, созданной и используемой сотрудниками кафедры, с целью систематизации накопленного опыта, наблюдение и описание трансформации пособий, выявление их соответствия мировым тенденциям в области методики обучения иностранным языкам.

Материал и методы исследований

Было принято решение ограничить область исследований преимущественно источниками для обучения английскому языку как наиболее распространенному в наши дни. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: найти имеющиеся в непосредственном доступе (на абонементе, в читальном зале и электронной библиотечной системе) учебники, учебные и учебно-методические пособия, методические разработки из фондов Центральной научной библиотеки им. Н.И. Железнова, изучить изложенный в них материал, проанализировать состав заданий и методических рекомендаций, сравнить, насколько предложенный материал соответствует современным ему требованиям в сфере преподавания иностранных языков, выявить трансформационные тренды и на основе полученных результатов предложить рекомендации для дальнейшего совершенствования учебно-методической базы кафедры. Таким образом, объектом исследований стали учебные пособия, разработанные в разные годы профессорско-преподавательским составом (ППС) кафедры, а предметом исследований – входящий в их состав языковой материал, необходимый для освоения и усвоения, виды речевой деятельности, в процессе которых используется данный материал, а также типы упражнений, на которых он отрабатывается.

Было проанализировано более 100 изданий – с 1956 г. по настоящее время – для изучения английского языка. Более ранние издания не сохранились в непосредственном доступе (на абонементе или в читальном зале), однако и имеющийся материал предоставляет возможность выявить характерные черты данных источников, трансформационные тенденции и потенциал развития.

Принимая во внимание обзорный характер работы, использовали эмпирические методы исследования: сбор данных, их систематизация и анализ. Методика включала в себя сортировку изданий, изучение их содержания, выявление видов речевой деятельности, типов упражнений, применяемых методов обучения и т.п. Были запрошены все имеющиеся на абонементе и в читальном зале издания максимально раннего времени публикации. Полученные учебники и пособия были отсортированы по дате и месту издания, их авторам, профилирующим направлениям обучения, в рамках которых изучается иностранный язык. Необходимо было создать пул разнообразных, не повторяющихся изданий, которые представляли бы собой образцы типичных пособий разных лет, использовавшихся для обучения студентов. Повторяющиеся и переизданные материалы не рассматривались. Особое внимание уделялось преимущественно учебникам и пособиям, изданным в академии (ТСХА, МСХА и т.п.).

Содержание отобранных учебников и пособий было проанализировано с точки зрения наличия в них следующих компонентов: языковой и речевой материал; виды

развиваемой речевой деятельности; структурированность и последовательность; средства визуализации (схемы, таблицы, рисунки, аудио-, видеоматериал и т.п.); формы взаимодействия субъектов образовательного процесса; соотношение рецептивных и продуктивных видов деятельности студентов; упражнения для работы в парах, в группах; междисциплинарные и проектные задания; формы оценки полученных умений и навыков; интерактивные методы обучения; справочные материалы, словари, онлайн-ресурсы; доступность на цифровых платформах.

Результаты и их обсуждение

В течение долгих лет основным в преподавании иностранных языков в нашей стране был грамматико-переводной метод, который применялся на всех уровнях обучения, определял подход к структуре заданий и построению материала учебных изданий и являлся повсеместно распространенным, в том числе в МСХА им. К.А. Тимирязева. Действительно, было издано значительное количество учебных пособий, включающих в себя оригинальные тексты для чтения и перевода с глоссариями, фонетическими и грамматическими комментариями, адаптированных для различных направлений и уровней подготовки студентов, что способствует ознакомлению обучающихся с лексикой и грамматическими структурами, необходимыми для чтения профессиональной литературы [6, 14, 21, 34-36, 45, 46, 49, 50].

За время существования кафедры на ней работали преподаватели, которых по праву называют выдающимися методистами [13]. Так, уже в 1950-е гг. существовали учебники и пособия, разработанные ППС кафедры и предлагавшие комплексные методики обучения студентов иностранным языкам. Учебники, учебные пособия и методические разработки содержат не только тексты, но и систему упражнений на понимание их содержания (чтение), на активное овладение языковым материалом (задания на письмо и разговорную практику), на закрепление знаний, а именно:

- упражнения на вокабуляр из предыдущих уроков, что напоминает принцип интервального повторения, где материал периодически вспоминается для укрепления запоминания;
- задания на словообразование, которые помогают обучающимся повторять и расширять свой словарный запас за счет ранее изученных лексических единиц;
- небольшие тексты, которые обеспечивают погружение в языковой материал и развитие навыков понимания и использования языка на уровне контекста;
- задания, направленные на перевод с английского языка на русский, и наоборот, а также вопросы к тексту, что требует активного использования вокабуляра.

В учебных изданиях предусмотрено четкое деление материала урока на разделы, предназначенные для аудиторной и самостоятельной внеаудиторной работы студентов, а также регулярные промежуточные тестирования и контрольные работы, которые позволяют студентам повторять изученный материал с возрастающими интервалами, укрепляя память и улучшая результаты обучения. Эти инновации подтверждают свою эффективность как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

В дополнение к изучению лексики английского языка особое внимание уделяется фонетическому и грамматическому аспекту, поскольку оригинальные научные тексты представляют собой высокий уровень языковой сложности. В этом контексте студенты учатся не только строить формы, но и анализировать роль и значение различных грамматических элементов в предложениях и текстах, осознавая их влияние на формирование смыслового содержания. Такой аналитический подход способствует как углубленному пониманию грамматических явлений на уровне отдельных

правил, так и применению полученных знаний в практике устной и письменной коммуникации.

Начиная с 1970-х гг. учебные пособия [5, 40] содержат короткие тексты для чтения без использования словаря. Эти тексты сопровождаются заданиями, развивающими языковую догадку: определить значения выделенных слов по контексту, разделить текст на абзацы и выделить основную мысль. Подобный подход также перекликается с принципами интервального повторения, обеспечивая регулярное и разнообразное закрепление материала, а также способствует развитию навыков контекстного понимания и аналитического мышления у студентов. Появляются задания на восприятие иноязычной речи на слух [22]. Наряду с аудированием вводятся интерактивные приемы активизации продуктивной речевой деятельности – такие, как ролевые и деловые игры [41, 56]. Многие пособия неоднократно переиздавались, дополнялись новыми типами заданий.

Постепенно усложняется подход к изучению лексики: студентов обучают работать со словарной статьей, начиная с традиционных заданий на определение русского эквивалента английских слов, и наоборот (перевод), и продвигаясь к более сложным формам анализа – таким, как изучение определений слов, подбор антонимов и синонимов, словообразования, деривации. Студентам предлагается определить по суффиксам, к каким частям речи относятся определенные слова в тексте, лексическую сочетаемость, выявить многозначность слов и терминов. Этот подход не только способствует расширению словарного запаса, но и позволяет студентам понять тонкости семантических различий между близкими по значению словами и выражениями. Показывается, что они могут нести разные коннотации: одни имеют положительную окраску, другие – отрицательную, могут нести социокультурную информацию, о чем неоднократно писали в своих работах преподаватели кафедры [3, 15, 30, 32].

Кроме того, сегодня задачи эффективного и непрерывного расширения словарного запаса студентов иностранными лексическими единицами, релевантными для их будущей профессиональной деятельности, решаются благодаря современным цифровым технологиям, что является объектом изучения ППС кафедры и активно применяется в текущей практике обучения иностранным языкам [12, 61, 62].

Таким образом, систематическая работа с лексикой способствует углубленному пониманию и освоению студентами сложностей языка.

Профессиональная деятельность специалистов требует высокого уровня компетенции в чтении на иностранном языке, что включает в себя умение варьировать стратегии чтения в зависимости от коммуникативной цели и характера материала. Основные виды чтения включают в себя ознакомительное, просмотровое, поисковое и изучающее чтение, и владение ими позволяет специалистам уверенно ориентироваться в информации, взаимодействовать с ней и использовать в своей профессиональной деятельности. Регулярно издаются и публикуются учебные пособия, подготовленные сотрудниками кафедры и содержащие упражнения на развитие основных стратегий чтения и базовых навыков смысловой переработки информации, дидактический потенциал которых изложен в статьях преподавателей кафедры [55, 60].

Цифровая трансформация в сфере образования и профессиональной коммуникации стимулирует использование электронных источников информации и открывает новые возможности использования гипертекстового веб-пространства для обучения профессионально ориентированному иноязычному чтению. В связи с этим современные пособия кафедры [33] все чаще содержат не только тексты, но и ссылки на дополнительные материалы, чтобы помочь студентам развивать навыки работы в гипертекстовой среде и использовать ее в образовательных и самообразовательных

целях. Авторы намеренно используют в учебниках и пособиях ссылки на постоянно обновляющиеся интернет-ресурсы, что дает студентам возможность использовать дополнительную информацию по изучаемой теме.

В соответствии с общими тенденциями и лучшей мировой практикой все больше внимания уделяется иноязычной речевой деятельности [25]. Данный тренд имеет тенденцию развития, и современные пособия для разных направлений обращаются к парным, групповым, коллективным формам работы, которые предполагают обмен мнениями и обсуждение на иностранном языке. Предусматриваются специальные кейсы, ролевые игры и проектные работы, которые моделируют реальные коммуникативные ситуации [8, 16, 39].

В новых учебных пособиях, разрабатываемых на кафедре иностранных языков, учитываются современные подходы к коммуникативной деятельности. Студентам предлагается широкий спектр заданий, направленных на развитие навыков устной и письменной рецепции. Это способствует не только пониманию различных форм устной и письменной речи, но и обучению восприятию невербальных знаков и сигналов, которые также несут значимую информацию.

Устная рецепция включает в себя понимание устной речи, в том числе общение людей, публичные выступления, объявления и инструкции, а также аудиозаписи. Аудиовизуальная рецепция включает в себя просмотр видеоматериалов и фильмов. Чтение в свою очередь предусматривает не только понимание текста, но и поиск информации, анализ аргументов, работу с текстовыми сообщениями, письмами и экстенсивное чтение.

Еще одним важным элементом обучения иностранным языкам становится медиация как вид коммуникативной деятельности. Это находит свое отражение в таких видах работы, как передача текстовой информации, объяснение данных таблиц, рисунков, графиков, переработка текстовой информации, перевод, реферирование и критический анализ. Это предполагает гибкость в использовании различных стратегий чтения, а также умение передавать содержание текста на одном или двух языках в контексте межкультурного взаимодействия и диалога культур, помогает студентам не только научиться грамотно переводить тексты и управлять дискуссиями, но и практиковать их в реальных сценариях общения.

Профессорско-преподавательский состав кафедры предлагает подробные методические рекомендации для преподавателей, направленные на эффективную организацию занятий в неязыковом вузе, предлагает примеры занятий с использованием новых подходов и технологий: предметно-языковое интегрированное обучение (Content and Language Integrated Learning, CLIL), метод коммуникативных заданий (Task-Based Language Learning, Project-Based Language Learning), визуализация, трехмерные модели и виртуальная реальность, искусственный интеллект в образовательном процессе и т.п. [7, 17, 28, 42, 48, 52, 54, 57, 59].

С самого начала на кафедре разрабатываются собственные уникальные учебные материалы, адаптированные к специфике обучения иностранным языкам в аграрном университете. Эти материалы отражают актуальные проблемы и тематику, связанную с агрономией, животноводством, экологией и другими аспектами аграрной науки [2, 9, 10, 24, 26, 27, 29, 31, 38, 41, 47, 53]. Кроме того, активно издаются словари терминов по разным направлениям – таким, как сельское хозяйство, биология, ветеринария, экология и др. Они содержат тщательно подобранную лексику и терминологию, которая позволяет студентам и специалистам свободно общаться и работать в международной среде. Справочники являются важным инструментом для студентов и исследователей, обеспечивая доступ к специализированной лексике и терминологии в различных областях знаний [1, 58].

В последние годы кафедра интегрировала современные цифровые технологии в учебный процесс, и онлайн-справочники, словари становятся его неотъемлемой частью, предоставляя студентам важные инструменты для профессионального роста, обеспечивая актуальность и современность информации, что особенно важно в условиях стремительного научного и технологического развития. В современные пособия, подготовленные кафедрой для издания, включены задания, построенные на работе с онлайн-справочниками и словарями.

Коллектив кафедры продолжает разрабатывать новые учебные материалы, которые не только способствуют развитию языковых навыков студентов, но и мотивируют их к проведению небольших исследовательских проектов в пределах их профессиональной области на английском языке. Такие материалы ориентированы на понимание современных экологических и других социальных проблем, изучение международных практик их решения, а также на формирование междисциплинарных команд для решения сложных задач [11]. В пособиях нашли отражение идеи и находки, изложенные в результатах научно-исследовательской деятельности: научных статьях, монографиях и т.д. [20, 23, 43].

Несмотря на то, что ежегодно издаются новые пособия, подготовленные на кафедре, более ранние работы не исключаются из учебного процесса, а перерабатываются: дополняются и обогащаются актуальным и современным содержанием языкового материала, новой терминологией, аутентичным аудио- и видеоконтентом и заданиями, основанными на цифровых технологиях [18, 51]. Обновленные задания многочисленны и разнообразны по форме и уровню сложности, что позволяет создавать подборки упражнений для каждого студента исходя из его возможностей и потребностей, и это способствует дифференциации обучения. После обновления пособия оцифровываются и становятся доступными студентам не только в печатном виде, но и в формате онлайн на различных современных образовательных платформах – таких, как Stepik и Moodle. Этот подход позволяет сохранить ценность и эффективность учебных материалов, при этом приспособляя их к современным образовательным потребностям [19, 44].

Выводы

Результаты анализа позволяют сделать выводы о том, что рассмотренные учебные издания менялись в течение времени в соответствии с социально-экономическим запросом. Произошел переход от обучения чтению и рецептивному восприятию иноязычного текста к продуктивным видам речевой деятельности. Характерными для изданий являются логичность, последовательность и четкая структурированность материала. Средства визуализации видеоизменяются от схематических рисунков и таблиц к аутентичным аудио- и видеопродуктам. Постепенно студент становится все более активным субъектом образовательного процесса, вовлекаясь в современные формы интеракции. Новые технологии и технические средства становятся неотъемлемой, можно сказать, главной частью обучения, позволяют интегрировать и использовать открытые ресурсы сети Интернет, учебные и справочные материалы предлагаются в цифровом формате и используются в электронных системах управления обучением.

Многие из проанализированных изданий являются актуальными в наши дни, будучи в дополненном виде включенными в современные рабочие программы дисциплин.

Опираясь на представленные данные, можно сказать, что кафедра развивает и проявляет свой научно-методический потенциал в полной мере, и это создает

прочную базу и возможности дальнейшего развития. Коллектив кафедры использует все каналы возможного преобразования, сохраняя и закрепляя паттерн инновационного совершенствования.

Библиографический список

1. *Авдеева И.В.* Землеустройство и кадастры: Англо-русский словарь / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский государственный аграрный университет – МСХА им К.А. Тимирязева. – М., 2016. – 30 с.
2. *Авдеева И.В., Готовцева И.П., Корзяков В.А.* Садоводство на английском языке (Овощные и лекарственные культуры. Селекция садовых культур): Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 104 с.
3. *Агаджанян Р.В.* Средства языкового манипулирования в дискурсе: Дис. ... канд. филол. наук. – Нальчик, 2020. – 197 с.
4. *Аксенова Г.Я., Корольков Ф.В., Михелевич Е.Е.* Учебник немецкого языка для сельскохозяйственных вузов: Учебное пособие. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Корвет, 2006. – 320 с.
5. *Александрова Е.С., Федотова А.Т.* Методические разработки на английском языке для студентов экономических факультетов сельскохозяйственных вузов: Учебное пособие / Под ред. Е.Е. Михелевич. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1979. – 72 с.
6. *Александрова Е.С., Федотова А.Т.* Учебное пособие по экономике сельского хозяйства на английском языке. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1973. – 232 с.
7. *Алипичев А.Ю.* Специфика и перспективы применения технологии блочно-модульного обучения в контексте профессионально ориентированной подготовки по иностранному языку в вузе (на примере создания вторичных текстов) // Гуманитарный вестник. – 2015. – № 6 (32). – С. 7.
8. *Алипичев А.Ю., Кузнецов А.Н.* Fundamentals of Agricultural Production (Основы сельскохозяйственного производства): Учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 89 с.
9. *Алипичев А.Ю., Сергеева Н.А.* Профессиональная коммуникация в агроинженерии: автомобилестроение, ремонт и обслуживание транспортных средств: Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – 94 с.
10. *Уланова О.Б., Готовцева И.П., Глушенкова Е.В., Ерофеева Т.Л.* Английский язык для студентов товароведческих специальностей: Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 94 с.
11. *Бабушкина Л.Е., Порческу Г.В., Султанова И.В.* На пути к более экологичной экономике: Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 130 с.
12. *Басанин К.О.* Методические дефициты при обучении иностранному языку в вузе // Научное мнение. – 2023. – № 5. – С. 65-71. DOI: 10.25807/22224378_2023_5_65.
13. *Баутин В.М.* Памяти Галины Яковлевны Аксеновой // Известия ТСХА. – 2011. – № 5. – С. 175-178.
14. *Богословская Р.М.* Методические разработки на английском языке по курсу «Лекарственные растения»: Учебное пособие. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1979. – 100 с.
15. *Бояркина А.А.* Негативная символика цветообозначений, выраженных прилагательными, в английских и немецких публицистических текстах // Сопоставительные исследования: Сборник научных статей, посвященный 25-летию утверждения Научной школы ВГУ в области общего и русского языкознания. – М.: Ритм, 2024. – С. 33-38.

16. Буковский С.Л. Английский язык в сфере компьютерных технологий. English Language for Computer Technologies: Учебное пособие. – М.: Изд-во ИКАР, 2013. – 199 с.
17. Буковский С.Л. Методика обучения иностранным языкам в неязыковом вузе: Учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во ИКАР, 2014. – 258 с.
18. Васильченко Т.А., Султанова И.В., Феопентова С.В. Использование невербальных средств коммуникации в создании электронных образовательных ресурсов для студентов экономических специальностей // Общество: социология, психология, педагогика. – 2022. – № 12 (104). – С. 252-259. DOI: 10.24158/spp.2022.12.39.
19. Васильченко Т.А., Султанова И.В., Ширлина Е.Н. Английский язык для технологов пищевых производств: Учебное пособие. – М.: МЭСХ, 2024. – 94 с.
20. Винья-Тальянти Я., Сидорова Е.Н., Ширлина Е.Н. Особенности фрейма «зеленая экономика» в англоязычном политическом дискурсе // Современные исследования социальных проблем. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 223-250. DOI: 10.102731/2077-1770-2022-14-4-223-250.
21. Волович М.Б. Учебное пособие для чтения английских текстов по овощеводству и плодоводству: Учебное пособие / Под ред. Е.Е. Михелевич. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1970. – 204 с.
22. Гарнецкая Н.Д., Кротова И.Р. Методические рекомендации для общих занятий к учебному пособию по экономике (английский язык) / Под ред. Р.М. Богословской. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1989. – 62 с.
23. Гериева Е.Г. Доместикация и форенизация как основные стратегии перевода // Глобальный научный потенциал. – 2022. – № 4 (133). – С. 177-180.
24. Глазунова И.В., Кашипарова В.С., Кремлева Н.В., Сеницын В.Ю. Учебное пособие по английскому языку для студентов, обучающихся по направлению «Природообустройство и водопользование». – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – Ч. II. – 175 с.
25. Глушенкова Е.В. Методические разработки по речевому этикету на английском языке: Учебное пособие. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1993. – 32 с.
26. Глушенкова Е.В., Комарова Е.Н. Элементарный английский для экономистов: Учебное пособие. – М.: Астрель; АСТ; Хранитель, 2007. – 159 с.
27. Готовцева И.П., Капустин И.В., Лебедева Л.А. Продукты питания из растительного сырья: Учебное пособие на английском языке. – М.: Росинформагротех, 2017. – 121 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t736.pdf> (дата обращения: 14.06.2024).
28. Жданько А.П., Зайцев А.А. Метод проектов как дидактическая технология развития иноязычной коммуникативной компетенции студентов // Гуманитарные науки и образование. – 2023. – Т. 14, № 2 (54). – С. 46-50. DOI: 10.51609/2079-3499_2023_14_02_46.
29. Зайцев А.А. Cours pratique de Langue français: Учебное пособие. – М.: Росинформагротех, 2017. – 92 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t701.pdf> (дата обращения: 14.06.2024).
30. Кирсанова М.М. Прагматическая интерпретация игры со словами в устойчивых сочетаниях (на материале современных французских публицистических текстов) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Лингвистика». – 2021. – № 1. – С. 49-57. DOI: 10.18384/2310-712X-2021-1-49-57.
31. Колесова Н.Б. Зоотехния на немецком языке. Тексты для обучающихся в магистратуре по направлению «Зоотехния»: Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 80 с.

32. *Команова А.Ю., Манькова А.Г.* Способы элиминирования социокультурных лагун в процессе обучения русскому языку как иностранному // *Избранные вопросы науки XXI века: Сборник научных статей.* – М.: Перо, 2019. – Ч. 3. – С. 170-174.
33. *Комарова Е.Н.* Английский язык для специальностей «Зоотехния» и «Ветеринария» (English for Students of Animal Husbandry and Veterinary Medicine): Учебник. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2010. – 384 с.
34. *Криндач П.Г., Редькина Г.А.* Учебное пособие по английскому языку (по профилю растениеводства и земледелия) для студентов сельскохозяйственных вузов. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1956. – 308 с.
35. *Кротова И.Р.* Методические разработки на английском языке по курсу «Плодоводство»: Учебное пособие. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1981. – 176 с.
36. *Лебедева Л.А.* Методические разработки по английскому языку по теме «Фелинология»: Учебное пособие / Под ред. Г.Я. Аксеновой. – М., 2004. – 36 с.
37. *Локтионова С.Н., Васильченко Т.А.* Преодоление факторов негативного влияния на работу студентов при обучении иностранным языкам в дистанционном формате // *Доклады ТСХА.* – 2021. – Вып. 293. – Ч. II. – С. 714-717.
38. *Лямина И.М., Чередниченко М.Ю.* Technologie des fleisches: Учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2011. – 93 с.
39. *Максимова А.В.* Экология: Учебное пособие на английском языке. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 2002. – 85 с.
40. *Маслова Г.В.* Методические разработки на английском языке по курсу «Животноводство»: Учебное пособие. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1982. – 86 с.
41. *Маслова Г.В.* Основы животноводства на английском языке: Учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. – Ч. 2. – 78 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/432.pdf> (дата обращения: 14.06.2024).
42. *Миронова Ю.А.* Разработка лингводидактической стратегии самообразования студентов ИЯ: теоретические основы // *Научный старт-2022: Сборник статей.* – М.: Языки Народов Мира, 2022. – С. 153-157.
43. *Николаева А.В., Шайхутдинова Т.Н.* Рекламный текст как источник лингвокультурной информации // *Вестник Томского государственного педагогического университета.* – 2018. – № 8 (197). – С. 9-13. DOI: 10.23951/1609-624X-2018-8-9-13.
44. *Бабушкина Л.Е., Васильченко Т.А. и др.* Основы агрономии на английском языке: Учебное пособие / Л.Е. Бабушкина, Т.А. Васильченко, А.А. Зайцев, В.Г. Рябчикова, И.А. Сеницына. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 178 с.
45. *Павлухина Г.С.* Методические разработки на английском языке по курсу «Овощеводство (закрытый грунт)»: Учебное пособие / Под ред. Т.Г. Скорняковой. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1984. – 148 с.
46. *Полосина Е.В., Саксонская Н.П.* Методические разработки на английском языке по курсу «Агрохимия и почвоведение»: Учебное пособие. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1989. – 156 с.
47. *Пономарева Т.П.* Agroingenierie: Учебное пособие. – М.: Росинформагротех, 2017. – Ч. 2. – 56 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t263.pdf> (дата обращения: 25.06.2024).
48. *Мохова О.Л., Сеницына И.А., Мерзликина Н.И., Вовси-Тиллье Л.А.* Преподавание профессиональных дисциплин на английском языке студентам неречевых специальностей: проблемы и перспективы // *Управление образованием: теория и практика.* – 2023. – № 1 (59). – С. 50-59. DOI: 10.25726/v5055-3041-3913-у.
49. *Скорнякова Т.Г.* Методические разработки на английском языке по курсу «Плодоводство»: Учебное пособие. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1981. – 144 с.

50. *Словиковская Е.В.* Учебное пособие по агрохимии и почвоведению на английском языке. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1974. – 236 с.
51. *Султанова И.В.* Роль и значение дистанционных технологий при обучении английскому языку в условиях образовательного пространства вуза // Педагогический журнал. – 2021. – Т. 11, № 6-1. – С. 533-538. DOI: 10.34670/AR.2021.12.44.087.
52. *Султанова И.В., Васильченко Т.А.* Визуализация как средство развития навыков иноязычной коммуникации студентов неязыковых специальностей // Бизнес и дизайн ревю. – 2023. – № 4 (32). – С. 172-178.
53. *Таканова О.В.* L'ecologie et la securite du travail: Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 91 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo227.pdf> (дата обращения: 25.06.2024).
54. *Таканова О.В.* Развитие коммуникативных навыков при обучении иностранному языку в вузе // Проблемы современного педагогического образования. – 2023. – № 81-3. – С. 289-292.
55. *Уланова О.Б.* Оценка эффективности чтения и перевода текстов для овладения другими видами деятельности на иностранном языке в контексте обучения студентов нелингвистического вуза // Обучение иностранному языку для профессиональных целей: традиции, инновации и перспективы: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Москва, 24-26 января 2024 г.). – М.: НИУ МЭИ, 2024. – С. 219-228.
56. *Новоселова И.З., Александрова Е.С. и др.* Учебник английского языка для сельскохозяйственных и лесотехнических вузов. – 4-е изд., испр. и доп. / И.З. Новоселова, Е.С. Александрова, М.О. Кедрова, Л.Е. Гринева, И.С. Ленская, Г.В. Маслова. – М.: Высшая школа, 1994. – 343 с.
57. *Феопентова С.В., Лямина И.М., Беляева Т.К.* Особенности использования метода предметно-языкового интегрированного обучения (CLIL) с целью активации обучения иностранному языку студентов магистратуры неязыковых вузов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Гуманитарные науки». – 2020. – № 7-2. – С. 107-111. DOI: 10.37882/2223-2982.2020.07-2.35.
58. *Фомина Т.Н.* Англо-русский словарь по агрономии и агропочвоведению. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 77 с.
59. *Чижикова С.Н.* Система заданий по аудированию, используемая при обучении иностранному языку // Профессиональная коммуникация в полиязычном пространстве: междисциплинарный подход: Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры иностранных и русского языков РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва, 19-21 октября 2023 г.). – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 229-235.
60. *Ширлина Е.Н., Костина Н.И., Костина Д.М.* Дидактический потенциал интеллектуальных игр при обучении поисковому чтению // Litera. – 2023. – № 6. – С. 79-88. DOI: 10.25136/2409-8698.2023.6.41037.
61. *Sergeeva N.A., Ryabchikova V.G., Nikulina E.G., Rubleva O.S.* Formation of Foreign Language Competences of Students Using Mobile Applications // Perspectives of Science and Education. – 2021. – № 3 (51). – Pp. 481-493. DOI: 10.32744/pse.2021.3.34.
62. *Rubleva O.S., Porchesku G.V., Babushkina L.E., Eremkina N.I.* Formation of the Foreign Language Competence of Future Physical Education Teachers when Working with Digital Didactic Flash Cards // Perspectives of Science and Education. – 2024. – № 1 (67). – Pp. 171-187. DOI: 10.32744/pse.2024.1.9.
63. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева: Официальный сайт. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.timacad.ru/> (дата обращения: 24.06.2024).

METHODOLOGICAL TRANSFORMATION IN RETROSPECT: TO THE CENTENARY OF THE DEPARTMENT OF RUSSIAN AND FOREIGN LANGUAGES

T.A. VASILCHENKO, I.V. SULTANOVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Along with the centenary of the Institute of Economics and Management in Agribusiness, the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy celebrated another notable event in 2023: the centenary of the Department of Russian and Foreign Languages. On this occasion, the authors decided to look back at the vast methodological experience of their colleagues – both predecessors and contemporaries, to analyse the accumulated practices, development trends, etc. Thus, the authors have made an overview of study, reference and teaching books, academic and scientific papers written by the staff of the Department at different times up to the present day. We studied samples of published literature related to the disciplines taught at the Department, which are directly available at the subscription desk, in the reading room, as well as in the electronic library system of the Central Scientific Library of the University. The changes in the textbooks over time, as well as their dynamic development and improvement, have been traced in the course of the research. As a result, more than 100 textbooks and manuals created by the teachers of the department and published from 1956 to 2024 were analysed. The authors have observed the valuable background of the Department's scientific literature, the original approach to the selection and presentation of material in accordance with the study areas. On the other hand, the study packs have been constantly completed and supplemented with new types of skill development tasks, expanding the range of diverse learning resources in line with world trends, developing new teaching methods.

Key words: teaching and learning framework, foreign language teaching practices, grammar-translation method, communicative language teaching, mediation, logical thinking development, critical thinking development.

References

1. Avdeeva I.V. *Land management and cadastres: English-Russian dictionary*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016:30. (In Russ.)
2. Avdeeva I.V., Gotovtseva I.P., Korzyakov V.A. *Horticulture in English (Vegetable and medicinal crops. Selection of horticultural crops): a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016:104. (In Russ.)
3. Agadzhanian R.V. *Means of language manipulation in discourse: CSc (Philol) thesis: 10.02.19. Nalchik, Russia, 2020:197*. (In Russ.)
4. Aksenova G.Ya., Korolkov F.V., Mikhelevich E.E. *Textbook of the German language for agricultural universities: a textbook*. 5th ed., rev. and updat. Moscow, Russia: Korvet, 2006:320. (In Russ.)
5. Aleksandrova E.S., Fedotova A.T. *Guidelines on agricultural economics in English: a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1979:72. (In Russ.)
6. Aleksandrova E.S., Fedotova A.T. *Textbook on Agricultural Economics in English: a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1973:232. (In Russ.)
7. Alipichev A.Yu. Professional foreign language teaching at higher school: Case-study of secondary text development. *Humanities Bulletin of BMSTU*. 2015;6(32):7. (In Russ.)

8. Alipichev A.Yu., Kuznecov A.N. *Fundamentals of Agricultural Production: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016:89. (In Russ.)
9. Alipichev A.Yu., Sergeeva N.A. *Professional communication in agroengineering: automotive engineering, repair and maintenance of vehicles: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2020:94. (In Russ.)
10. Ulanova O.B., Gotovtseva I.P., Glushenkova E.V., Erofeeva T.L. *English for students of commodity specialities: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016:94. (In Russ.)
11. Babushkina L.E., Porchesku G.V., Sultanova I.V. *Towards a greener economy: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2023:130. (In Russ.)
12. Basanin K.O. Methodological deficits in foreign language teaching at university. *Nauchnoemnenie*. 2023;5: 65-71. (In Russ.) https://doi.org/10.25807/22224378_2023_5_65
13. Bautin V.M. In memory of Galina Ya. Aksenova. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2011;5:175-178. (In Russ.)
14. Bogoslovskaya R.M. *Guidelines in English on the course "Medicinal Plants": a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1979:100. (In Russ.)
15. Boyarkina A.A. Negative symbolism of colour denotations expressed by adjectives in English and German publicistic texts. In: *Comparative studies: Proceedings, devoted to the 25th anniversary of the approval of the Scientific School of VSU in the field of general and Russian linguistics*. Moscow, Russia: Ritm, 2024:33-38. (In Russ.)
16. Bukovskiy S.L. *English Language for Computer Technologies: a textbook*. Moscow, Russia: Izd-vo IKAR, 2013:199. (In Russ.)
17. Bukovskiy S.L. *Methods of teaching foreign languages in a non-language university: a textbook*. Moscow, Russia: Izd-vo IKAR, 2014:258. (In Russ.)
18. Vasilchenko T.A., Sultanova I.V., Feopentova S.V. Usage of non-verbal means of communication in creating of e-learning resources for students in Economics. *Obshchestvo: sotsiologiya, psikhologiya, pedagogika*. 2022;12(104):252-259. (In Russ.) <https://doi.org/10.24158/spp.2022.12.39>
19. Vasilchenko T.A., Sultanova I.V., Shirlina E.N. *English for food technologists: a textbook*. Moscow, Russia: MESKh, 2024:94. (In Russ.)
20. Vigna-Taglianti Ja., Sidorova E.N., Shirlina E.N. Features of the frame "Green Economy" in the English-speaking political discourse. *Modern Studies of Social Issues*. 2022;14(4):223-250. (In Russ.) <https://doi.org/10.12731/2077-1770-2022-14-4-223-25>
21. Volovich M.B. *Textbook for reading English texts on vegetable and fruit growing: a textbook*. Ed. by E.E. Mikhelevich. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1970:204. (In Russ.)
22. Garnetskaya N.D., Krotova I.R. *Guidelines for general classes to the textbook on economics (English): a textbook*. Ed. by R.M. Bogoslovskaya. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1989:62. (In Russ.)
23. Gerieva E.G. Domestication and foreignization as the main translation strategies. *Globalniy nauchniy potentsial*. 2022;4(133):177-180. (In Russ.)
24. Glazunova I.V., Kashparova V.S., Kremleva N.V., Sinitsyn V.Yu. *Textbook in English for students studying in the area of "Environmental Engineering and Water Management"*. Part II. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2014:175. (In Russ.)

25. Glushenkova E.V. *Guidelines on speech etiquette in English: a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1993:32. (In Russ.)
26. Glushenkova E.V., Komarova E.N. *Elementary English for economists: a textbook*. Moscow, Russia: Astrel, AST, Khranitel, 2007:159. (In Russ.)
27. Gotovtseva I.P., Kapustin I., Lebedeva L.A. *Food products from vegetable raw materials: textbook in English: a textbook*. Moscow, Russia: Rosinformagrotekh, 2017:121. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t736.pdf> (accessed: June 14, 2024)
28. Zhdanko A.P., Zaitsev A.A. The project method as a didactic technology for the development of students' foreign language communicative competence. *The Humanities and Education*. 2023;14(2(54)):46-50. (In Russ.) https://doi.org/10.51609/2079-3499_2023_14_02_46
29. Zaitsev A.A. *Cours pratique de Langue français: a textbook*. Moscow, Russia: Rosinformagrotekh, 2017:92. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t701.pdf> (accessed: June 14, 2024)
30. Kirsanova M.M. Pragmatic interpretation of a play with words in collocations (contemporary French publicistic texts). *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Linguistics*. 2021;1:49-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18384/2310-712X-2021-1-49-57>
31. Kolesova N.B. *Zootechnics in German. Texts for Master's degree students in the area of "Zootechnics": a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016:80. (In Russ.)
32. Komanova A.Yu., Mankova A.G. Ways of elimination of sociocultural lacunas in the process of teaching Russian as a foreign language. In: *Selected issues of science of the XXI century: proceedings. Part 3*. Moscow, Russia: Pero, 2019:170-174. (In Russ.)
33. Komarova E.N. *English for students of animal husbandry and veterinary medicine: a textbook*. 2nd ed., rev. Moscow, Russia: Akademiya, 2010:384. (In Russ.)
34. Krindach P.G., Redkina G.A. *The textbook in English (on the area of crop production and agriculture) for students of agricultural universities: a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1956:308. (In Russ.)
35. Krotova I.R. *Guidelines in English on the course "Horticulture": a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1981:176. (In Russ.)
36. Lebedeva L.A. *Guidelines in English on the topic: "Felinology": a textbook*. Ed. by G.Ya. Aksenova. Moscow, Russia, 2004:36. (In Russ.)
37. Loktionova S.N., Vasilchenko T.A. Overcoming factors of negative influence on students' work when teaching foreign languages in a distance format. In: *Reports of MTAA*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2021:714-717. (In Russ.)
38. Lyamina I.M., Cherednichenko M.Yu. *Technologie des fleisches: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2011:93. (In Russ.)
39. Maksimova A.V. *Ecology. Textbook in English: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2002:85. (In Russ.)
40. Maslova G.V. *Guidelines in English on the course "Animal Husbandry": a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1982:86. (In Russ.)
41. Maslova G.V. *Fundamentals of Animal Husbandry in English: a textbook*. Part 2. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named

- after K.A. Timiryazev, 2013:78. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/432.pdf> (accessed: June 14, 2024)
42. Mironova Yu.A. Development of linguodidactic strategy of self-education of students of the language: theoretical foundations. *In: Scientific Start-2022: proceedings*. Moscow, Russia: Yazyki Narodov Mira, 2022:153-157. (In Russ.)
43. Nikolaeva A.V., Shaykhutdinova T.N. Advertising text as a source of cultural and linguistic information. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2018;8(197):9-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.23951/1609-624X-2018-8-9-13>
44. Babushkina L.E., Vasilchenko T.A., Zaitsev A.A., Ryabchikova V.G., Sinitsyna I.A. *Fundamentals of Agronomy in English: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2023:178. (In Russ.)
45. Pavlukhina G.S. *Guidelines in English on the course "Vegetable growing (closed ground)"*: a textbook. Ed. by T.G. Skornyakova. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1984:148. (In Russ.)
46. Polosina E.V., Saksonskaia N.P. *Guidelines in English on the course "Agrochemistry and Soil Science"*: a textbook. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1989:156. (In Russ.)
47. Ponomareva T.P. *Agroingenierie: a textbook*. Part 2. Moscow, Russia: Rosinformagrotekh, 2017:56. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t263.pdf> (accessed: June 25, 2024)
48. Mokhova O.L., Sinitsyna I.A., Merzlikina N.I., Vovsi-Tillye L.A. Teaching professional disciplines in English to students of non-speech specialties: problems and prospects. *Education Management Review*. 2023;1(59):50-59. (In Russ.) <https://doi.org/10.25726/v5055-3041-3913-y>
49. Skornyakova T.G. *Guidelines in English on the course "Horticulture"*: a textbook. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1981:144. (In Russ.)
50. Slovikovskaya E.V. *Textbook on Agrochemistry and Soil Science in English: a textbook*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1974:236. (In Russ.)
51. Sultanova I.V. The role and importance of distance learning technologies in teaching English in the conditions of the educational space of the university. *Pedagogical Journal*. 2021;11(6-1):533-538. (In Russ.) <https://doi.org/10.34670/AR.2021.12.44.087>
52. Sultanova I.V., Vasilchenko T.A. Visualisation for developing foreign language communication in students of non-linguistic specialties. *Biznes i dizayn revyu*. 2023;4(32):172-178. (In Russ.)
53. Takanova O.V. *L'ecologie et la securite du travail: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2018:91. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo227.pdf> (accessed: June 25, 2024)
54. Takanova O.V. Development of communication skills when teaching a foreign language at university. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2023;81-3:289-292. (In Russ.)
55. Ulanova O.B. Evaluating the effectiveness of reading and translating texts for mastering other foreign language activities in the context of teaching non-linguistic university students. *II Vseross. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem "Obuchenie inostrannomu yazyku dlya professionalnykh tseley: traditsii, innovatsii i perspektivy"*. January 24-26, 2024. Moscow, Russia: National Research University Moscow Power Engineering Institute, 2024:219-228. (In Russ.)
56. Novoselova I.Z., Aleksandrova E.S., Kedrova M.O., Grineva L.E. et al. *English textbook for agricultural and forestry universities: a textbook*. 4th ed., rev. and updat. Moscow, USSR: Vysshaya shkola, 1994:343. (In Russ.)

57. Feopentova S.V., Lyamina I.M., Belyaeva T.K. Features of using the method of content and language integrated learning (CLIL) in order to activate foreign language training for graduate students of non-linguistic universities. *Sovremennaya nauka: aktualnye problemy teorii i praktiki. Seriya: Gumanitarnye nauki*. 2020;7-2:107-111. (In Russ.) <https://doi.org/10.37882/2223-2982.2020.07-2.35>

58. Fomina T.N. *English-Russian dictionary of agronomy and agro-soil science*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2014:77. (In Russ.)

59. Chizhikova S.N. The system of listening tasks used in teaching a foreign language. *I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. 100-letiyu kafedry inostrannykh i russkogo yazykov RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva "Professionalnaya kommunikatsiya v poliyazychnom prostranstve: mezhdistsiplinarniy podkhod". October 19-21, 2023*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2023:229-235. (In Russ.)

60. Shirлина E.N., Kostina N.I., Kostina D.M. Didactic potential of intellectual games in teaching scanning. *Litera*. 2023;6:79-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.25136/2409-8698.2023.6.41037>

61. Sergeeva N.A., Ryabchikova V.G., Nikulina E.G., Rubleva O.S. Formation of foreign language competences of students using mobile applications. *Perspectives of Science and Education*. 2021;3(51):481-493. <https://doi.org/10.32744/pse.2021.3.34>

62. Rubleva O.S., Porchesku G.V., Babushkina L.E., Eremkina N.I. Formation of the foreign language competence of future physical education teachers when working with digital didactic flash cards. *Perspectives of Science and Education*. 2024;1(67):171-187. (In Russ.) <https://doi.org/10.32744/pse.2024.1.9>

63. Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy: official site. (In Russ.) [Electronic source]. URL: https://www.timacad.ru/education/institut-ekonomiki-i-upravleniia-apk/kafedra-inostrannykh-i-russkogo-iazykov/istoriia#1988950272accordion_0 (accessed: June 25, 2024)

Сведения об авторах

Васильченко Татьяна Анатольевна, доцент кафедры иностранных и русского языков, канд. филол. наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: statmsha@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–12–53

Султанова Ирина Владимировна, доцент кафедры иностранных и русского языков, канд. пед. наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: statmsha@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–12–53

Information about the authors

Tatiana A. Vasilchenko, CSc (Philol), Associate Professor at the Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–12–53; e-mail: statmsha@rgau-msha.ru

Irina V. Sultanova, CSc (Ped), Associate Professor at the Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–12–53; e-mail: statmsha@rgau-msha.ru

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И КАЧЕСТВО
ВИНОПРОДУКЦИИ СОРТА КРАСНОСТОП АЗОС ПРИ НЕКОРНЕВЫХ
ПОДКОРМКАХ РАЗНЫМИ ГРУППАМИ ВЕЩЕСТВА.В. ДЕРГУНОВ¹, А.А. ЛУКЬЯНОВ¹, С.С. МИХАЙЛОВСКИЙ¹, А.К. РАДЖАБОВ²

(¹ Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ) – филиал Северо-Кавказского федерального федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

В результате глобальных изменений климата в сторону потепления во всем мире столкнулись с проблемой производства виноградного сырья с высокой сахаристостью и слабым вызреванием фенолов. Для устранения данного перекося в степени созревания виноградного сырья, вызванного природными аномалиями, нами были испытаны удобрения различного химического и биохимического состава и природные биостимуляторы некорневого действия. Целью исследований являлось изучение влияния препаратов различного спектра некорневого действия на гармонизацию сахаронакопления, вызревание фенолов в винограде и качество вина сорта Красностоп АЗОС. При создавшейся обстановке нестабильных погодных условий, в имеющихся терруарных условиях со сложившимся сортовым составом виноградников, весьма актуальным становится выявление препаратов, способных оптимизировать процессы созревания винограда для сохранения качественных параметров вина. Объект изучения – препараты различного спектра некорневого действия: комплексное аминокислотно-гуминовое удобрение с витаминами и микроэлементами марки КАГС (CAGS); экстракт Хлореллы (аминокислотный комплекс водоросли, вытяжка из которой является высокоэффективным биостимулятором); агрумекс (минеральный комплекс); биодукс – производное гриба *Mortierella alpina*, биологически активный препарат арахидоновой кислоты; красный технический сорт винограда селекции АЗОСВиВ – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ «Красностоп АЗОС»; суло и вино из сорта «Красностоп АЗОС». В работе применены методы теххимического и микробиологического контроля в виноделии. Параметры вина определялись по методикам ГОСТ и оригинальным сертифицированным методам центра виноделия «Приборно-аналитический» СКФНЦСВВ. Полифенольные и антоциановые вещества в вине изучали с помощью методики В.Г. Гержиковой, НИИ «Магарач». Агротехника – общепринятая, адаптированная под местный терруар. Работа по изучению кардинально различных по действующему веществу препаратов на качество винограда и вина показала, что: наибольшая, статистически доказанная на 95%-ном уровне значимости урожайность сорта Красностоп АЗОС, зафиксирована в результате применения препаратов КАГС и Биодукс; анализ вин из сорта Красностоп АЗОС и их органолептическая оценка позволяют заключить, что с увеличением концентрации экстракта, фенольных веществ и общего содержания биологически активных веществ в нем повышаются гигиеническая ценность и общее качество самого вина. Наивысший дегустационный балл получили образцы вина вариантов обработки винограда препаратами некорневого действия из группы биологически активных веществ: вытяжка водоросли Хлореллы и Биодукс.

Ключевые слова: качество винограда, микроудобрения, микровиноделие, качество вина, дегустационный анализ.

Введение

Анапа-таманская подзона Черноморской зоны Краснодарского края – совокупность лучших терруаров для виноделия в России [1, 2]. Здесь давно хорошо зарекомендовал себя ряд сортов винограда, выведенных в различные годы на Анапской опытной станции, которые способны в данное время претендовать на категорию автохтонов данного терруара нашей страны [3, 4]. Такие сорта, как Достойный, Красностоп анапский, Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, и вина из них в последние десятилетия хорошо зарекомендовали себя в регионе бассейна Черного моря в сложившемся ампелоценозе данной местности [5, 6].

Воздействие климатических изменений внешних условий на терруары планеты заставляет виноградное растение обретать новые свойства и признаки, способные негативно влиять на качество вина из них [7]. В результате глобальных изменений климата в сторону потепления во всем мире столкнулись с проблемой производства виноградного сырья с высокой сахаристостью и слабым вызревaniem фенолов. Это затронуло как классические интродуцированные сорта винограда «народной селекции», так и сравнительно недавно выведенные аллохтоны [8, 9]. В связи с этим назрела острая необходимость нивелировать эти вызовы климатических коллапсов для сохранения высокого качества вин. Для устранения перекося в степени созревания виноградного сырья, вызванного природными аномалиями, одними из эффективных методов являются удобрения различного химического и биохимического состава и природные биостимуляторы некорневого действия [10, 11].

В российском виноградарстве на современном этапе отсутствуют детальные исследования о влиянии определенных групп препаратов (только с минеральными веществами в составе, с комбинированным питательным и биологическим составом и полностью природными биологически-активными веществами) на качественные параметры винограда и вина в условиях меняющегося климата планеты.

Цель исследований: изучение влияния препаратов различного спектра некорневого действия на гармонизацию сахаронакопления, вызревание фенолов в винограде и качество вина сорта Красностоп АЗОС в нестабильных терруарных условиях анапского региона.

Материал и методы исследований

Место закладки опыта – Центральная подзона Черноморской зоны Краснодарского края, г-к Анапа, Анапский район, Российская ампелографическая коллекция. Объектами исследований являлись:

- красный сорт винограда селекции Анапской опытной станции – Красностоп АЗОС, сусли и вино из него. Красностоп АЗОС – (Филлоксероустойчивый Джеметте × Красностоп анапский) – высококачественный красный технический сорт винограда. В Госреестре охраняемых селекционных достижений – с 12.01.2009 г. Этот филлоксероустойчивый сорт является одним из претендентов на категорию автохтонов анапского терруара;

- комплексное аминокислотно-гуминовое удобрение с витаминами и микроэлементами – КАГС. Содержит гуминовые вещества (40-88%) и фульвокислоты, биотумы, минеральные соли и до 16 аминокислот (общий азот (11-13,8%);

- хлорелла – экстракт Хлореллы (аминокислотный комплекс водоросли, вытяжка из которой является высокоэффективным биостимулятором);

- агрумекс (100%-ный минеральный комплекс);

- биодукс – производное гриба *Mortierella alpina*, биологически активный препарат арахидоновой кислоты.

Плантация сорта Красностоп АЗОС 2008 г. посадки, формировка – спиральный кордон. Обработка опытных кустов винограда препаратами внекорневого действия проводилась 3 раза за вегетацию. Опыт заложен в 2021 г. (табл. 1). Исследования проводились на основе следующих методик: методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях [12], методы исследования плодовых культур и винограда [13], методы токсикохимического и микробиологического контроля в виноделии [14]. Опытные варианты вин изготовлены в лаборатории виноделия АЗОС. Исследуемые параметры сусле и вина определялись по методикам ГОСТ и оригинальным сертифицированным методам центра виноделия «Приборно-аналитический» СКФНЦСВВ [15].

Полифенольные и антоциановые вещества в сусле и вине изучали с помощью методики В.Г. Гержиковой, НИИ «Магарач» [16]. Статистический анализ результатов опыта осуществлялся согласно «Методике полевого опыта» Б.А. Доспехова [17]. Агротехника – общепринятая, адаптированная под местный терруар.

Таблица 1

Схема опыта

№ п/п	Вариант опыта	Время обработки, фенофаза винограда		
		перед цветением	рост ягод	рост и созревание ягод
1	КАГС (гумат)	100 мл/10 л	100 мл/10 л	100 мл/10 л
2	Экстракт Хлореллы	500 мл/10 л	500 мл/10 л	500 мл/10 л
3	Агрумекс	30 г/10 л	30 г/10 л	30 г/10 л
4	Биодукс	0,4 мл/10 л	0,4 мл/10 л	0,4 мл/10 л
5	Контроль (Вода)	10 л	10 л	10 л

Результаты и их обсуждение

Качественные показатели вина зависят от сортовых особенностей, обработки почвы, системы защиты растения, и во многом – от грамотного применения удобрений [18, 19]. Испытуемые препараты некорневого действия по-разному повлияли на продуктивность сорта Красностоп АЗОС (табл. 2).

Наибольшая урожайность зафиксирована в результате применения препаратов КАГС: комбинированное гуминовое-аминокислотное удобрение с витаминами и микроэлементами и Биодукс (биологически активный регулятор роста). В этих вариантах превышение над контролем (обработка водой) было существенным на 95%-ном уровне значимости и составило 8,0-6,9 ц/га соответственно. Обработка виноградника аминокислотным комплексом водоросли Хлореллы привела к некоторому несущественному снижению продуктивности винограда Красностоп АЗОС по сравнению с контролем. Вариант обработки винограда минеральным комплексом Агрумекс способствовал получению самых крупных гроздей, однако показал среднюю урожайность в эксперименте – 55,5 ц/га.

Оценка суслу из Красностоп АЗОС, терруара анапского региона, позволила выявить препараты листовой подкормки, способствующие не только росту урожайности, но и повышению его качества. На момент уборки сорт Красностоп АЗОС достиг высокой степени технологической зрелости (табл. 3).

В эксперименте зафиксировано, что обработка кустов винограда Красностоп АЗОС препаратами Хлореллы, КАГС и Биодукс позволяет сохранить сырью к уборке достаточную для качественного вина кислотность.

Самыми малоокислотными были вариант применения минерального комплекса Агрумекс и контроль – 4,6-4,8 г/дм³ при массовой концентрации сахаров 26,9-27,2 г/100 см³ соответственно. Наибольшая концентрация ионов водорода – показатель рН – был в сусле вариантов применения вытяжки водоросли Хлореллы, КАГС и Биодукс, что позволит сохранить необходимую кислотность вина.

Таблица 2

**Показатели продуктивности сорта Красностоп АЗОС
в зависимости от применяемых некорневых удобрений, 2021-2023 гг.**

Вариант	Кол-во кустов, шт.	Кол-во гроздей с 1 куста, шт.	Масса грозди, г	Урожай с куста, кг	Урожайность, ц/га
КАГС (гумат)	15	27	97	2,62	58,2
Экстракт Хлореллы	15	26	87,4	2,27	48,9
Агрумекс	15	25	100	2,5	55,5
Биодукс	15	27	95,4	2,57	57,1
Контроль (вода)	15	29	78	2,26	50,2
НСР ₀₅		3,0	8,5	0,3	5,4

Таблица 3

**Химический состав суслу сорта Красностоп АЗОС
в зависимости от применяемых некорневых подкормок, 2021-2023 гг.**

Вариант	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация		рН	Технологический запас фенольных веществ, мг/дм ³
		сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³		
КАГС (гумат)	26,6	26,4	5,1	3,46	6890
Экстракт Хлореллы	25,4	25,3	5,2	3,45	7200
Агрумекс	27,4	27,2	4,8	3,47	7140
Биодукс	26,1	26,0	5,0	3,46	7270
Контроль (вода)	27,1	26,9	4,6	3,5	6590
НСР ₀₅	2,0	1,7	0,3	0,03	600

Качество красного технического винограда определяется не только массовой концентрацией накапливаемых сахаров и кислот, но и во многом – количеством и качественным соотношением фенольного комплекса [20]. Полифенольные вещества в наибольшей концентрации были идентифицированы в сусле с вариантов обработки винограда препаратами некорневого действия из группы биологически активных веществ: вытяжка водоросли Хлореллы (аминокислотный комплекс) и Биодукс (биологически активное природное вещество).

Наиболее гармоничное соотношение спиртуозности и кислотности имели варианты вина, сырье для которого было получено из винограда, обрабатываемого в течение вегетации препаратами на основе растительного сырья (табл. 4). По содержанию титруемых и летучих кислот виноматериалы не имели заметных различий. Однако тенденция наибольшей кислотности и наименьшего pH в вине с вариантов применения препаратов на основе биологически активных веществ сохранилась. Экстрактивность – параметр, позволяющий судить о вкусовых и биологически полезных достоинствах вина [21]. Самое высокое содержание приведенного экстракта было обнаружено в винах Красностоп АЗОС из винограда, обработанного биовеществами, способными ускорить процессы его технологического созревания.

По мнению профессиональных сомелье, полифенолы ответственны за терпкость, цвет и вкусовую гамму красного вина. Фенолы антоциановой группы находятся в основном в кожице виноградной ягоды [22]. В исследуемых винах самое большое количество веществ антоциановой группы отмечалось в вариантах обработки Биодуксом и экстрактом Хлореллы – 671 и 614 мг/дм³ соответственно. Суммарное количество фенольных веществ в наибольшей концентрации было идентифицировано в вине из тех же вариантов некорневых подкормок.

Важным показателем биологической ценности вин являются витаминоподобные, полифенольные и другие активные вещества [23]. Комплекс биологически активных соединений в опытных винах представлен веществами, отраженными в таблице 5.

Таблица 4

**Технохимические параметры и органолептическая оценка вин
из сорта Красностоп АЗОС урожая 2021-2023 гг.**

Вариант	Спирт, % об	Титруемая кислотность, г/дм ³	Летучие кислоты, г/дм ³	Приведенный экстракт, г/дм ³	pH	Сумма фенольных веществ, мг/дм ³	Антоцианы, мг/дм ³	Дегустационная оценка, балл
КАГС (гумат)	13,77	4,7	0,39	27,79	4,14	3998	559	84,5
Экстракт Хлореллы	13,22	4,9	0,38	29,12	4,10	4268	614	85,4
Агрумекс	13,92	4,2	0,51	28,33	4,17	4191	580	83,1
Биодукс	13,62	4,7	0,37	29,42	4,15	4277	671	86,7
Контроль (вода)	13,87	4,1	0,54	27,82	4,19	4004	577	84,4
НСР ₀₅	0,7	0,8	0,21	1,2	0,03	260	35	0,9

**Массовая концентрация биологически активных веществ в вине
сорта Красностоп АЗОС в зависимости от применяемых
некорневых подкормок, мг/дм³, 2021-2023 гг.**

Вариант	Ресвератрол	Аскорбиновая кислота	Хлорогеновая кислота	Никотиновая кислота	Оротовая кислота	Кофейная кислота	Галловая кислота	Протокатеховая кислота	Сумма биологически активных веществ
КАГС (гумат)	4,52	26,87	28,41	16,78	36,32	67,43	13,76	4,87	198,95
Экстракт Хлореллы	5,13	22,58	45,45	58,86	8,93	53,26	18,67	7,31	220,19
Агрумекс	3,82	31,45	2,29	9,27	3,08	39,11	14,92	9,12	113,06
Биодукс	5,05	23,47	44,45	52,35	18,32	51,46	22,14	8,14	225,38
Контроль	3,55	35,46	39,21	50,21	5,08	16,92	13,8	2,48	166,71
НСР ₀₅	0,95	8,85	18,47	35,2	24,1	35,6	8,5	3,8	52,4

Последователи энотерапии, опираясь на научные исследования ученых, считают, что целебное свойство вина из красного винограда обусловлено наличием стильбена транс-ресвератрола [24]. В проведенном нами эксперименте в годы исследований ресвератрол в максимальной концентрации выявлен в вине из вариантов внесения подкормок удобрениями КАГС, регулятор роста Биодукс и экстракт Хлореллы.

Аскорбиновая кислота обезвреживает свободные радикалы в организме. Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты (витамин С) отличались вариант внесения Агрумекса и контроль. Концентрация хлорогеновой кислоты в изучаемых винах варьировала в заметных пределах. В большем количестве данное вещество было обнаружено в вине из Красностопа АЗОС, виноград которого был обработан Биодуксом и экстрактом Хлореллы.

Выявлено, что вина Красностоп АЗОС имеют наибольшее количество биологически активных веществ при обработке данного сорта препаратами некорневого действия из группы биологически активных веществ: вытяжка водоросли Хлореллы и Биодукс. В этих образцах вина превышение по данному параметру над контролем и другими вариантами было статистически доказанным на 95%-ном уровне значимости.

Определяющей характеристикой качества вина является его дегустационная оценка. Наивысший дегустационный балл в опыте получили образцы вина с вариантов обработки винограда препаратами некорневого действия из группы биологически активных веществ: вытяжка водоросли Хлореллы и Биодукс, что подтверждается результатами статистической обработки (табл. 4).

Выводы

Научно-исследовательская работа по изучению воздействия некорневых подкормок на урожайность и качество сусла и вина сорта Красностоп АЗОС показала, что:

1. Наибольшая, статистически доказанная на 95%-ном уровне значимости урожайность этого сорта, зафиксирована в результате применения препаратов КАГС и Биодукс.

2. Наибольшая активная кислотность (показатель pH) была зафиксирована в сусле и вине вариантов применения вытяжки водоросли Хлореллы, КАГС и Биодукс. Этот фактор способствовал микробиальной стабильности и общей вкусовой гармоничности вина.

3. Сравнительный анализ вин из сорта Красностоп АЗОС и их органолептической оценки позволяет заключить, что с увеличением концентрации экстракта, фенольных веществ, включая антоцианы, и общего содержания биологически активных веществ в нем повышаются гигиеническая ценность и общее качество самого вина. Наивысший дегустационный балл в опыте получили образцы вина с вариантов обработки винограда препаратами некорневого действия из группы биологически активных веществ: вытяжка водоросли Хлореллы и Биодукс.

Библиографический список

1. Егоров Е.А. Научное обеспечение становления, развития плодоводства и виноградарства Северо-Кавказского региона // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 8. – С. 4-7. DOI: 10.30850/vrsn/2021/3/4-7.

2. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Современные тенденции развития виноградовинодельческой отрасли России // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2018. – № 364 (4). – С. 100-104. DOI: 10.26297/0579-3009.2018.4.27, EDN: XYUNXF.

3. Дергунов А.В. Влияние особенностей новых красных сортов винограда на биохимический состав и качество вин // Виноградарство и виноделие. – 2015. – № 45. – С. 75-79. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24352594>.

4. Горбунов И.В. Перспективные красные технические сорта винограда селекции АЗОСВиВ // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 8. – С. 66-71. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49326163>.

5. Гугучкина Т.И., Антоненко М.В. Использование новых сортов винограда для высококачественных вин юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 52 (4). – С. 96-109. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35254691>.

6. Агеева Н.М. Ароматобразующие компоненты виноматериалов из различных красных сортов винограда // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2018. – № 15. – С. 141-144. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34940136>.

7. Киселева Г.К., Ильина И.А., Запорожец Н.М., Соколова В.В. Адаптационная устойчивость винограда к стрессовым условиям летнего периода // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 3. – С. 35-38. DOI: 10.30850/vrsn/2022/3/35-38.

8. Косинский Р.А. Биосфера как стабилизирующий фактор глобальной трансформации климата // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 33 (115). – С. 66-68. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/2125a77153a659c8530229810f04360c3a876e1c>.

9. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ильина И.А., Петров В.С., Запорожец Н.М., Соколова В.В. Морозостойкость сортов винограда различного эколого-географического

происхождения // Садоводство и виноградарство. – 2021. – № 4. – С. 37-42. – URL: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-4-37-42>

10. *Castro A.L.* Efecto del Momento de Cosecha de Uva cv. Merlot. Cobre la Composicion Quimica y Sensorial de los Vinos en el Valle del Maipo. – 2005. – № 170. – URL: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101785>.

11. *Jeandet P., Bessis R., Sbaghi M., Meumer P.* Production of the Phytoalexin Resveratrol by Grapes as a Response to Botrytis Attack Under Natural Condition // *Phytopathology*. – 1995. – № 143. – С. 135-139. – URL: https://scholar.google.com/citations?user=d_m3kL0AAAAJ&hl=ru.

12. *Кондаков А.К.* Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях. – М.: ЦИНАО, 1981. – 39 с.

13. *Ненько Н.И., Ильина И.А., Воробьева Т.Н., Захарова М.В.* Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда: учеб. пособие. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2015. – 115 с.

14. *Валушко Г.Г.* Методы технохимического и микробиологического контроля в виноделии: монография. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 137 с.

15. *Ашанкин В.В., Кутуева Л.И., Захарова М.Г. и др.* Контроль качества продукции физико-химическими методами: учеб. пособие. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 124 с.

16. *Гержикова В.Г.* Методы технохимического контроля в виноделии: монография. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.

17. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта: учебник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

18. *Martinez-Casasnovas J.A., Agelet-Fernandez J., Arnó J., Ramos M.C.* Analysis of vineyard differential management zones and relation to vine development, grape maturity and quality // *J. Agric. Res.* – 2012. – № 10. – 326 p. DOI: 10.5424/sjar/2012102-370-11.

19. *Deinlein U., Stephan A.B., Horie T. et al.* Plant salttolerance mechanisms // *Trends PlantSci.* – 2014. – № 19. – Pp. 371-379. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24630845/>.

20. *Gabrielyan A., Kazumyan K.* The investigation of phenolic compounds and anthocyanins of wines made of the grape variety karmrahyut // *Ann. Agrar. Sci.* – 2018. – № 16. – Pp. 160-162. DOI: 10.1016/j.aasci.2018.03.005.

21. *Агеева Н.М., Маркосов В.А., Гублия Р.В.* Биологическая ценность виноградных вин // *Виноделие и виноградарство*. – 2008. – № 3. – С. 24-25. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=10439510>.

22. *Барабой В.А.* Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение // *Биотехнология*. – 2009. – № 2 (2). – С. 67-75. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/c72b408244239fd8927f1f6f402313f1f4faf5b0>.

23. *Бедарев С.В., Дергунов А.В., Гугучкина Т.И., Пастарнакова О.П.* Биологически активные вещества в виноматериалах из красных сортов винограда селекции АЗОСВиВ // *Виноделие и виноградарство*. – 2010. – № 1. – С. 22-24. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12999876>.

24. *Chu Q.* Direct analysis of resveratrol in wine by micellar electrokinetic capillary electrophoresis // *J. Agr. and Food Chem.* – 1998. – № 46 (2). – Pp. 509-513. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10554271/>.

PRODUCTIVITY OF GRAPE PLANTINGS AND QUALITY OF WINE PRODUCTS OF THE VARIETY KRASNOSTOP AZOS AT FOLIAR FEEDING WITH DIFFERENT GROUPS OF SUBSTANCES

A.V. DERGUNOV¹, A.A. LUKYANOV¹, S.S. MIKHAILOVSKY¹, A.K. RADZHABOV²

(¹ Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking – Branch of North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking;

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*As a result of global climate change towards warming, the whole world is faced with the problem of producing grape raw material with high sugar content and poor phenolic ripening. To eliminate this imbalance in the degree of ripening of grape raw material caused by natural anomalies, we tested fertilizers of various chemical and biochemical compositions and natural foliar biostimulants. The aim of the research was to study the effect of preparations of different spectrum of foliar action on the harmonization of sugar accumulation and phenolic ripening in grapes, and the quality of wine of the variety Krasnostop AZOS. In the current situation of unstable weather conditions in the existing terroir conditions with the established varietal composition of the vineyards, it is very relevant to identify preparations that can optimize the processes of grape ripening to preserve the quality parameters of wine. Preparations with various spectrums of foliar action will be studied: CAGS complex amino acid-humic fertilizer with vitamins and microelements; Chlorella extract (an amino acid complex from algae, the extract of which is a highly effective biostimulant); Agrumax (mineral complex); Biodux – a derivative of the fungus *Mortierella alpina*, a biologically active preparation of arachidonic acid; technical red grape variety bred by AZOSViV – branch of the FSBSI NCFCHVW “Krasnostop AZOS”; must and wine from the variety Krasnostop AZOS. Methods of technochemical and microbiological control in winemaking were applied in the work; wine parameters were determined according to GOST methods and original certified methods of the Instrument-Analytical winemaking center of the NCFCHVW; polyphenolic and anthocyanin substances in wine were studied using the technique of V.G. Gerzhikova, Research Institute “Magarach”. Agricultural technology is generally accepted, adapted to the local terroir. Work on studying radically different active substance preparations for the quality of grapes and wine showed that the highest statistically proven yield of the variety Krasnostop AZOS, statistically proven at the 95% significance level, was recorded as a result of application of the preparations CAGS and Biodux; the analysis of wines from the variety Krasnostop AZOS and their organoleptic evaluation allows us to conclude that with the increase of the concentration of the extract, phenolic substances, and the total content of biologically active substances in it, the hygienic value and the general quality of the wine itself increase; the highest tasting scores were given to wine samples from the variants of treating grapes with foliar preparations from the group of biologically active substances: Chlorella algae extract and Biodux.*

Keywords: grape quality, microfertilizers, microwinemaking, wine quality, tasting analysis.

References

1. Egorov E.A. Scientific support for a fruit growing and viticulture establishment and development in the North Caucasus. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2021;8:4-7. (In Russ.) <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/3/4-7>
2. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Modern trends in the development of the vine and wine industry in Russia. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2018;364(4):100-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.4.27>
3. Dergunov A.V. The effect of variety peculiarities of new red grape varieties on the biochemical composition and the quality of wines. *Viticulture and Winemaking*. 2015;45:75-79. (In Russ.)

4. Gorbunov I.V. Promising red technical grape varieties of AZOSViV selection. *Bulletin of KSAU*. 2022;8:66-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-8-66-71>
5. Guguchkina T.I., Antonenko M.V. Using of new grape varieties for high quality wines of the South of Russia. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2018;52(4):96-109. (In Russ.) <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2018-4-52-96-109>
6. Ageeva N.M., Yakuba Yu.F., Gontareva E.N., Biryukova S.A. Aroma-forming components of wine materials from various red grape varieties. *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo Federalnogo Nauchnogo Tsentra Sadovodstva, Vinogradarstva, Vinodeliya*. 2018;15:141-144. (In Russ.) <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-15-141-144>
7. Kiseleva G.K., Il'ina I.A., Zaporozhets N.M., Sokolova V.V. Adaptability resistance of grapes to stress conditions of summer period. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2022;3:35-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/3/35-38>
8. Kosinsky R.A. The biosphere as a stabilizing factor in global climate change. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya*. 2017;33(115):66-68. (In Russ.)
9. Nenko N.I., Kiseleva G.K., Ilyina I.A., Petrov V.S. et al. Cold hardiness in grapevines of various ecological and geographical origin. *Horticulture and Viticulture*. 2021;4(4):37-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-4-37-42>
10. Castro A.L. *Effect of Harvest Time of Grape cv. Merlot. Copper the Chemical and Sensory Composition of Wines in the Maipo Valley*: a thesis. Chile: Universidad de Chile, 2005:170. (In Span.)
11. Jeandet P., Bessis R., Sbaghi M., Meumer P. Production of the Phytoalexin Resveratrol by Grapes as a Response to Botrytis Attack Under Natural Condition. *Phytopathology*. 1995;143:135-139.
12. Kondakov A.K. *Guidelines for laying and conducting experiments with fertilizers in fruit and berry plantings*. Moscow, USSR: TsINAO, 1981:39. (In Russ.)
13. Nenko N.I., Ilyina I.A., Vorobyova T.N., Zakharova M.V. *Modern instrumental and analytical methods for studying fruit crops and grapes*. Krasnodar, Russia: Prosveshchenie-Yug, 2015:115. (In Russ.)
14. Valuyko G.G. *Technochemical and microbiological control methods in winemaking*. Moscow, USSR: Pishchevaya promyshlennost, 1980:137. (In Russ.)
15. Ashapkin V.V., Kutueva L.I., Zakharova M.G. et al. *Product quality control using physical and chemical methods*. Moscow, Russia: DeLi print, 2005:124. (In Russ.)
16. Gerzhikova V.G. *Technochemical control methods in winemaking*. Simferopol, Russia: Tavrida, 2002:260. (In Russ.)
17. Dospekhov B.A. *Field experiment methodology*. Moscow, USSR: Agropromizdat, 1985:351. (In Russ.)
18. Martinez-Casasnovas J.A., Agelet-Fernandez J., Arnó J., Ramos M.C. Analysis of vineyard differential management zones and relation to vine development, grape maturity and quality. *J. Agric. Res.* 201210:326. <https://doi.org/10.5424/sjar/2012102-370-11>
19. Deinlein U., Stephan A.B., Horie T., et al. Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends Plant Sci.* 2014,19:371-379. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.02.001>
20. Gabrielyan A., Kazumyan K. The investigation of phenolic compounds and anthocyanins of wines made of the grape variety karmrahyut. *Ann. Agrar. Sci.* 201816:160-162. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.03.005>
21. Ageeva N.M., Markosov V.A., Gubliya R.V. Biological value of grape wines. *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2008;3:24-25. (In Russ.)
22. Baraboy V.A. Grape phenols: structure, antioxidant activity, application. *Биотехнология*. 2009;2(2):67-75. (In Russ.)

23. Bedarev. S.V., Dergunov A.V., Guguchkina T.I., Pastarnakova O.P. Biologically active substances in wine materials from red grades of grapes in selection AZOSViV. *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2010;1:22-24. (In Russ.)

24. Chu Q. Direct analysis of resveratrol in wine by micellar electrokinetic capillary electrophoresis. *J. Agr. and Food Chem.* 1998;46(2):509-513. <https://doi.org/10.1021/jf970669y>

Сведения об авторах

Дергунов Александр Вячеславович, канд. с.-х. наук, доцент, старший научный сотрудник, Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ) – филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия; 353456, Российская Федерация, г. Анапа, Пионерский пр-т, 36; e-mail: davych@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1173-4811>

Лукьянов Алексей Александрович, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, директор, Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ) – филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия; 353456, Российская Федерация, г. Анапа, Пионерский пр-т, 36; e-mail: lykaleks@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7317-9150>

Михайловский Станислав Сергеевич, младший научный сотрудник, Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ) – филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия; 353456, Российская Федерация, г. Анапа, Пионерский пр-т, 36; e-mail: azosviv@mail.ru

Раджабов Агагомед Курбанович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры плододоводства, виноградарства и виноделия, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: plod@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9106-2503>

Information about the authors

Alexander V. Dergunov, CSc (Ag), Associate Professor, Senior Research Associate, Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking (AZOSViV) – Branch of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking (36 Pionerskiy Ave., Anapa, 353456, Russian Federation); e-mail: davych@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1173-4811>

Aleksey A. Luk'ianov, CSc (Ag), Senior Research Associate, Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking (AZOSViV) – Branch of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking (36 Pionerskiy Ave., Anapa, 353456, Russian Federation); e-mail: lykaleks@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7317-9150>

Stanislav S. Mikhaylovskiy, Junior Research Associate, Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking (AZOSViV) – Branch of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking (36 Pionerskiy Ave., Anapa, 353456, Russian Federation); e-mail: azosviv@mail.ru

Agagommed K. Radzhabov, DSc (Agr), Professor, Associate Professor at the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (962) 912–98–32; e-mail: plod@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9106-2503>

ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ (*VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.) В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ

Е.Е. ОРЛОВА¹, А.Н. КУЛЬЧИЦКИЙ², Е.А. СУРИНА³, А.Г. АРЖЕНОВСКИЙ¹,
М.Н. БЕСШАПОШНЫЙ¹, Ю.А. МЫРКСИНА¹

(¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

³Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) – одна из наиболее перспективных ягодных культур для выращивания на кислых почвах в Европейской части России, однако необходимы дополнительные испытания сортов и форм в условиях регионов Нечерноземной зоны. В статье приведены результаты исследований по изучению фенологических и морфологических особенностей, оценки урожайности и зимостойкости растений *V. angustifolium* российской селекции (сорта Лакомка, Нея, Поморочка, гибридная форма NB-60-11) в природно-климатических условиях г. Москвы. В результате перезимовки растений в зимний период 2023-2024 гг. и воздействия поздневесенних возвратных заморозков в мае 2024 г. подмерзание побегов и повреждение цветков не отмечены. В условиях г. Москвы цветение растений *V. angustifolium* наблюдалось в середине мая – начале июня и продолжалось в течение 16-20 дней, плодоношение наблюдалось в середине июля – конце августа и продолжалось 22-44 дней. Растения *V. angustifolium* сорта Лакомка характеризовались наибольшим значением годовичного прироста (в среднем 12,9 см), показателями урожайности 97,14-182,12 г/куст и массой одного плода (в среднем 1,41 г, максимально – 2,55 г). Отмечен потенциал сортов и форм *V. angustifolium* российской селекции для дальнейших селекционных работ и промышленного культивирования на неиспользуемых землях.

Ключевые слова: лесные ягодные растения, голубика узколистная, фенология, морфологические признаки, плодоношение, урожайность.

Введение

В настоящее время в связи с необходимостью экологического обеспечения продовольственной безопасности общества и возрастающим на рынке переработки и потребления спросом на плодово-ягодную продукцию [1, 6, 8, 10, 45] возникает потребность в промышленном выращивании ценных в пищевом и лекарственном отношении дикорастущих ягодных растений, в том числе голубики. Сбор ягод в природных местах произрастания зачастую не удовлетворяет запросы рынка по причине разбросанности популяций, непостоянства урожайности, интенсивного сокращения запасов ягодников (вплоть до исчезновения) вследствие ведения хозяйственной деятельности, труднодоступности территорий и отсутствия правильной организации или контроля процессов сбора и сбыта сырья [13, 16, 39, 41, 44, 49, 53].

Голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) – растение из рода *Vaccinium* L. семейства Вересковые (*Ericaceae*). В естественных условиях произрастает в Восточной Канаде и на северо-западе США. Листопадный кустарничек имеет высоту 10-50 см, иногда – стелющиеся стебли. Корневая система мочковатая, разветвленная. Листья простые, эллиптические или овальные с зубчатыми краями длиной 15-40 мм, шириной 6-20 мм. Цветки цилиндрической формы, мелкие (4-6 мм длиной),

белой или розовой окраски. Цветение наблюдается в мае. Плоды – ягоды от ярко-голубой до черной окраски, мелкие, диаметром 5-10 мм, сочные, съедобные, имеют сладко-кисловатый вкус и приятный аромат.

Плоды голубики широко используются в народной медицине как противовоспалительное, общеукрепляющее, жаропонижающее, тонизирующее средство. Нередко ягоды используют также в качестве натуральных красителей, листья – для дубления кожи [2, 12, 46].

Голубика узколистная относится к группе низкорослой культивируемой голубики, которая успешно возделывается в Северной Америке. Предпочитает почвы с уровнем кислотности pH в пределах 4...5. Требовательна к влаге, но не терпит переувлажнения и подтопления. Голубику узколистную можно размножать как семенами, так и вегетативно: одревесневшими и зелеными стеблевыми черенками, отрезками корневища, корневищными черенками, парциальными кустами. Всхожесть семян может составлять 70-90%. При вегетативном размножении зелеными черенками укореняемость составляет 50-65% [42, 43, 46, 51]. Хорошая зимостойкость (до -33°C) и способность голубики узколистной произрастать на кислых почвах [52, 55] делает ее более привлекательной для промышленного возделывания в условиях Нечерноземной зоны России по сравнению с голубикой высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), в том числе на неиспользуемых территориях выработанных торфяников и осушенных болот, а также на сельскохозяйственных угодьях при предварительной подготовке почвы.

В настоящее время известные сорта *V. angustifolium* представлены в основном гибридами с голубикой высокорослой (*V. corymbosum*); к ним относятся сорта американской (Northblue, Northcountry) и шведской (Putte) селекций [12]. В результате многолетних исследовательских работ по культивированию данных сортов в Костромской области российскими учеными были отобраны перспективные формы и получены первые отечественные сорта голубики узколистной: Лакомка, Нерль, Нея и Поморочка, отличающиеся достаточно высокой зимостойкостью и высокой урожайностью в данных природно-климатических условиях [5, 38]. Испытания проводились также на плантациях в Архангельской области, Ханты-Мансийской АО – Югре, в Хабаровском крае [32]. Однако необходимы дополнительные испытания в других регионах Нечерноземной части России для создания коллекции перспективных сортов и гибридных форм в целях как дальнейших селекционных работ, так и промышленного выращивания.

Цель исследований: изучение фенологических и морфологических особенностей, оценка урожайности и зимостойкости голубики узколистной при выращивании в открытом грунте в природно-климатических условиях г. Москвы.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2023-2024 гг. на сортоиспытательном участке лесных ягодных растений, созданных на базе ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева» (Дендрологический сад имени Р.И. Шредера, г. Москва) [35, 37]. В качестве объекта исследований изучали растения голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) сортов Лакомка, Нея, Поморочка, а также гибридной формы NB-60-11 (рис. 1).

Район исследований относится к южно-таежному лесному району Европейской части России, к зоне дерново-подзолистых почв (типичных для Московской области). Агроклиматические условия участка – типичные для г. Москвы и Московской области. На территории Дендрологического сада имени Р.И. Шредера преобладают среднедерновые средне- и сильноподзолистые почвы с мощностью гумусового

горизонта (A₁) в среднем около 15 см. Почвообразующая порода – моренный суглинок, почва перекопанная, слабоокультуренная, рельеф участка ровный [9, 48, 50]. Растения высажены в количестве 10...30 шт. для разных сортов в траншеи, заполненные торфом верхового типа ($pH_{KCl} = 2,8...3,1$). Схема посадки – $(1,0...1,7) \times (2,0...2,5)$ м. Для предотвращения развития сорной растительности междурядья мульчировались древесной щепой и опилками. Для предотвращения поедания созревших плодов птицами растения в начале июля укрывали светозащитной (затеняющей) сеткой (коэффициент затенения – 35%).

Изучение хозяйственно-ценных признаков сортов и форм голубики узколистной включало в себя фенологические наблюдения, измерение морфологических показателей, оценку урожайности и зимостойкости.

Оценку зимостойкости проводили после первой перезимовки растений, в апреле следующего года наблюдений, путем учетов степени подмерзания побегов и почек [47]. Степень подмерзания годичных побегов отмечали покусотно. Степень подмерзания цветковых почек определяли в период их набухания. Общее состояние растений определяли покусотно в середине лета.

Фенологические наблюдения за растениями проводили глазомерно с использованием общепринятых методик [3] по следующим фенологическим фазам развития растений: бутонизация; начало и окончание цветения; начало созревания, массовое и полное созревание плодов.

Морфологические особенности растений оценивали по общепринятым методикам [40, 47]. Измеряли длину прироста текущего года для прогнозирования возможного урожая на следующий год. Размеры плодов измеряли с помощью штангенциркуля электронного ШЦЦ-1-1500.01, длину приростов – линейкой. Статистическую обработку экспериментальных проводили с использованием общепринятой методики полевого опыта [7] с помощью программы Microsoft Office Excel 2016.



Рис. 1. Фрагмент сортоиспытательного участка голубики узколистной в Дендрологическом саду имени Р.И. Шредера РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва), 2024 г.

Результаты и их обсуждение

После зимнего сезона 2023-2024 гг. в условиях сортоиспытательного участка в Дендрологическом саду имени Р.И. Шредера отмечено лишь частичное, незначительное подмерзание побегов (5%) голубики узколистной у сорта Лакомка. Несмотря на то, что во 2-й декаде мая 2024 г. проявились возвратные заморозки, изучаемые растения *V. angustifolium* оказались достаточно устойчивыми к резким перепадам температур, внезапному граду и снегопаду, поэтому не отмечены никакие повреждения ни бутонам, ни уже распустившимся цветкам.

Результаты фенологических наблюдений за растениями голубики узколистной приведены в таблице 1. Поскольку июль был стабильно жарким (с дневными температурами не менее +28°C), фазы завязывания, налива и созревания плодов голубики наступали в более ранние сроки, и соответственно окончание созревания ягод наблюдалось также раньше срока.

Цветение растений *V. angustifolium* продолжалось в течение 16-20 дней (рис. 2а). Период плодоношения изучаемых растений составлял от 22 дней у сорта Лакомка до 44 дней у сорта Поморочка (рис. 2б). Сорта голубики узколистной отличались ранним (сорт Поморочка) и средним (сорта Лакомка, Нея, гибридная форма NB-60-11) сроками созревания плодов.

Изучены также морфологические особенности растений *V. angustifolium*. Установлено, что наименьший средний прирост имеет сорт Поморочка (в среднем 6,44 см) при минимальном значении 3,1 см и максимальном – 12,6 см. Сорт Лакомка имеет наибольшее среднее значение прироста среди изученных сортов (12,9 см) при минимальном значении 8,9 см и максимальном – 20,7 см (табл. 2). При этом варьирование длины прироста отмечено у гибридной формы NB-60-11 ($C_v = 23,3\%$), минимальное варьирование длины прироста отмечено также у сорта Лакомка (14,65%). В целом варьирование в пределах 20% можно считать низким.

В 2024 г. для растений *V. angustifolium* учитывали урожайность плодоношения, среднюю и максимальную массу ягод, а также форму продольного сечения и интенсивность воскового налета ягод (табл. 3).

Таблица 1

Даты наступления фенологических фаз *V. angustifolium* в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в 2024 г.

Сорт/форма	Фенологическая фаза							
	Бутонизация		Цветение		Завязыва- ние плодов	Созревание плодов		
	начало	окончание	начало	окончание		начало	массово	окончание
Лакомка	20.04	10.05	15.05	30.05	30.05-25.06	15.07	25.07	05.08
Нея	15.04	10.05	15.05	05.06	05.06-25.06	15.07	20.07-25.07	25.08
Поморочка	22.04	09.05	10.05	30.05	30.05-01.07	10.07	16.07-24.07	22.08
Гибридная форма NB-60-11	15.04	01.05	10.05	30.05	30.05-01.07	20.07	25.07	05.08



а



б

Рис. 2. Растения *V. angustifolium* в фазах цветения (а) и плодоношения (б) в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва), 2024 г.

Таблица 2

Характеристика приростов побегов *V. angustifolium* в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в 2024 г.

Сорт/форма	Длина прироста, см			Коэффициент вариации прироста, $C_v\%$
	минимальная	максимальная	средняя	
Лакомка	8,9	20,7	12,9±1,15	14,65
Нея	6,7	18,1	9,79±0,90	20,12
Поморочка	3,1	12,6	6,44±0,56	19,26
Гибридная форма NB-60-11	4,2	12,4	7,74±0,68	23,30

Таблица 3

Характеристика плодоношения сортов *V. angustifolium* в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в 2024 г.

Сорт/форма	Средняя урожайность, г/куст	Масса 1 плода, г		Форма продольного сечения плода	Интенсивность воскового налета
		средняя	максимальная		
Лакомка	97,14...182,12	1,41	2,55	сплюснутая	сильный
Нея	49,0...74,8	0,71	1,65	слегка вытянутая	очень слабый
Поморочка	88,6	0,74	1,02	округлая	слабый
Гибридная форма NB-60-11	13,72...30,93	0,83	1,92	вытянутая	сильный

Урожайность ягод исследуемых растений *V. angustifolium* варьировала от 13,72-30,93 г/куст (у гибридной формы NB-60-11) до 97,14-182,12 г/куст (у сорта Лакомка). Средняя масса ягод варьировала от 0,71 г (сорт Нея) до 1,41 г (сорт Лакомка). Максимальная масса ягод у сорта Поморочка несущественно отличалась от средней массы (1,02 г) – вероятно, по причине молодого возраста растений (3 года) и единичного плодоношения. Наиболее крупными ягодами характеризовался сорт Лакомка (максимальная масса 1 плода – 2,55 г). При этом 50% изученных сортов и форм имели сильный восковой налет на поверхности плодов, по 25%, – соответственно слабую и среднюю интенсивность налета. Кроме того, на всех растениях в той или иной степени наблюдалось повреждение наиболее крупных плодов слизнями из семейств *Arionidae* и *Agriolimacidae* (рис. 3).



Рис. 3. Повреждение плодов голубики узколистной вредителями

Выводы

В результате проведенных исследований отмечено, что в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (г. Москва) сорта и гибридная форма голубики узколистной в целом проявляют высокую зимостойкость с учетом поздневесенних возвратных заморозков, имеют достаточно высокую урожайность. Это обуславливает потенциал отечественных сортов и форм для культивирования их на неиспользуемых землях лесного фонда и сельскохозяйственного назначения. Имеющиеся на сегодняшний день наработки в области микрклонального размножения *V. angustifolium* [4, 11, 14, 15, 17-31, 33-36, 54] свидетельствуют о возможности использования исследуемых экземпляров в качестве растений-доноров для создания генетического банка *in vitro*, массового получения посадочного материала для дальнейших селекционных работ и промышленного выращивания в зоне Центрального Нечерноземья. Полученные данные по фенологии могут быть использованы также для оценки декоративных качеств сортов голубики узколистной и разработки шкалы признаков декоративности в целях применения их в озеленении, декоративном садоводстве и ландшафтном дизайне.

Исследования проведены в рамках выполнения Тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Минсельхоза России по теме «Разработка агротехнологий нового поколения для ягодных растений с использованием биотехнологических методов для закладки ягодных плантаций» за счет средств федерального бюджета в 2024 г.

Библиографический список

1. Безуглова В. Бизнес распробовал свежую голубику // Эксперт. – 2022. – № 40 (1269). – С. 39-41. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://expert.ekiosk.pro/993169> (дата обращения: 20.04.2024).
2. Витковский В.Л. Плодовые растения мира: Учебник. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
3. Владимиров Д.Р., Гладилин А.А., Гнеденко А.Е. и др. Методика ведения фенологических наблюдений. – М.: Альпина ПРО, 2023. – 208 с.
4. Выращивание лесных ягодных растений в условиях in vitro: Лабораторный практикум / Сост. С.С. Макаров, Е.А. Калашникова, И.Б. Кузнецова, Р.Н. Киракосян. – Караваево: Костромская ГСХА, 2019. – 48 с.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/> (дата обращения: 26.04.2024).
6. Грибова Н.А., Елисеева Л.Г. Исследование спроса и потребительских предпочтений переработанного плодово-ягодного сырья и продуктов на их основе // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84, № 3. – С. 432-438. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-3-432-438.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): Учебник. – Изд. 6-е, доп. и перераб. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
8. Ибрашева Л.Р., Обухова Н.И., Быстренина И.Е. и др. Международная торговля агропродовольственными товарами: факторы, тенденции, основные подгруппы // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 7. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qje.su/wp-content/uploads/2023/07/Ibrasheva.pdf> (дата обращения: 26.04.2024). DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_7_379.
9. Игнатьева И.П., Лавриченко Е.В. Дендрологический сад им. Р.И. Шредера и парк ТСХА: Проспект. – М.: ТСХА, 1985. – 123 с.
10. Козий И. Сезонность формирования цен при реализации ягод в розничные сети // Ягоды России. – 2023. – № 2 (9). – С. 10-15.
11. Кузнецова И.Б., Макаров С.С., Чудецкий А.И., Куликова Е.И. Корнеобразование сортов голубики узколистной in vitro в зависимости состава питательной среды и росторегулирующих веществ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (96). – С. 71-75. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-71-75.
12. Курлович Т.В., Филипеня В.Л. Голубика для любителей и профессионалов. – М.: Де'Либри, 2021. – 168 с.
13. Латков Н.Ю., Видякин А.В., Коржук А.Б., Латкова Е.В. Анализ и перспективы развития ягодного растениеводства в РФ // International Agricultural Journal. – 2020. – № 6. – С. 48-58. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10231.
14. Макаров С.С., Антонов А.М., Куликова Е.И. и др. Биотехнология в садоводстве. Выращивание плодовых и редких ягодных растений в культуре in vitro. Лабораторный практикум: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2023. – 128 с.
15. Макаров С.С., Бабич Н.А., Куликова Е.И. и др. Ризогенез голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) in vitro в зависимости от концентрации ауксинов при клональном микроразмножении // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 1. – С. 74-84. – Режим доступа: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 25.06.2024). DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.05.
16. Макаров С.С., Багаев Е.С., Цареградская С.Ю., Кузнецова И.Б. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов

- леса на землях лесного фонда Костромской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 118-131. DOI: 10.37482/0536-1036-2019-6-118.
17. Макаров С.С., Виноградова В.С., Тяк Г.В., Бабич Н.А. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait.: Монография. – Караваево: Костромская ГСХА, 2021. – 394 с.
18. Макаров С.С., Кузнецова И.Б. Клональное микроразмножение голубики полувысокой на этапах «Введение в культуру» и «Собственно микроразмножение» // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2019. – № 3 (56). – С. 28-33. DOI: 10.34655/bgsha.2019.56.3.004.
19. Макаров С.С., Кузнецова И.Б. Особенности органогенеза голубики полувысокой на разных этапах клонального микроразмножения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (78). – С. 105-106.
20. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Заушинцева А.В. и др. Повышение эффективности многоцелевого лесопользования на выработанных торфяниках // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 3. – С. 91-102. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-3-91-102.
21. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Заушинцева А.В., Куликова Е.И. Клональное микроразмножение перспективных сортов и форм полувысокорослой голубики с применением витаминно-минерального комплекса // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 4. – С. 97-105. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.07.
22. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Куликова Е.И. Органогенез растений голубики полувысокорослой в зависимости от росторегулирующих веществ при клональном микроразмножении // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 2 (63). – С. 141-145. DOI: 10.34655/bgsha.2021.63.2.020.
23. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Куликова Е.И., Чудецкий А.И. Влияние состава питательной среды и росторегулирующих веществ на ризогенез голубики узколистной *in vitro* // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 103-109. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-92-6-103-109.
24. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Куликова Е.И., Чудецкий А.И. Особенности клонального микроразмножения голубики узколистной на этапах «Введение в культуру *in vitro*» и «Собственно микроразмножение» // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2022. – № 2 (67). – С. 170-178. DOI: 10.34655/bgsha.2022.67.2.022.
25. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Куликова Е.И. и др. Ризогенез голубики узколистной *in vitro* в зависимости от концентрации ауксина ИУК и препарата Домоцвет // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2023. – № 2 (71). – С. 109-117. DOI: 10.34655/bgsha.2023.71.2.014.
26. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Суров В.В. Органогенез голубики полувысокой при клональном микроразмножении в зависимости от условий освещения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 76-79. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-90-4-76-79.
27. Макаров С.С., Куликова Е.И., Кузнецова И.Б., Чудецкий А.И. Ризогенез голубики узколистной *in vitro* в зависимости от концентрации ауксина ИУК и препарата Корнерост // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (93). – С. 66-69. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-66-69.
28. Макаров С.С., Родин С.А., Кузнецова И.Б. Влияние состава субстрата на приживаемость и корнеобразование адаптируемых *ex vitro* растений голубики полувысокой североамериканских сортов // Лесохозяйственная информация. – 2020. – № 2. – С. 119-126. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 25.06.2024). DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.10.

29. Макаров С.С., Родин С.А., Кузнецова И.Б. и др. Влияние освещения на ризогенез ягодных растений при клональном микроразмножении // *Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology)*. – 2021. – Т. 51, № 3. – С. 520-528. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-3-520-528.
30. Макаров С.С., Родин С.А., Чудецкий А.И. Методические рекомендации по выращиванию посадочного материала лесных ягодных культур *in vitro* и *in vivo*. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2019. – 24 с.
31. Макаров С.С., Тяк Г.В., Кузнецова И.Б. и др. Влияние росторегулирующих веществ на морфологические параметры перспективных гибридных форм голубики узколистной *in vitro* // *Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова*. – 2021. – № 4 (65). – С. 140-145. DOI: 10.34655/bgsha.2021.65.4.019.
32. Макаров С.С., Тяк Г.В., Чудецкий А.И. и др. Перспективы плантационного выращивания лесных ягодных растений в северных регионах России // *Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения*. – 2023. – № 3 (15). – С. 62-77.
33. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Кузнецова И.Б. и др. Применение освещения различного спектрального диапазона при клональном микроразмножении лесных ягодных растений // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. – 2022. – № 6. – С. 82-93. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-6-82-93.
34. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Хамитов Р.С. и др. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений: Монография. – М.: Колос-С, 2023. – 152 с.
35. Макаров С.С., Феклистов П.А., Кузнецова И.Б. и др. Технологии размножения и возделывания видов и сортов голубики для создания биоресурсной коллекции // *Достижения науки и техники АПК*. – 2023. – Т. 37, № 12. – С. 11-16. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_12_11.
36. Макаров С.С., Чудецкий А.И., Родин С.А., Куликова Е.И. Методические рекомендации по выращиванию посадочного материала лесных ягодных растений в культуре *in vitro*. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2023. – 32 с.
37. Макаров С.С., Чудецкий А.И., Сахоненко А.Н. и др. Создание биоресурсной коллекции ягодных растений на базе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // *Тимирязевский биологический журнал*. – 2023. – № 1 (4). – С. 23-33. DOI: 10.26897/2949-4710-2023-4-23-33.
38. Макеева Г.Ю., Тяк Г.В., Макеев В.А., Макаров С.С. Создание первых российских сортов голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // *Современное садоводство*. – 2023. – № 1. – С. 1-14. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journal-vniispk.ru/pdf/2023/1/1.pdf> (дата обращения: 26.04.2024). DOI: 10.52415/23126701_2023_0101.
39. Мартынюк А.А., Курлович Л.Е., Трушина И.Г., Трушина Н.И. Лесные дикоросы – ресурсы, использование и нормативное правовое регламентирование: аналитический обзор // *Лесохозяйственная информация*. – 2023. – № 4. – С. 117-165. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 26.04.2024). DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.11.
40. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6. Декоративные культуры / Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. – 1968. – 223 с.
41. Минаков И.А., Малюков В.В. Проблемы и перспективы развития ягодоводства в России // *Наука и образование*. – 2022. – Т. 5, № 2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opusmgau.ru/index.php/see/issue/view/24> (дата обращения: 26.04.2024).

42. Морозов О.В., Гордей Д.В. Биолого-технологические аспекты выращивания посадочного материала голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) семенного происхождения в рулонах // Труды БГТУ. – Минск, 2010. – Вып. XVIII. – С. 96-100.

43. Морозов О.В., Гордей Д.В. Способность голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) к вегетативному и генеративному размножению при выращивании посадочного материала // Устойчивое управление лесами и рациональное использование: Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: БГТУ, 2010. – Кн. 2. – С. 440-443.

44. Набиева А.Р. Потребительская кооперация в структуре рынка дикорастущих плодово-ягодных культур и лесных грибов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2019. – Т. 5, № 4 (20). – С. 470-481. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-4-470-480.

45. Обухова Н.И., Ибрашева Л.Р., Быстренина И.Е. и др. Изменение глобального и российского импорта плодово-ягодной продукции // Столыпинский вестник. – 2023. – № 7. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2023/07/29.pdf> (дата обращения: 26.04.2024).

46. Павловский Н.Б. Систематическое положение и классификация сортов голубики секции *Suapococcus* // Плодоводство. – 2013. – Т. 25. – С. 533-543.

47. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 606 с.

48. Сахоненко А.Н., Макаров С.С., Чудецкий А.И., Матюхин Д.Л. Калина (*Viburnum* L.): морфогенез и структура побеговой системы на ранних этапах онтогенеза: Монография. – М.: МЭСХ, 2023. – 156 с.

49. Склярченко М. Ягоды растут // Эксперт Северо-Запад. – 2019. – № 11. – С. 18-21. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expertnw.com/biznes-i-vlast/yagody-rastut/> (дата обращения: 18.04.2024).

50. Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ) / Под ред. А.А. Исаева. – М.: Изд-во Московского университета, 2003. – Т. 1. – 307 с.

51. Тяк Г.В., Курлович Л.Е., Макаров С.С. Размножение гибридных форм голубики узколистной одревесневшими черенками // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 95-104. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 25.06.2024). DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.08.

52. Тяк Г.В., Курлович Л.Е., Тяк А.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений // Вестник Казанского ГАУ. – 2016. – Т. 11, № 2. – С. 43-46. DOI: 10.12737/20633.

53. Усков В.С. Рынок плодово-ягодной продукции территории Европейского Севера России: состояние и перспективы развития: Монография. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2015. – 148 с.

54. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Chudetsky A.I., Rodin S.A. Obtaining High-Quality Planting Material of Forest Berry Plants by Clonal Micropropagation for Restoration of Cutover Peatlands // Lesnoy zhurnal: Russian Forestry Journal. – 2021. – № 2. – Pp. 21-29. DOI: 10.17238/0536-1036-2021-2-21-29.

55. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Khanbabaeva O.E. et al. Prospects for Enhanced Growth and Yield of Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) Using Organomineral Fertilizers for Reclamation of Disturbed Forest Lands in European Part of Russia // Agronomy. – 2024. – Vol. 14, № 7. – Art. 1498. DOI: 10.3390/agronomy14071498. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/7/1498> (дата обращения: 05.08.2024).

STUDY OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF LOWBUSH BLUEBERRY (*VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.) IN MOSCOW CONDITIONS

E.E. ORLOVA¹, A.N. KULCHITSKY², E.A. SURINA³, A.G. ARZHENOVSKY¹,
M.N. BESSHAPOSHNIY¹, YU.A. MYRKINA¹

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov;

³Northern Research Institute of Forestry)

Lowbush blueberry (Vaccinium angustifolium Ait.) is one of the most promising berry crops for cultivation on acid soils in the European part of Russia, but additional testing of varieties and cultivars in the conditions of the Non-Chernozem zone regions is needed. The article presents the results of studies on the phenological and morphological features, evaluation of yield and winter hardiness of V. angustifolium plants of Russian selection (cultivars Lakomka, Neya, Pomorochka, hybrid form NB-60-11) in the natural and climatic conditions of Moscow. As a result of overwintering of the plants in the winter period of 2023-2024 and the impact of recurrent late spring frosts in May 2024, there was no freezing of shoots and damage to flowers. Flowering of V. angustifolium plants in Moscow conditions was observed in mid-May – early June, and lasted for 16-20 days, fruiting was observed in mid-July – late August and lasted for 22-44 days. V. angustifolium plants of the Lakomka cultivar are characterized by the highest annual growth (average 12.9 cm), yield indicators (97.14-182.12 g/bush) and weight of one fruit (average 1.41 g, maximum 2.55 g). The potential of V. angustifolium cultivars of Russian selection for further breeding work and industrial cultivation on unused lands is noted.

Key words: forest berry plants, lowbush blueberry, phenology, morphological characteristics, fruiting, yield.

References

1. Bezuglova V. Business tasted fresh blueberry. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://expert.ekiosk.pro/993169> (accessed: April 20, 2024)
2. Vitkovskiy V.L. *Fruit plants of the world: a textbook*. St. Petersburg, Russia: Lan, 2003:592. (In Russ.)
3. Vladimirov D.R., Gladilin A.A., Gnedenko A.E. et al. *Methodology for conducting phenological observations*. Moscow, Russia: Alpina Pro, 2023:208. (In Russ.)
4. Makarov S.S., Kalashnikova E.A., Kuznetsova I.B., Kirakosyan R.N. *Growing forest berry plants in vitro: a laboratory practical training*. Karavaevo, Russia: Kostroma State Agricultural Academy, 2019:48. (In Russ.)
5. State register of selection achievements approved for use. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (accessed: April 26, 2024)
6. Gribova N.A., Eliseeva L.G. Research of demand and consumer preferences of processed fruit and berry raw materials and products based on them. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022;84(3):432-438. (In Russ.) <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-3-432-438>
7. Dospekhov B.A. *Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*: a textbook. 6th ed., updat. and rev. Moscow, Russia: Alyans, 2011:352. (In Russ.)

8. Ibrasheva L.R., Obukhova N.I., Bystrenina I.E., Vasilev V.V. et al. International agrifood trade: factors, trends, main sub-groups. *Moscow Economic Journal*. 2022;84(3):432-438. (In Russ.) https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_8_7_379
9. Ignat'eva I.P., Lavrichenko E.V. *Prospect. Dendrological Garden of R.I. Schroeder and the park of the TSKhA*. Moscow, USSR: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1985:123. (In Russ.)
10. Koziy I. Seasonality of price formation in the sale of berries in retail chains. *Yagody Rossii*. 2023;2(9):10-15. (In Russ.)
11. Kuznetsova I.B., Makarov S.S., Chudetsky A.I., Kulikova E.I. Root formation of narrow-leaved blueberry cultivars in vitro depending on the nutrient medium composition and growth-regulating substances. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;4(96):71-75. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-96-4-71-75>
12. Kurlovich T.V., Filipenya V.L. *Blueberries for amateurs and professionals*. Moscow, Russia: De'Libri, 2021:168. (In Russ.)
13. Latkov N.Yu., Vidyakin A.V., Korzhuk A.B., Latkova E.V. Analysis and prospects of berry crop production development in the Russian Federation. *International Agricultural Journal*. 2020;6:48-58. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2588-0209-2020-10231>
14. Makarov S.S., Antonov A.M., Kulikova E.I. et al. *Biotechnology in horticulture. Growing fruit and rare berry plants in vitro culture. Laboratory practical training: a textbook*. St. Petersburg, Russia: Lan, 2023:128. (In Russ.)
15. Makarov S.S., Babich N.A., Kulikova E.I. et al. Rhizogenesis of narrow-leaved blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) in vitro depending on the concentration of auxins. *Forestry Information*. 2022;1:74-84. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.05>
16. Makarov S.S., Bagaev E.S., Tsaregradskaya S.Yu., Kuznetsova I.B. Problems of use and reproduction of phytogenic food and medicinal forest resources on the forest fund lands of the Kostroma region. *Russian Forestry Journal*. 2019;6:118-131. (In Russ.) <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2019-6-118>
17. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Tyak G.V., Babich N.A. *Theory and practice of propagation and plantation cultivation of forest berry plants Rubus arcticus L., Oxycoccus palustris Pers. and Vaccinium angustifolium Ait.: a monograph*. Karavaevo, Russia: Kostroma State Agricultural Academy, 2021:394. (In Russ.)
18. Makarov S.S., Kuznetsova I.B. Clonal micropropagation of a half-high blueberry at the stages of "introduction to culture" and "micropropagation proper". *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2019;3(56):28-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2019.56.3.004>
19. Makarov S.S., Kuznetsova I.B. Peculiarities of organogenesis of semi-high blueberry at different stages of clonal micropropagation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019;4(78):105-106. (In Russ.)
20. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Zaushintsena A.V. et al. Improving the efficiency of multipurpose forest management on depleted peatlands. *Russian Forestry Journal*. 2022;3:91-102. (In Russ.) <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-3-91-102>
21. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Zaushintsena A.V., Kulikova E.I. Clonal micropropagation of promising cultivars and forms of half-highbush blueberry using a vitamin-mineral complex. *Forestry Information*. 2021;4:97-105. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.07>
22. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Kulikova E.I. Organogenesis of half-highbush blueberry plants depending on growth-regulating substances at clonal micropropagation.

- Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyasvennoy akademii imeni V.R. Filippova*. 2021;2(63):141-145. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2021.63.2.020>
23. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Kulikova E.I., Chudetsky A.I. Influence of nutrient medium composition and growth-regulating substances on rhizogenesis of angustifolia blueberry in vitro. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;6(92):103-109. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-92-6-103-109>
24. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Kulikova E.I., Chudetsky A.I. Peculiarities of the clonal micropropagation of lowbush blueberry (*Angustifolia blueberry*) at the stages of "introduction into the *in vitro* culture" and "micropropagation proper". *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyasvennoy akademii imeni V.R. Filippova*. 2022;2(67):170-178. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2022.67.2.022>
25. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Kulikova E.I. et al. Rhizogenesis of lowbush blueberry in vitro depending on the concentration of auxin IAA and Domotsvet preparation. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyasvennoy akademii imeni V.R. Filippova*. 2023;2(71):109-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2023.71.2.014>
26. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Surov V.V. Organogenesis of half-highbush blueberry during clonal micropropagation depending on lighting conditions. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;4(90):76-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-90-4-76-79>
27. Makarov S.S., Kulikova E.I., Kuznetsova I.B., Chudetsky A.I. Rhizogenesis of *Angustifolia* blueberry in vitro depending on the concentration of IAA auxin and the Kornerost preparation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;1(93):66-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-66-69>
28. Makarov S.S., Rodin S.A., Kuznetsova I.B. Influence of substrate composition on survival rate and root formation of adaptable *ex vitro* plants of North American varieties of half-highbush blueberry. *Forestry Information*. 2020;2:119-126. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.10>
29. Makarov S.S., Rodin S.A., Kuznetsova I.B. et al. Effect of light on rhizogenesis of forest berry plants during clonal micropropagation. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(3):520-528. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-520-528>
30. Makarov S.S., Rodin S.A., Chudetsky A.I. *Guidelines for growing planting material of forest berry crops in vitro and in vivo*. Pushkino, Russia: VNIILM, 2019:24. (In Russ.)
31. Makarov S.S., Tyak G.V., Kuznetsova I.B. et al. The influence of growth-regulating substances on the morphological parameters of promising hybrid forms of *Angustifolia* blueberry in vitro. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyasvennoy akademii imeni V.R. Filippova*. 2021;4(65):140-145. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2021.65.4.019>
32. Makarov S.S., Tyak G.V., Chudetsky A.I. et al. Prospects for plantation cultivation of forest berry plants in the Northern regions of Russia. *Arktika 2035: aktualnye voprosy, problemy, resheniya*. 2023;3(15):62-77. (In Russ.)
33. Makarov S.S., Upadyshev M.T., Kuznetsova I.B. et al. The use of lighting of various spectral ranges for clonal micropropagation of forest berry plants. *Russian Forestry Journal*. 2022;6:82-93. (In Russ.) <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-6-82-93>
34. Makarov S.S., Upadyshev M.T., Khamitov R.S. et al. *Prospects for industrial cultivation and biotechnological methods of propagation of forest berry plants: a monograph*. Moscow, Russia: Kolos-S, 2023:152. (In Russ.)
35. Makarov S.S., Feklistov P.A., Kuznetsova I.B. et al. Technologies for propagation and cultivation of blueberry species and varieties to create a bioresource collection.

- Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2023;37(12):11-16. (In Russ.) https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_12_11
36. Makarov S.S., Chudetsky A.I., Rodin S.A., Kulikova E.I. *Guidelines for growing planting material of forest berry plants in vitro culture*. Pushkino, Russia: VNIILM, 2023:32. (In Russ.)
37. Makarov S.S., Chudetsky A.I., Sakhonenko A.N., Solovyov A.V. et al. Creation of a bioresource collection of berry plants on the basis of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Timiryazev Biological Journal*. 2023;1(4):23-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-4-23-33>
38. Makeeva G.Yu., Tyak G.V., Makeev V.A., Makarov S.S. Creation of the first russian cultivars of blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Contemporary Horticulture*. 2023;1:1-14. (In Russ.) https://doi.org/10.52415/23126701_2023_0101
39. Martynyuk A.A., Kurlovich L.E., Trushina I.G., Trushina N.I. wild non-wood forest products – recourses, usage and legal regulation: analytical review. *Forestry Information*. 2023;4:117-165. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.11>
40. *Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 6: Ornamental crops*. Moscow, USSR: USSR Ministry of Agriculture, State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops under the USSR Ministry of Agriculture, 1968:223. (In Russ.)
41. Minakov I.A., Malyukov V.V. Problems and prospects of development berry growing in Russia. *Nauka i obrazovanie*. 2022;5(2). (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://opusmgau.ru/index.php/see/issue/view/24> (accessed: April 26, 2024)
42. Morozov O.V., Gordei D.V. Biologo-tekhnologichesky aspects of cultivation of planting material material of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) seed origin in rolls. *Proceedings of BSTU. № 1. Forestry*. 2010; XVIII:96-100. (In Russ.)
43. Morozov O.V., Gordei D.V. Ability of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) for vegetative and generative reproduction when growing planting material. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Ustoychivoe upravlenie lesami i ratsionalnoe ispolzovanie"*. Minsk, Belarus: BSTU, 2010;2:440-443. (In Russ.)
44. Nabieva A.R. Consumer cooperation in the market structure of wild fruit and berry crops and wild mushrooms. *Vestnik of Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2019;5(4(20)):470-481. (In Russ.) <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-4-470-480>
45. Obukhova N.I., Ibrasheva L.R., Bystrenina I.E. et al. Changes in global and Russian imports of fruit and berry products. *Stolypin Annals*. 2023;7. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2023/07/29.pdf> (accessed: April 26, 2024)
46. Pavlovski N.B. Systematic position and classification of Cyanococcus section blueberry cultivars. *Fruit Growing*. 2013;25(1):533-543. (In Russ.)
47. *Program and methods for variety study of fruit, berry and nut crops*. Ed. by E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova. Orel, Russia: VNIISPK, 1999:606. (In Russ.)
48. Sakhonenko A.N., Makarov S.S., Chudetsky A.I., Matyukhin D.L. (*Viburnum* L.): morphogenesis and structure of the shoot system at the early stages of ontogenesis: a monograph. Moscow, Russia: MESKh, 2023:156. (In Russ.)
49. Sklyarenko M. Berries are growing. *Ekspert Severo-Zapad*. 2019;11:18-21. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <http://expertnw.com/biznes-i-vlast/yagody-rastut/> (accessed: April 18, 2024)
50. *Handbook of ecological and climatic characteristics of Moscow (based on observations of the Meteorological Observatory of Moscow State University)*. V. 1. Ed. by A.A. Isaev. Moscow, Russia: Izd-vo Moskovskogo un-ta, 2003:307. (In Russ.)

51. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Makarov S.S. Reproduction of hybrid forms of lowbush blueberry with lignified cuttings. *Forestry Information*. 2022;3:95-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.08>

52. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Tyak A.V. Biological reclamation of developed peatlands by creating plantings of forest berry plants. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2016;11(2):43-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/20633>

53. Uskov V.S. *Fruit and berry market in the European North of Russia: status and development prospects: a monograph*. Vologda, Russia: ISED T RAS, 2015:148. (In Russ.)

54. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Chudetsky A.I., Rodin S.A. Obtaining High-Quality Planting Material of Forest Berry Plants by Clonal Micropropagation for Restoration of Cutover Peatlands. *Russian Forestry Journal*. 2021;2:21-29. <https://doi.org/10.17238/0536-1036-2021-2-21-29>

55. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Khanbabaeva O.E. et al. Prospects for Enhanced Growth and Yield of Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) Using Organomineral Fertilizers for Reclamation of Disturbed Forest Lands in European Part of Russia. *Agronomy*. 2024;14(7):1498. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071498>

Информация об авторах

Орлова Елена Евгеньевна, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Российский государственный аграрный университет – МСХА К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: elena.orlova@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45

Кульчицкий Андрей Николаевич, аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, Федеральное государственное автономное научное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»; 163002, Российская Федерация, г. Архангельск, ул. Набережная Северной Двины, 17; e-mail: 5060637@mail.ru

Сурина Елена Анатольевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела, Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; 163062, Российская Федерация, г. Архангельск, ул. Никитова, 13; e-mail: surina_ea@sevniilh-arh.ru; тел.: (8182) 68-60-42

Арженовский Алексей Григорьевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, исполняющий обязанности директора Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: arzenovskii@rgau-msha.ru; тел.: (499) 977–24–10

Бесшапошный Максим Николаевич, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры политической экономики и мировой экономики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: besshaposhnyi@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–21–51

Мырксина Юлия Александровна, канд. экон. наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: myrksina@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–95

Information about the authors

Elena E. Orlova, CSc (Ag), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Ornamental Horticulture and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–05–45; e-mail: elena.orlova@rgau-msha.ru

Andrey N. Kulchitskiy, postgraduate student at the Department of Landscape Architecture and Artificial Forests, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (17 Naberezhnaya Severnoy Dviny St., Arkhangelsk, 163002, Russian Federation); e-mail: 5060637@mail.ru

Elena A. Surina, CSc (Ag), Leading Research Associate at the Research Department, Northern Research Institute of Forestry (13 Nikitova St., Arkhangelsk, 163062, Russian Federation); phone: (8182) 68–60–42; e-mail: surina_ea@sevniih-arh.ru

Aleksey G. Arzhenovskiy, DSc (Eng), Professor, Professor at the Department of Machine and Tractor Fleet Operation, Acting Director of the Institute of Mechanical and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 977–24–10; e-mail: arzhenovski@rgau-msha.ru

Maksim N. Besshaposhniy, Csc (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Political Economy and World Economy, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–21–51; e-mail: besshaposhny@rgau-msha.ru

Yulia A. Myrksina, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Accounting, Finance and Taxation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–05–95; e-mail: myrksina@rgau-msha.ru

ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ВИДОВ РОДА *DIANTHUS* L. В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА (РЕСПУБЛИКА ДАГЕСТАН)

Р.М. ОСМАНОВ

(Горный ботанический сад – обособленное подразделение
Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук»)

Представлены результаты интродукционного изучения 16 видов рода *Dianthus* L. на базе Горного ботанического сада – обособленного подразделения ДФИЦ РАН. Оценены изменчивость декоративных признаков гвоздик и их интродукционная устойчивость в горных условиях. Окраска цветков интродуцированных гвоздик имеет 5 цветов и оттенков: белый, бледно-розоватый, желтовато-кремовый, розовый, розовато-лиловый. По форме цветка выделены интродуценты с бахромчатыми лепестками (*D. awaricus*, *D. acicularis*, *D. andrzejeowski*, *D. × allwoodii*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris*). *D. × allwoodii* и *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri* отличаются образованием разрастающихся куртин, что важно в декоративном садоводстве и озеленении. При оценке по 100-балльной шкале *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri* получил 90 баллов. Выделены также 3 интродуцированных образца *D. × allwoodii*, *D. carthusianorum* L. (1), *D. plumaris* и 1 местный белоцветковый вид *D. Awaricus*, получившие более 80 баллов, которые являются перспективными для использования в декоративном садоводстве.

Ключевые слова: род *Dianthus* L., изменчивость, декоративные признаки, интродукционная устойчивость, экспериментальная база.

Введение

В настоящее время декоративное садоводство включает в себя несколько направлений. Во-первых, это культивирование многолетних растений с длительной фазой цветения [4, 5, 25], во-вторых – вопросы, связанные с биоразнообразием экосистем (экологические аспекты), адаптацией, устойчивостью и расширением сортамента декоративных травянистых растений [9, 17, 18, 21].

Гвоздичные (*Caryophyllaceae* Juss) – одно из наиболее крупных семейств в порядке *Caryophyllales*, насчитывающее около 80 родов и 2100 видов. Виды данного семейства распространены главным образом в умеренных областях северного полушария. Среди Гвоздичных довольно много известных декоративных растений. В конце XVIII в. в европейские сады проник *Dianthus chinensis* L. Предположительно различные махровые сорта *Dianthus caryophyllus* L. берут свое происхождение из Южной Европы [2].

Род *Dianthus* L. считается наиболее крупным в семействе *Caryophyllaceae*, насчитывая около 300 видов. Он широко представлен в Европе, Азии, Африке [10]. В степных и горных ландшафтах Российского Кавказа род *Dianthus* L. представлен 32 видами [6, 14]. Во флоре Дагестана род *Dianthus* L. представлен 22 видами [19].

В настоящее время представители рода *Dianthus* L. перспективны как в городском, так и в горном озеленении. Виды отличаются декоративностью: различной окраской цветков, формой и величиной цветков, обилием и длительностью цветения, габитусом, декоративными качествами вегетативной части растений. Некоторые виды сохраняют зеленые листья в течение всего года, что приумножает их использование в садоводстве и ландшафтном дизайне [7, 13, 18-24, 25-29].

Цель исследований: изучение изменчивости декоративных признаков видов рода *Dianthus* L. в условиях Горного ботанического сада.

Материал и методы исследований

Материалом для исследований послужили 16 видов гвоздики рода *Dianthus* L. различного эколого-географического происхождения: *Dianthus acicularis* Fisch ex Ledeb, *Dianthus* × *allwoodii* D. Dubovik, *Dianthus andrzejewskianus* (Zapal.) Kulcz., *Dianthus plumaris* L., *Dianthus carthusianorum* L. (1), *Dianthus carthusianorum* L. (2), *Dianthus chinensis* (1), *Dianthus chinensis* (2), *Dianthus sternbergii* Sieber ex Capelli, *Dianthus knapii* (Pant.) Asch. & Karitz ex Borbas, *Dianthus plumaris* subsp. *lumnitzeri* (Wiesb.) Domin, *Dianthus awaricus* Kharadze, *Dianthus fragnans* M. Bieb., *Dianthus caucaseus* Sims, *Dianthus cretaceus* Adam, *Dianthus lanceolatus* Steven ex Rchb.

Сокращенные названия видов рода *Dianthus* L. и информация о том, откуда получены исследуемые образцы по делектусу, представлены в таблице 1. Семенной материал местных дикорастущих гвоздик (5 видов) собран в пределах Предгорного (*D. lanceolatus*) и Внутреннегорного (*D. awaricus*, *D. fragnans*, *D. caucaseus*, *D. cretaceus*) Дагестана.

Таблица 1

Список видов рода *Dianthus* L., культивируемых в условиях Цудахарской экспериментальной базы

№ п/п	Вид	Место получения по делектусу семенного материала или район (населенный пункт) Дагестана
1	<i>D. acicularis</i>	Дендрарий академика Н.В. Рудницкого, г. Киров, Кировская область
2	<i>D. × allwoodii</i>	
3	<i>D. andrzejewskianus</i>	Ботанический сад Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск, Республика Карелия
4	<i>D. plumaris</i>	
5	<i>D. carthusianorum</i> (1)	Скальный сад В. Заблоцкого, г. Курск, Курская область
6	<i>D. carthusianorum</i> (2)	Казанский зооботанический сад, г. Казань, Республика Татарстан
7	<i>D. chinensis</i> (1)	Ботанический сад СВФУ, г. Якутск, Республика Саха
8	<i>D. chinensis</i> (2)	Ботанический сад Самарского университета, г. Самара, Самарская область
9	<i>D. sternbergii</i>	
10	<i>D. knapii</i>	Ботанический сад ИвГУ имени А.К. Малиновского, г. Иваново, Ивановская область
11	<i>D. plumaris</i> subsp. <i>lumnitzeri</i>	Волгоградский региональный ботанический сад, г. Волгоград, Волгоградская область
12	<i>D. awaricus</i>	окр. сел. Агвали, Цумадинский район, Республика Дагестан
13	<i>D. fragnans</i>	окр. сел. Чарода, Чародинский район, Республика Дагестан
14	<i>D. caucaseus</i>	окр. сел. Цудахар, Левашинский район, Республика Дагестан
15	<i>D. cretaceus</i>	окр. сел. Могох, Шамильский район, Республика Дагестан
16	<i>D. lanceolatus</i>	окр. сел. Бавтугай, Кизилюртовский район, Республика Дагестан

В целях исследования изменчивости для признаков «Высота побега» и «Диаметр цветка» определяли среднее арифметическое значение ($\bar{X}$), его ошибку ($S_{\bar{x}}$) в трехкратной повторности ($n = 3$) [15]. Окраска цветка дана по А.С. Бондарцеву [3].

Оценка декоративных признаков проведена в соответствии с общепринятой методикой по 100-балльной шкале [16], оценка интродукционной устойчивости – по шкале Н.С. Даниловой [8] применительно к травянистым растениям.

Все интродукционные исследования осуществлялись на базе Горного ботанического сада – обособленного подразделения ДФИЦ РАН (Цудахарская экспериментальная база) в 2021-2023 гг.

Цудахарская экспериментальная база Горного ботанического сада расположена во Внутригорном Дагестане на высоте 1100-1300 м над уровнем моря, в долине р. Сана (приток р. Кази-Кумухского Койсу), климат средне-континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет $+10,1^{\circ}\text{C}$ с абсолютным максимумом в июле-августе до $+40^{\circ}\text{C}$, с абсолютным минимумом в январе – до -23°C . Почвы сухостепные, каменисто-щебнистые, маломощные и хрящеватые [1, 11, 12].

Результаты и их обсуждение

Сравнительная оценка количественных (линейных) признаков растений рода *Dianthus* L. и окраска их цветков в условиях Цудахарской экспериментальной базы представлены в таблице 2.

Самыми высокорослыми растениями (42,7-79,5 см) среди видов рода *Dianthus* L. являются *D. plumaris*, *D. lanceolatus*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. awaricus*, *D. carthusianorum* (1), *D. carthusianorum* (2). Средние по высоте – растения *D. acicularis*, *D. cretaceus*, *D. sternbergii*, *D. × allwoodii*, *D. knapii*, *D. andrzejewskianus* (27,5-35,3 см). Низкорослые виды рода *Dianthus* L. – *D. chinensis* (1), *D. chinensis* (2), *D. caucaseus* (14,3-16,1 см). Признак «Диаметр цветка» в целом совпадает с оцениванием по баллам. Окраска цветков интродуцированных гвоздик характеризуется наличием 5 цветов и оттенков: белый (*D. awaricus*, *D. acicularis*, *D. cretaceus*, *D. fragrans*, *D. lanceolatus*), желтовато-кремовый (*D. knapii*), бледно-розовый (*D. andrzejewskianus*, *D. sternbergii*), розовый (*D. × allwoodii*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris*), розовато-лиловый (*D. carthusianorum* (1), *D. carthusianorum* (2), *D. caucaseus*, *D. chinensis* (1), *D. chinensis* (2)).

Безусловно, окраска цветка – один из основных декоративных признаков растений. Так, максимальное количество баллов (20) получили виды с яркой окраской лепестков: *D. × allwoodii*, *D. carthusianorum* (1), *D. carthusianorum* (2). Виды *D. chinensis* (1), *D. chinensis* (2), *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris*, *D. knapii* получили 16-17 баллов (табл. 1). Высоко оценивались виды с крупными цветками (5 баллов): *D. awaricus*, *D. andrzejewskianus*, *D. × allwoodii*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri* (табл. 3).

По форме цветка наиболее красивыми считаются гвоздики с бахромчатыми лепестками, как у видов *D. awaricus*, *D. acicularis*, *D. andrzejewskianus*, *D. × allwoodii*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris* (4-5 баллов). Так, признак «Число зубчиков на лепестке» в природных популяциях *D. awaricus* достигал 18 шт. [20].

Практически все виды получили максимальные баллы по декоративности цветоноса и соцветия. При оценивании признака «Обилие цветения» 10 баллов – у *D. caucaseus* и *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, однако у большинства видов – 6 баллов.

Таблица 2

**Средние значения некоторых линейных признаков
растений рода *Dianthus* L. и окраска их цветков (n = 3)**

Вид	Высота побега, см	Диаметр цветка, см	Окраска цветка
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	
<i>D. awaricus</i>	55,4 $\pm$ 0,55	4,0 $\pm$ 0,03	Белая
<i>D. acicularis</i>	27,5 $\pm$ 0,48	3,6 $\pm$ 0,08	Белая
<i>D. andrzejewskianus</i>	35,3 $\pm$ 0,67	3,8 $\pm$ 0,15	Бледно-розоватая
<i>D. × allwoodii</i>	32,1 $\pm$ 0,17	3,9 $\pm$ 0,12	Розовая
<i>D. carthusianorum</i> (1)	64,7 $\pm$ 4,91	2,8 $\pm$ 0,12	Розовато-лиловая
<i>D. carthusianorum</i> (2)	79,5 $\pm$ 1,53	2,0 $\pm$ 0,03	Розовато-лиловая
<i>D. caucaseus</i>	14,7 $\pm$ 1,45	3,1 $\pm$ 0,08	Розовато-лиловая
<i>D. cretaceus</i>	27,6 $\pm$ 0,41	3,3 $\pm$ 0,06	Белая
<i>D. chinensis</i> (1)	14,3 $\pm$ 0,21	2,2 $\pm$ 0,15	Розовато-лиловая
<i>D. chinensis</i> (2)	16,1 $\pm$ 0,11	2,4 $\pm$ 0,09	Розовато-лиловая
<i>D. fragrans</i>	36,5 $\pm$ 1,57	3,3 $\pm$ 0,03	Белая
<i>D. knapii</i>	34,7 $\pm$ 0,32	1,9 $\pm$ 0,20	Желтовато-кремовая
<i>D. lanceolatus</i>	45,0 $\pm$ 1,15	3,0 $\pm$ 0,03	Белая
<i>D. plumaris</i> subsp. <i>lumnitzeri</i>	49,5 $\pm$ 0,49	4,8 $\pm$ 0,06	Розовая
<i>D. plumaris</i>	42,7 $\pm$ 0,46	3,6 $\pm$ 0,08	Розовая
<i>D. sternbergii</i>	31,4 $\pm$ 0,75	3,3 $\pm$ 0,18	Бледно-розоватая
Всего (n = 45)	39,4 $\pm$ 2,58	3,3 $\pm$ 0,12	

**Оценка декоративных признаков видов рода *Dianthus* L.
в условиях Цудахарской экспериментальной базы**

Вид	Окраска цветка (до 20)	Величина цветка (до 5)	Форма цветка (до 5)	Цветонос (до 5)	Соцветие (до 10)	Обилие цветения (до 10)	Длительность цветения (до 10)	Устойчивость цветков к неблагоприятным погодным условиям (до 10)	Декоративность вегетативной части растения (до 10)	Оригинальность (до 10)	Состояние растений (до 5)	Общий балл
<i>D. awaricus</i>	12	5	4	5	10	8	10	10	6	6	5	81
<i>D. acicularis</i>	12	4	4	4	8	6	6	8	8	8	3	71
<i>D. andrzejeowski</i>	12	5	4	5	8	6	8	6	4	6	4	68
<i>D. × allwoodii</i>	20	5	4	5	8	8	10	8	4	6	3	81
<i>D. carthusianorum</i> (1)	20	3	3	4	6	8	10	8	8	8	4	82
<i>D. carthusianorum</i> (2)	20	2	2	3	4	6	10	8	8	8	3	74
<i>D. caucaseus</i>	12	3	3	5	8	10	8	10	6	8	4	77
<i>D. cretaceus</i>	12	2	3	4	4	6	6	6	2	4	3	55
<i>D. chinensis</i> (1)	16	2	2	5	4	6	6	6	6	8	4	65
<i>D. chinensis</i> (2)	16	3	2	5	4	6	6	6	6	6	4	64
<i>D. fragrans</i>	12	3	3	4	6	6	6	6	4	4	3	57
<i>D. knapii</i>	17	2	2	5	6	6	8	8	4	8	4	70
<i>D. lanceolatus</i>	12	3	3	4	6	4	6	6	2	4	3	53
<i>D. plumaris</i> subsp. <i>lumnitzeri</i>	16	5	5	5	8	10	8	10	10	8	5	90
<i>D. plumaris</i>	16	4	5	5	8	8	8	10	10	6	5	85
<i>D. sternbergii</i>	12	3	3	5	4	6	6	8	4	6	3	60

Наиболее продолжительный период цветения (длительность) отмечен у 4 видов гвоздик: *D. awaricus*, *D. × allwoodii*, *D. carthusianorum* (1), *D. carthusianorum* (1). Устойчивыми к неблагоприятным погодным условиям оказались цветки также у 4 видов: *D. awaricus*, *D. caucaseus*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris* (10 баллов). По декоративности вегетативной частью растений выделены *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri* и *D. plumaris*. Оценивание по признаку «Оригинальность» показало,

что отобраны 7 видов гвоздик, среди которых *D. × allwoodii* и *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri* отличаются образованием разрастающихся куртин (важного признака в декоративном садоводстве и озеленении). По состоянию растений выделены 3 вида: *D. awaricus*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris*. (5 баллов).

Оценка интродукционной устойчивости видов рода *Dianthus* L. представлена в таблице 4. При оценке интенсивности плодоношения ежегодно обильно плодоносящими видами являются *D. awaricus*, *D. carthusianorum* (1), *D. carthusianorum* (2), *D. caucaseus*, *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris*. (3 балла). В основном виды, слабо ежегодно или нерегулярно плодоносящие, оценены в 2 балла.

Таблица 4

**Оценка интродукционной устойчивости видов рода *Dianthus* L.
в горных условиях**

Вид	Интенсивность плодоношения	Семенное и вегетативное размножение	Размеры надземной части растения	Устойчивость к болезням и вредителям	Длительность выращивания в культуре	Общий балл
<i>D. awaricus</i>	3	3	3	2	2	13
<i>D. acicularis</i>	2	2	2	3	1	10
<i>D. andrzejewskianus</i>	2	2	2	2	1	9
<i>D. × allwoodii</i>	1	2	3	3	1	10
<i>D. carthusianorum</i> (1)	3	3	3	3	1	13
<i>D. carthusianorum</i> (2)	3	2	3	3	1	12
<i>D. caucaseus</i>	3	3	1	2	2	11
<i>D. cretaceus</i>	2	3	2	2	1	10
<i>D. chinensis</i> (1)	2	3	1	3	1	9
<i>D. chinensis</i> (2)	2	3	1	2	1	9
<i>D. fragrans</i>	2	3	2	2	2	11
<i>D. knapii</i>	2	2	1	3	1	9
<i>D. lanceolatus</i>	2	2	2	2	2	10
<i>D. plumaris</i> subsp. <i>lumnitzeri</i>	3	3	3	3	1	13
<i>D. plumaris</i>	3	2	3	3	1	12
<i>D. sternbergii</i>	2	2	2	3	1	10

Обильным самосевом или активным вегетативным самовозобновлением (3 балла) характеризуются 8 видов гвоздик: *D. awaricus*, *D. carthusianorum* (1), *D. caucaseus*, *D. chinensis* (1) и др. Остальные 8 видов характеризуются нерегулярным самосевом или слабо выраженным вегетативным самовозобновлением (2 балла). У 6 видов размеры интродуцентов превосходят природные растения того же вида: *D. awaricus*, *D. × allwoodii*, *D. carthusianorum* (1), *D. carthusianorum* (2), *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. plumaris* (3 балла). У 6 других видов размеры интродуцентов также уже равны природным: *D. acicularis*, *D. andrzejeowskianus*, *D. cretaceus*, *D. fragnans*, *D. lanceolatus*, *D. sternbergii* (2 балла), и только у 4 видов размеры интродуцентов уступают природным: это *D. caucaseus*, *D. chinensis* (1), *D. chinensis* (2), *D. knapii* (1 балл).

Устойчивость к болезням и вредителям оценивается в 2 и 3 балла (растения не повреждаются или повреждения единичные). Длительность выращивания в культуре видов рода *Dianthus* составляет в основном не более 5 лет (1 балл), за исключением дикорастущих белоцветковых видов *D. awaricus*, *D. fragnans*, *D. lanceolatus*, а также *D. caucaseus* с розовато-лиловыми цветками (2 балла).

Выводы

Первичное интродукционное изучение и отбор ценных таксонов *Dianthus* L. основываются на оценке их декоративности [24, 26].

При оценке по 100-балльной шкале интродуцированные гвоздики в условиях Цудахарской экспериментальной базы подразделены на 3 группы: *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. × allwoodii*, *D. carthusianorum* L. (1), *D. plumaris*, *D. awaricus* (81-90 баллов); *D. chinensis* (1), *D. chinensis* (2), *D. andrzejeowskianus*, *D. knapii*, *D. acicularis*, *D. carthusianorum* (2), *D. caucaseus* (64-77 баллов); *D. lanceolatus*, *D. cretaceus*, *D. fragnans* (53-57 баллов).

Оценка интродукционной устойчивости видов рода *Dianthus* L. позволила выделить растения в культуре: устойчивые (11-13 баллов) – *D. awaricus*, *D. carthusianorum* (1), *D. plumaris* subsp. *lumnitzeri*, *D. carthusianorum* (2), *D. plumaris*, *D. caucaseus*, *D. Fragnans*; слобоустойчивые (8-10 баллов) – *D. andrzejeowskianus*, *D. chinensis* (1), *D. chinensis* (2), *D. knapii*, *D. acicularis*, *D. × allwoodii*, *D. cretaceous*, *D. lanceolatus*, *D. sternbergii*). Неустойчивых в культуре образцов не было.

Работа выполнена с использованием УНУ «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента» и «Коллекции живых растений открытого грунта Горного ботанического сада ДФИЦ РАН» в рамках плановых исследований по бюджетной теме № 122032300230-8 «Экспериментальное изучение адаптивных механизмов внутривидовой изменчивости растений».

Библиографический список

1. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана: учеб. пособие. – Махачкала: Школа, 1996. – 380 с.
2. Антипова Е.М. Высшие растения. Ч. 4. Покрытосеменные растения. – Саратов: IPR Media, 2018. – 222 с.
3. Бондарцев А.С. Шкала цветов: Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. – М. – Л.: АН СССР, 1954. – 28 с.
4. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта: монография. – Киев: Наукова думка, 1984. – 154 с.

5. Былов В.Н., Карписонова Р.А. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников // Бюллетень ГБС АН СССР. – 1978. – № 107. – С. 77-82.
6. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. Определитель. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1978. – 351 с.
7. Гаризан И.В., Семенищенков Ю.А. Изучение распространения и особенностей экологии *Dianthus deltoides* L. (Caryophyllaceae Juss.) в связи с возможностью культивирования в Брянской области // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2017. – № 4 (8). – С. 56-65.
8. Данилова Н.С. Интродукционное изучение растений природной флоры Якутии: метод. пособие. – Якутск, 2002. – 39 с.
9. Дудагова Э.Ш., Тайсумов М.А., Умаров М.У., Астамирова М.А. – М. Адаптивные морфологические признаки белоцветковых гвоздик Северного Кавказа и их таксономическое значение // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – № 51. – С. 106-110.
10. Дудагова Э.Ш., Тайсумов М.А., Астамирова М.А. – М. Высотно-поясное распределение белоцветковых гвоздик (*Dianthus* L.) Северного Кавказа // Вестник КрасГАУ. – 2018. – Т. 2 (137). – С. 177-182.
11. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана: монография. – Махачкала: ПИБР, 2010. – 243 с.
12. Каталог растений Горного ботанического сада. – Махачкала: АЛЕФ, 2018. – 84 с.
13. Крейча И., Якабова А. Альпинарий в Вашем саду. – Братислава: Природа, 1989. – 312 с.
14. Кузьмина М.Л., Нерсисян А.А. *Dianthus*, L. Гвоздика // Конспект флоры Кавказа. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – С. 182-196.
15. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебник. – М.: Высшая школа, 1973. – 351 с.
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Т. 6. Декоративные культуры. – М.: Колос, 1968. – 222 с.
17. Миронова Л.Н., Реут А.А., Шипаева Г.В., Шайбаков А.Ф. Ассортимент декоративных травянистых многолетников для оформления цветников в городах Башкирии // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (100). – С. 237-240.
18. Миронова Л.Н., Денисова С.Г., Зайнетдинова Г.С., Реут А.А., Шайбаков А.Ф., Биглова А.Р., Аллаярова И.Н. К оценке адаптационного потенциала декоративных многолетников // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География. Геоэкология». – 2011. – № 1. – С. 85-88.
19. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. Т. 1. – Махачкала: Эпоха, 2009. – 319 с.
20. Османов Р.М., Анатов Д.М. Изменчивость морфологических признаков генеративного побега *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae) // Ботанический вестник Северного Кавказа. – 2017. – № 4. – С. 34-43.
21. Реут А.А. Сохранение биоразнообразия декоративных травянистых растений на примере рода *Raeonia* L. в Южно-Уральском ботаническом саду – Институте УФИЦ РАН // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем. – Саратов: Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 2019. – С. 182-187.
22. Реут А.А., Узянбаева Л.Х. Результаты интродукционного изучения *Dianthus seguieri* Vill. на Южном Урале // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – Ишим: ИПИ им. П.П. Ершова (филиала) ТюмГУ, 2018. – С. 69-72.

23. Тамахина А.Я. Ресурсный потенциал гвоздичных (Caryophyllaceae Juss.) флоры Кабардино-Балкарии // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 59, № 1. – С. 208-219.
24. Узьянбаева Л.Х., Реут А.А., Давлетбаева С.Ф. Оценка декоративных признаков некоторых представителей рода *Dianthus* L. // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 55. – С. 213-216.
25. Усманова Н.В. Итоги интродукции *Dianthus deltoides* L. на Юго-Востоке Украины // Бюллетень ботанического сада-института ДВО РАН. – 2013. – Т. 10. – С. 19-26.
26. Усманова Н.В. Оценка видов семейства Caryophyllaceae Juss. по декоративным и хозяйственно-биологическим признакам // Промышленная ботаника. – 2012. – № 12. – С. 230-233.
27. De-Quan L., Turland N.J. Caryophyllaceae Juss.: *Dianthus* L. // In: W. Zhengyi (autor), Flora of China. – 2001. – Vol. 6. – Pp. 102-107.
28. Barkalov V.N., Probatova S. Caryophyllaceae Juss.: *Dianthus* L. Flora of the Russian Far East, Addenda and Corrigend to «Vascular plants»: Vladivostok, Russia. – 2006. – Vol. 454. – Pp. 74-77.
29. Strid A. *Dianthus* L. // Strid A. (ed.). Mountain Flora of Greece. – Cambridge: Cambridge University Press, 1986. – Vol. 1. – Pp. 176-200.

ASSESSMENT OF THE VARIABILITY OF DECORATIVE TRAITS OF SPECIES OF THE GENUS *DIANTHUS* L. IN CONDITIONS OF THE MOUNTAIN BOTANICAL GARDEN (REPUBLIC OF DAGESTAN)

R.M. OSMANOV

(Mountain Botanical Garden of Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences)

The results of an introduction study of 16 species of the genus Dianthus L. in the Mountain Botanical Garden of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences are presented. The variability of decorative traits of carnations and their introduction resistance in mountainous conditions was assessed. The colouring of the flowers of introduced carnations has 5 colors and shades: white, pale pinkish, yellowish-cream, pink, mauve. Based on the shape of the flower, introduced species with fringed petals were distinguished (D. awaricus, D. acicularis, D. andrzejewskianus, D. × allwoodii, D. plumaris subsp. lumnitzeri, D. plumaris). D. × allwoodii and D. plumaris subsp. lumnitzeri are distinguished by the formation of growing clumps, which is important in ornamental horticulture and landscaping. On a 100-point scale, D. plumaris subsp. lumnitzeri scored 90 points, as well as 3 introduced species D. × allwoodii, D. carthusianorum L. (1), D. plumaris and 1 local white-flowered species D. awaricus awaricus scored more than 80 points, which are promising for use in ornamental horticulture.

Keywords: genus *Dianthus* L., variability, decorative traits, introduction resistance, experimental base.

References

1. Akaev B.A., Ataev Z.V., Gadzhiev B.S., Gadzhieva Z.Kh. et al. *Physical geography of Dagestan*. Makhachkala, USSR: Shkola, 1996:380. (In Russ.)
2. Antipova E.M. *Higher plants. Part 4. Angiosperms*. Saratov, Russia: IPR Media, 2018:222. (In Russ.)

3. Bondartsev A.S. *Color scale (manual for biologists in scientific and applied research)*. Moscow – Leningrad, USSR: AN SSSR, 1954:28. (In Russ.)
4. Bakanova V.V. *Floral and decorative perennials of open ground*. Kiev, USSR: Naukova dumka, 1984:154. (In Russ.)
5. Bylov V.N., Karpisonova R.A. Principles of creating and studying a collection of less common ornamental perennials. *Byulleten GBSAN SSSR*. 1978;107:77-82. (In Russ.)
6. Galushko A.I. *Flora of the North Caucasus. Determinant*. Rostov-on-Don, USSR: RGU, 1978:351. (In Russ.)
7. Garizan I.V., Semenishchenkov Yu.A. Study of the distribution and features of ecology of *Dianthus deltoides* L. (Caryophyllaceae Juss.) with regard to possibility of its cultivation in the Bryansk region. *The Bryansk State University Memoirs*. 2017;4(8):56-65. (In Russ.)
8. Danilova N.S. *Introductory study of plants of natural flora of Yakutia*. Yakutsk, Russia, 2002:39. (In Russ.)
9. Dudagova E.Sh., Taysumov M.A., Umarov M.U., Astamirova M.A. Adaptive morphological features of white-flowered carnations of the North Caucasus and their taxonomic significance. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2017;51:106-110. (In Russ.)
10. Dudagova E.Sh., Taisumov M.A., Astamirova M.A. – M. High-zone distribution of white-carnations (*dianthus* l.) of Northern Caucasus. *Bulletin of KSAU*. 2018;2(137):177-182. (In Russ.)
11. Zalibekov Z.G. *Soils of Dagestan*. Makhachkala, Russia: PIBR, 2010:243. (In Russ.)
12. *Catalog of plants of the Mountain Botanical Garden*. Makhachkala, Russia: ALEF, 2018:84. (In Russ.)
13. Kreycha I., Yakabova A. *Alpine garden in your garden*. Bratislava, Slovakia: Priroda, 1989:312. (In Russ.)
14. Kuzmina M.L., Nersesyan A.A. *Dianthus, L. Carnation*. In.: *Overview of the flora of the Caucasus*. Moscow, Russia: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012:182-196. (In Russ.)
15. Lakin G.F. *Biometrics*. Moscow, USSR: Vysshaya shkola, 1973:351. (In Russ.)
16. *Methodology of state variety testing of agricultural crops. Vol. 6. Ornamental crops*. Moscow, USSR: Kolos, 1968:222. (In Russ.)
17. Mironova L.N., Reut A.A., Shipaeva G.V., Shaybakov A.F. An assortment of decorative herbaceous perennials for decorating flower beds in the cities of Bashkiria. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009;6(100):237-240. (In Russ.)
18. Mironova L.N., Denisova S.G., Zaynetdinova G.S., Reut A.A. et al. To assess the adaptive capacity of ornamental perennials. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2011;1:85-88. (In Russ.)
19. Murtazaliev R.A. *Overview of the flora of Dagestan*. Makhachkala, Russia: Epokha, 2009;1:319. (In Russ.)
20. Osmanov R.M., Anatov D.M. Variability of morphological traits of the generative shoot of *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae). *Botanical Journal of the North Caucasus*. 2017;4:34-43. (In Russ.)
21. Reut A.A. Conservation of biodiversity of ornamental herbaceous plants on the example of the genus *Paeonia* L. in the South-Ural Botanical Garden-Institute of UFRS RAS. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 110-letiyu Saratovskogo universiteta i 25-letiyu Voroninskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Bioraznoobrazie i antropogennaya transformatsiya prirodnikh ehkossistem"*. June 06-08, 2019. Saratov, Russia: Saratovskiy istochnik, 2019:182-187. (In Russ.)

22. Reut A.A., Uzyanbaeva L.Kh. Results of the introduction study of *Dianthus seguieri* Vill. in the Southern Urals. *Vserossiyskaya (s mezhdunarodnym uchastiyem) nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Ehkologicheskiy monitoring i bioraznoobrazie"*. December 25-26, 2018. Ishim, Russia: IPI im. P.P. Ershova (filiala) TyuMGU, 2018:69-72. (In Russ.)
23. Tamakhina A.Ya. Resource potential of carnations (Caryophyllaceae Juss.) flora of Kabardino-Balkaria. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022;59(1):208-219. (In Russ.) https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_1_208
24. Uzyanbayeva L.H., Reut A.A., Davletbaeva S.F. Evaluation of ornamental characteristics of some representatives of genus *Dianthus* L. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2018;55:213-216. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2018-55-213-216>
25. Usmanova N.V. Results of the introduction of *Dianthus deltoides* L. in the South-Eastern Ukraine. *Byulleten botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*. 2013;10:19-26. (In Russ.)
26. Usmanova N.V. Evaluation of the species of Caryophyllaceae Juss. family with respect to their ornamental and valuable biological features. *Industrial Botany*. 2012;12:230-233. (In Russ.)
27. De-Quan L, Turland NJ. Caryophyllaceae Juss.: *Dianthus* L.: In: Zhengyi W. *Flora of China*. 2001;6:102-107.
28. Barkalov V.N., Probatova S., Barkalov. *Caryophyllaceae Juss.: Dianthus L. Flora of the Russian Far East, addenda and corrigenda to "Vascular plants"*. Vladivostok, Russia, 2006;454:74-77.
29. Strid A. *Dianthus*, L. In: *Strid A (Ed.) Mountain Flora of Greece*. Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press, 1986;1:176-200.

Сведения об авторе

Османов Руслан Маликович, канд. биол. наук, младший научный сотрудник лаборатории флоры и растительных ресурсов, Горный ботанический сад – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук»; 367000, Российская Федерация, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 75; e-mail: ru.osmanov@mail.ru; тел: (938) 986–89–80

Information about the author

Ruslan M. Osmanov, CSc (Bio), Junior Research Associate at the Laboratory of Flora and Plant Resources, Mountain Botanical Garden – a separate subdivision of Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (75 M. Yaragsky St., Makhachkala, 367000, Russian Federation); phone: (938) 986–89–80; e-mail: ru.osmanov@mail.ru

ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕМЯН КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ
И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Н.С. ШИМАНСКАЯ, С.В. ИВАНОВА, В.А. СЕРКОВ, И.В. УЩАПОВСКИЙ

(Федеральный научный центр лубяных культур)

В статье представлены результаты исследований влияния травмирования семян при комбайновой уборке и послеуборочной доработке на посевные свойства семенного материала конопли. Отмечено, что при комбайновом обмолоте на фоне увеличения механических повреждений в виде макротравм (35%) и микротравм (22%) происходит снижение лабораторной всхожести семян конопли до 68%. Основная доля макротравм приходится на дробление (8,5%), удаление оболочки (10%), а также на трещины в области семяздоли и зародыша (16,5%). Десикация посевов конопли при комбайновом обмолоте с последующей послеуборочной доработкой семян обеспечивает снижение макротравмирования семян на 17%, микротравмирования – на 9%. Показатели энергии прорастания и всхожести семян при этом сопоставимы с аналогичными данными при ручном обмолоте и составляют 94 и 95% соответственно. Микробиологический анализ семян конопли показал существенные различия в количественном и групповом составе бактериальной и грибной микрофлоры при комбайновом и ручном обмолоте семян. На семенах при ручном обмолоте доминирует бактериальная микрофлора с преобладанием рода *Bacillus*, в составе грибной микрофлоры доминируют в основном представители рода *Penicillium*. На семенах при комбайновом обмолоте преобладает грибная микрофлора (310 тыс. КОЕ/г), основная доля которой представлена микромицетами рода *Aspergillus* (120 тыс. КОЕ/г) и различными видами дрожжей (190 тыс. КОЕ/г), что способствует накоплению микотоксинов и сопровождается потерей всхожести семян (до 86%). Применение десикации посевов при комбайновом обмолоте обеспечивает формирование микробного сообщества с преобладанием микромицетов рода *Penicillium* (66%), что позволяет сохранить всхожесть посевного материала на уровне 95% на протяжении всего периода хранения. Значительным резервом повышения посевных свойств семян является десикация посевов с послеуборочной доработкой, что снижает травмирование, обеспечивает формирование эпифитной микрофлоры, препятствующей развитию плесневых грибов, негативно влияющих на посевные свойства семян.

Ключевые слова: конопля посевная, семена конопли, посевные качества семян, травмирование семян, всхожесть, микроорганизмы.

Введение

Современные масштабы сельскохозяйственного производства требуют больших объемов семян, обладающих высокими сортовыми и посевными качествами. Однако в последнее время при семеноводстве различных сельскохозяйственных культур аграрии сталкиваются со снижением ряда ключевых показателей и свойств семян, характеризующих их пригодность для посева. По данным источников литературы,

до 30% посевных площадей могут засеиваться семенами с низкой всхожестью [1]. Вместе с тем даже небольшой процент таких семян может привести к существенным потерям, в том числе перерасходу посевного материала и значительному недобору урожая. Низкая всхожесть семян, по мнению ряда исследователей, может быть обусловлена травмированием семенного материала в процессе уборки и послеуборочной доработки [2, 3]. Установлено, что основная доля механического травмирования семян приходится на уборочные машины (до 36%), сушильные агрегаты (до 11%), сортировальные машины (до 5%) и транспортирующие механизмы (до 4%) [4]. При высеве травмированных семян величина получаемого урожая зерновых и масличных культур может уменьшаться до 25% и более [5].

Широкое применение современной энергонасыщенной техники является необходимым требованием в семеноводческом процессе. Однако необходимо снижать травмирование семян, которое негативно воздействует на всхожесть, что недопустимо при получении семенного материала высших категорий. Оригинальные семена должны обладать высокими сортовыми и посевными характеристиками. Специалистами Россельхозцентра ежегодно фиксируется снижение всхожести семян практически всех сельскохозяйственных культур по различным причинам [6].

Одной из причин снижения посевных свойств семян, по мнению ряда исследователей [7, 8], является избыточное развитие микроорганизмов и накопление микотоксинов. Установление причин микологической загрязненности семян конопли при уборке и послеуборочной доработке семян представляет особый интерес, поскольку данные сведения позволят нивелировать негативное воздействие и сохранить качество семенной продукции. В связи с возрождением коноплеводства и формированием сети семеноводческих организаций вопрос получения семян конопли с высокими посевными свойствами является актуальным и практически значимым.

Цель исследований: изучение и оценка факторов, определяющих понижение качества семян конопли посевной высших категорий, поиск эффективных способов, снижающих их негативное воздействие.

Материал и методы исследований

Объектом исследований явились товарные партии семян высшей репродукции конопли посевной сорта Надежда. Исследовали посевные качества семян, полученных с семеноводческих посевов ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2022-2023 гг. Изучали следующие факторы: фактор А – способ уборки (ручной обмолот, обмолот комбайном Вектор-410, обмолот комбайном и доработка на семяочистительном оборудовании Петкус K531); фактор В – десикация (семена без десикации, семена после десикации).

При десикации семеноводческих посевов использовали препарат Регулят Супер – десикант, обеспечивающий быстрое и равномерное созревание семян, что позволяет проводить уборку конопли в оптимальные сроки в любых погодных условиях [9].

Определение посевных качеств семян проводили в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005 [10].

Степень травмирования семян выявляли путем установления процента дробленых, раздавленных, колотых и треснутых семян (макротравмы). Количество микро-травм определяли органолептическим методом и методом окрашивания [11].

Отбор проб семян для определения травмирования производился в 3 этапа: перед уборкой – ручной обмолот; после обмолота из бункера комбайна; из семенной массы после зерноочистительной техники.

Микробиологические исследования семенного материала конопли проводили по методике И. Сэги [12], Е.З. Теппер, В.К. Шильниковой, Г.И. Переверзевой [13]. Эпифитную микрофлору определяли методом глубинного посева смывов семян на твердые питательные среды. Общую численность бактерий учитывали на мясопептонном агаре (МПА), численность грибов – на среде Сабуро. Культивирование проводили в течение 5-7 суток при температуре +25°C. Численность микроорганизмов выражали в колониеобразующих единицах на 1 г субстрата (КОЕ/г).

Статистическую обработку данных производили методами дисперсионного анализа с использованием пакета Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

На основании результатов исследований установлено, что при комбайновой уборке конопли происходит увеличение доли семян с механическими повреждениями. Обмолот семян влажностью 15-16% в оптимальные сроки уборки и в режиме обмолота 500 об/мин приводит к травмированию более 35% семян. Основная доля макротравм приходится на дробление (8,5%), удаление оболочки (10%), а также на трещины в области семядоли и зародыша (16,5%). Применение послеуборочной доработки обеспечивает снижение общей травмированности семян, однако на этом фоне отмечен существенный рост доли семян с трещинами в области семядоли и зародыша (21,5%).

Десикация посевов конопли перед уборкой при комбайновом способе уборки обеспечивает существенное снижение травмирования – от 8 до 9%. Данный прием позволяет полностью исключить такой вид травмирования, как нарушение оболочки, а также снизить наличие дробленых семян до 2%, количество семян с трещинами в области семядоли и зародыша – до 7% (табл. 1).

Таблица 1

Виды травмирования семян конопли посевной после обмолота и послеуборочной доработки, среднее за два года, %

Вариант	Вид травмирования						Семена без повреждений	
	дробление		без оболочки		трещины в области семядоли и зародыша			
	*	**	*	**	*	**	*	**
Ручной обмолот	-	-	-	-	-	-	100	100
Обмолот комбайном Вектор-410	8,5	2,0	10,0	0	16,5	7,0	65,0	91,0
Обмолот комбайном и доработка семян на Петкус K531	0,5	0	3,0	0	21,5	5,0	75,0	92,0

*Семена без десикации.

**Семена после десикации.

При сравнении общего количества травмированных семян и их посевных качеств установлено, что максимальные показатели энергии прорастания, лабораторной всхожести и силы роста получены при ручном и комбайновом обмолоте с доработкой семян и десикацией посевов, то есть при минимальном уровне травмирования.

Ручной обмолот обеспечил максимально высокий уровень энергии прорастания и лабораторной всхожести семян – 94 и 98% соответственно. Комбайновый обмолот на фоне высокого травмирования семян: микротравмы (22%), макротравмы (35%) – резко снизил данные показатели, величина которых не превышала 68%. Послеуборочная доработка позволила очистить семенную массу от мелкого сора, растительных остатков, дробленых семян (травмирование ниже на 7%), при этом энергия прорастания составила 82%, лабораторная всхожесть – 86%.

Десикация посевов при комбайновом обмолоте обеспечила сокращение количества макротравм с 35 до 9,0%, микротравм – с 22 до 15-16%. Снижение травмирования связано с изменением физиологических и биохимических процессов при десикации, которые приводят к ускорению созревания уже сформированных семян, поступлению в них питательных веществ и накоплению сухой массы [14]. Десикация увеличивает равномерность созревания, обеспечивает формирование максимального количества полноценных семян, тем самым позволяя минимизировать их травмирование при уборке.

Установлено, что при механизированном способе уборки и послеуборочной доработке посевные качества семян выше в варианте с применением десикации посевов: энергия прорастания составляет 94%, лабораторная всхожесть – 95%, сила роста – 81% (табл. 2).

Экспериментально установлено, что предуборочная десикация семенных посевов конопли снижает микро- и макротравмирование семян при комбайновом обмолоте в 1,5-3,9 раза, увеличивая при этом всхожесть семенного материала на 9-21%. В связи с этим улучшение посевных характеристик семян при десикации посевов обусловлено целым комплексом факторов, которые позволяют получать семена высокого качества.

Таблица 2

Травмирование и посевные качества семян конопли после обмолота и доработки, %

Вариант	Виды травм семян				Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Сила роста	
	макроповреждения		микроровреждения							
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Ручной обмолот	-	-	-	-	94,0	93,0	98,0	93,0	72,0	75,0
Обмолот комбайном Вектор-410	35,0	9,0	22,0	14,8	68,0	87,0	68,0	89,0	43,0	77,0
Обмолот комбайном и доработка семян на Петкус К531	25,0	8,0	25,3	16,0	82,0	94,0	86,0	95,0	62,0	81,0
НСР _{0,5}	-	-	-	-	3,0		3,8		6,65	

*Семена без десикации.

**Семена после десикации.

Физиологические изменения, происходящие при созревании семян, обеспечивают формирование разнообразного микробного сообщества, которое является естественным конкурентом патогенной микрофлоры. На основании микробиологического анализа обсемененности семян конопли установлены значительные различия по численности и групповому составу бактериальной и грибной микрофлоры семян при комбайновом и ручном способах уборки. На семенах конопли при ручном обмолоте преобладает бактериальная микрофлора (760 тыс. КОЕ/г), количество грибов в 2,8 раза ниже (270 тыс. КОЕ/г). Доминирующие позиции в бактериальном сообществе занимают представители рода *Bacillus*, а в грибном – в основном представители рода *Penicillium*. На семенах при комбайновом обмолоте преобладает грибная микрофлора (310 тыс. КОЕ/г), количество грибов в 2,5 раза выше, чем при ручном способе уборки. Основная доля грибной микрофлоры представлена микромицетами рода *Aspergillus* (120 тыс. КОЕ/г) и различными видами дрожжей (190 тыс. КОЕ/г) (табл. 3).

Таким образом, при комбайновом обмолоте на фоне нарастания общей численности грибной микрофлоры происходит смена доминирующих видов рода *Penicillium* на представителей рода *Aspergillus*. Изменение видового состава микромицетов повлекло за собой смену токсичных метаболитов, которая сопровождается потерей всхожести семян. По данным Н.Р. Ефимочкина, именно представители рода *Aspergillus* являются наиболее токсикогенными грибами и продуцируют большое количество различных микотоксинов [15], отдельные представители которых (афлатоксины) предположительно могут взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами и нарушать структуру ДНК [16].

На основании результатов микологического анализа следует заключить, что при комбайновой уборке конопли в бункерной массе складываются условия, благоприятные для накопления различных видов микотоксинов. Накоплению микотоксинов в семенах конопли способствуют следующие обстоятельства: в семенную массу в процессе обмолота попадает большое количество влагоемких биохимических соединений из травмированных семян и растительных остатков (пластические вещества, ферменты и витамины), являющиеся субстратом для развития патогенных микроорганизмов [14]; поступающая сорная примесь характеризуется повышенным накоплением микотоксинов [8]; обмолот семян конопли сопровождается механическими повреждениями, которые способствуют проникновению микроскопических грибов под семенную оболочку. Роль указанных факторов в интенсивности накопления микотоксинов в семенной массе конопли еще предстоит оценить. Однако тенденция их накопления в семенах и сорной примеси существенно повышает значение десикации посевов и послеуборочной доработки семян.

Таблица 3

Количество микроорганизмов на поверхности семян конопли посевной

Вариант	Численность бактерий, тыс. КОЕ/г		Численность грибов, тыс. КОЕ/г							
			Всего		Penicillium		Aspergillus		Дрожжи	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Ручной обмолот	760	270	120	380	120	10	-	-	-	370
Обмолот комбайном Вектор-410	130	32	310	105	-	-	120	-	190	105
Обмолот комбайном и доработка семян на Петкус К531	110	60	250	150	-	100	100	-	150	50

*Семена без десикации.

**Семена после десикации.

Поскольку прием десикации изменяет в первую очередь влажность семян, то это отражается и на биологических показателях экзогенной микробиоты. Изменение микробиологических процессов имеет схожий характер независимо от способа обмолота семян. При ручном и комбайновом обмолоте установлено увеличение численности дрожжевой микрофлоры (370 тыс. КОЕ /г) на фоне сокращения грибов рода *Penicillium* до 10 тыс. КОЕ /г и ниже. Данная тенденция имеет закономерный характер: резкий рост дрожжевой микрофлоры обусловлен тем, что на поверхности созревших семян конопли формируется широкий спектр питательных веществ, способствующих быстрой колонизации поверхности растений; изменение влажности семян отражается на количестве мицелиарных видов грибов рода *Penicillium*.

Применение последующей послеуборочной доработки семян изменило соотношение дрожжей и мицелиарных видов *Penicillium*. Количество дрожжей на семенах конопли не превышало 50 тыс. КОЕ/г, количество грибов рода *Penicillium* – 100 тыс. КОЕ/г.

По последним данным, на семенах конопли высокого качества безопасное количество микромицетов рода *Aspergillus* и *Fusarium* не должно превышать 10 КОЕ/г [17]. Микромицеты рода *Aspergillus* (100-120 тыс. КОЕ/г) были обнаружены на семенах конопли при комбайновом обмолоте без применения десикации посевов. Высокое процентное содержание грибов рода *Aspergillus* (60%) сопровождается потерей качества семян конопли посевной. При десикации посевов более 66% грибной микрофлоры представлено родом *Penicillium*, что позволяет получать семена с показателями всхожести до 95% (рис.).

С учетом того, что производство семян конопли осуществляется комбайновым способом обмолота с последующей доработкой, любые отклонения от оптимальных параметров в период уборки, а также при хранении проявляются в нарушении микробиологических процессов и низкой всхожести семян. Производители и исследователи многих стран мира сталкиваются с проблемой сохранения посевных свойств семян конопли. Решение этой проблемы находится, в том числе, в формировании микробиома, в состав которого должны входить виды и штаммы микроорганизмов, обладающие противомикробным и ростостимулирующим действием (*Bacillus sp.*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus denitrificans*, *Paenibacillus sp.*) [18].

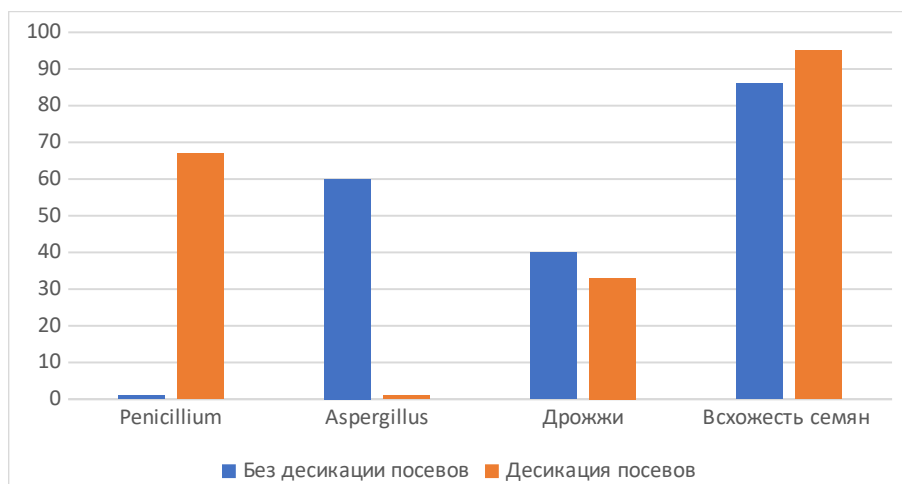


Рис. Процентное соотношение преобладающих видов грибной микрофлоры на семенах конопли посевной при комбайновом способе уборки

По утверждению зарубежных исследователей, отдельные штаммы бактерий могут обеспечить высокую всхожесть семян конопли (до 100%) даже при длительном хранении [19]. Исследованиями установлено положительное влияние препарата Альбит ТПС (0,050 л/т) на лабораторную и полевую всхожесть семян конопли [20]. Важно то, что основой препарата является биополимер поли-бета-гидроксимасляная кислота из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*. В связи с этим применение в технологии возделывания конопли дополнительной предпосевной обработки отдельными или комбинированными штаммами микроорганизмов (*Pseudomonas* и *Bacillus*) позволит повысить всхожесть посевного материала, простимулирует прорастание семян и темпы роста проростков. Кроме того, обработка семян перед обмолотом обеспечит формирование бактериального и грибного сообщества в таком соотношении, которое позволит сохранить максимальные показатели всхожести.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что значительным резервом повышения качества оригинальных семян при комбайновом обмолоте является десикация посевов конопли препаратом Регулят Супер с послеуборочной доработкой, которые снижают макро- и микротравмирование семян (на 17 и 9% соответственно) и обеспечивают формирование микробного сообщества с преобладанием микромицетов рода *Penicillium* (66%). Это позволяет сохранить всхожесть посевного материала на протяжении всего периода хранения.

Отсутствие приема десикации при комбайновом обмолоте способствует нарастанию в семенной массе микроскопических грибов рода *Aspergillus* (100-120 тыс. КОЕ/г), накоплению микотоксинов, что сопровождается потерей всхожести семян до 86%.

Исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS –2024-0004).

Библиографический список

1. Мякин В.Н., Урюпин С.Г. Травмирование семян при послеуборочной обработке и пути его снижения // Технические науки. – 2006. – С. 73-75.
2. Elias S.G., Wu Y. – Ch., Stimpson D.C. Seed Quality and Dormancy of Hemp (*Cannabis sativa* L.) // Journal of Agricultural Hemp Research. – 2020. – Vol. 2, Iss. 1. – Art. 2. DOI: 10.61611/2688-5182.1017. – [Electronic source]. – URL: <https://digitalcommons.murraystate.edu/jahr/vol2/iss1/2/> (дата обращения: 12.05.2024).
3. Оробинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В., Баскаков И.В. Исследование качественных показателей семян озимой пшеницы при комбайновой уборке и послеуборочной обработке // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21 (184). – С. 84-97.
4. Гимадиев А.М. Травмирование семян // Агроинформ. – 2010. – № 6. – С. 18-19.
5. Пехальский И.А., Кряжков В.М., Артюшин А.А., Сорочинский В.Ф. Травмирование внутренних структур зерновок как фактор снижения продуктивности семян зерновых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (117). С. 783-792. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/51.pdf> (дата обращения: 12.05.2024).
6. ФГБУ «Россельхозцентр» по Курской области. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosselhoccenter-kursk.ru/> (дата обращения: 15.01.2024).
7. Степанова И.В. Исследование факторов, влияющих на сохранность семян конопли: Автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. – М., 1974. – 22 с.
8. Буркин А.А., Устюжанина М.И., Зотова Е.В., Кононенко Г.П. Причины контаминации производственных партий семян подсолнечника (*Helianthus annuus* L.)

микотоксинами // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – № 5 (53). – С. 969-976. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.969rus.

9. Пестициды. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pesticidy.ru/pesticide/regulyat-super> (дата обращения: 15.02.2024).

10. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия: введ. 1 января 2006 г. – М.: Стандартинформ, 2005. – 20 с.

11. Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур: учебник. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1984. – 272 с.

12. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. – М.: Колос, 1983. – 253 с.

13. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Дрофа, 2005. – 256 с.

14. Стонов Л.Д., Зубкова Н.Ф. Современные проблемы дефолиации и десикации // Защита растений. – 1978. – № 8. – С. 24-28.

15. Ефимочкина Н.Р., Седова И.Б., Шевелева С.А., Тумельян В.А. Токсигенные свойства микроскопических грибов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – № 45. – С. 6-33. DOI: 10.17223/19988591/45/1.

16. Назарько М.Д., Очередько Н.С. Влияние микотоксинов на качество семян подсолнечника // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2-3. – С. 109-110.

17. Punja Z.K., Ni L., Lung S., Buirs L. Total Yeast and Mold Levels in High THC-containing Cannabis (*Cannabis sativa* L.) Inflorescences are Influenced by Genotype, Environment and Pre-, and Post-harvest Handling Practices // Front Microbiol. – 2023. – Vol. 14. – Art. 1192035. – URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1192035> (дата обращения: 12.05.2024).

18. Comeau D., Balthazar C., Novinscak A., Bouhamdani N., Joly D.L., Filion M. Interactions Between *Bacillus* Spp., *Pseudomonas* Spp. and *Cannabis sativa* Promote Plant Growth // Front. Microbiol. – 2021. – Vol. 12. – Art. 715758. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.715758> (дата обращения: 12.05.2024).

19. Dumigan C.R., Deyholos M.K. Cannabis Seedlings Inherit Seed-Borne Bioactive and Anti-Fungal Endophytic Bacilli // Plants. – 2022. – Vol. 11 (16). – Art. 2127. <https://doi.org/10.3390/plants11162127> (дата обращения: 12.05.2024).

20. Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Посевные качества семян и продуктивность безнаркотических сортов конопли в зависимости от предпосевной обработки // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 71-76. DOI: 10.36461/NP.2020.2.55.012.

PROBLEM OF REDUCING THE QUALITY OF HEMP SEEDS AND WAYS TO SOLVE IT

N.S. SHIMANSKAYA, S.V. IVANOVA, V.A. SERKOV, I.V. USCHAPOVSKY

(Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops)

The article presents the results of studies on the influence of damage during combine harvesting and post-harvest treatment on the sowing properties of hemp seeds. It is noted that at combine threshing on the background of increase of mechanical damages in the form of macrotraumas (35%) and microtraumas (22%) there is a decrease in laboratory germination of hemp seeds up to 68%. The main share of macrotraumas is caused by crushing – 8.5%; removal of husk – 10%, as well as cracks in the area of the cotyledon and embryo – 16.5%. Desiccation of hemp crops at combine threshing and subsequent post-harvest treatment reduces macrodamage of seeds by 17% and microdamage by 9%. Indicators of germination energy and seed germination are comparable with similar data from manual threshing and amount to 94% and 95%, respectively. Microbiological analysis

of hemp seeds showed significant differences in the quantitative and group composition of bacterial and fungal microflora during combine and manual threshing of seeds. When manually threshed, seeds are dominated by bacterial microflora with a predominance of the genus *Bacillus*. The fungal microflora is mainly dominated by representatives of the genus *Penicillium*. Fungal microflora prevails on seeds at combine threshing (310 thousand CFU/g), the main share of which is represented by micromycetes of the genus *Aspergillus* (120 thousand KOE/g) and various yeast species (190 thousand CFU/g), which contributes to the accumulation of mycotoxins and accompanied by loss of seed germination (up to 86%). Application of crop desiccation at combine threshing provides the formation of a microbial community with predominance of micromycetes of *Penicillium* genus (66%), which allows to keep seed germination at the level of 95% throughout the whole storage period. A significant reserve for increasing the sowing properties of seeds is the desiccation of crops with post-harvest treatment, which reduces damage and ensures the formation of epiphytic microflora, which prevents the development of molds, which negatively affect the sowing properties of seeds.

Keywords: hemp, hemp seeds, sowing qualities of seeds, seed damage, germination, microorganisms.

The research was carried out within the framework of the state task of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops" (topic No. FGSS–2024-0004).

References

1. Myakin V.N., Uryupin S.G. Seed damaging as result of post-harvest treatment and ways of its reduction. *Tekhnicheskie nauki*. 2006:73-75. (In Russ.)
2. Elias S.G., Wu Y. – Ch., Stimpson D.C. Seed Quality and Dormancy of Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Agricultural Hemp Research*. 2020;2(1):2. <https://doi.org/10.61611/2688-5182.1017>
3. Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Baskakov I.V. Research of qualitative indicators of winter wheat seeds during combine harvesting and postharvest processing. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2020;21(184):84-97. (In Russ.)
4. Gimadiev A.M. Seed damaging. *Agroinform*. 2010;6:18-19. (In Russ.)
5. Pekhalskiy I.A., Kryazhkov V.M., Artyushin A.A., Sorochinskiy V.F. Traumatizing of inside structures of weevils as a factor of reduction in seeds' productivity of cereal crops. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2016;03(117):783-792. (In Russ.)
6. FGBU "Rosselkhotsestr" for Kursk region. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://rosselkhotsestr-kursk.ru> (accessed: January 15, 2024)
7. Stepanova I.V. *Investigation of factors affecting the safety of cannabis seeds*: CSC (Ag) thesis. Moscow, USSR, 1974:22. (In Russ.)
8. Burkin A.A., Ustyuzhanina M.I., Zotova E.V., Kononenko G.P. Reasons of contamination of production lots of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds by mycotoxins. *Agricultural Biology*. 2020;5(53):969-976. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2018.5.969rus>
9. Pesticides. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://www.pesticidy.ru/pesticide/regulyat-super>
10. GOST R 52325-2005. Seeds of agricultural plants. Sorting and sowing qualities. General technical conditions. Introduced 01.01.2006. Moscow, Russia: Standardinform, 2005:20. (In Russ.)
11. Gritsenko V.V., Kaloshina Z.M. *Seed science of field crops*. 3d ed., updat. and rev. Moscow, USSR: Kolos, 1984:272. (In Russ.)
12. Segi I. *Soil microbiology techniques*. Moscow, USSR: Kolos, 1983:253. (In Russ.)
13. Tepper E.Z., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.I. *Microbiology practical course*. Moscow, Russia: Kolos, 2005:256. (In Russ.)
14. Stonov L.D., Stonov L.D., Zubkova N.F. Modern problems of defoliation and desiccation. *Zashchita rasteniy*. 1978;8:24-28. (In Russ.)

15. Efimochkina N.R., Sedova I.B., Sheveleva S.A., Tutelyan V.A. Toxigenic properties of mycotoxin-producing fungi. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2019;45:6-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.17223/19988591/45/1>
16. Nazarko M.D., Ocheredko N.S. The influence of mycotoxins on the quality of sunflower seeds. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2006;2(3):109-110. (In Russ.)
17. Punja Z.K., Ni L., Lung S., Buirs L. Total Yeast and Mold Levels in High THC-containing Cannabis (*Cannabis sativa* L.) Inflorescences are Influenced by Genotype, Environment, and Pre- and Post-harvest Handling Practices. *Front. Microbiol.* 2023;14:1192035. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1192035>
18. Comeau D., Balthazar C., Novinscak A., Bouhamdani N. et al. Interactions Between *Bacillus* Spp., *Pseudomonas* Spp. and *Cannabis sativa* Promote Plant Growth. *Front Microbiol.* 2021;12:715758. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.715758>
19. Dumigan C.R., Deyholos M.K. Cannabis Seedlings Inherit Seed-Borne Bioactive and Anti-Fungal Endophytic Bacilli. *Plants*. 2022;11(16):2127. <https://doi.org/10.3390/plants11162127>
20. Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. Sowing qualities of seeds and productivity of non-narcotic variety of hemp depending on pre-planting cultivation. *Niva Povolzhya*. 2020;2(55):71-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.36461/NP.2020.2.55.012>

Сведения об авторах

Шиманская Наталья Сергеевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 170041, Российская Федерация, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56; e-mail: n.shimanskaya@fncl.ru; тел.: (4822) 41-61-10

Иванова Светлана Васильевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 214025, Российская Федерация, Смоленская обл., г. Смоленск, ул. Нахимова, 21; e-mail: s.ivanova.sml@fncl.ru; тел.: (4812) 65-55-03

Серков Валериан Александрович, главный научный сотрудник, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 442731, Российская Федерация, Пензенская обл., р.п. Лунино, ул. Мичурина, 1 Б; e-mail: v.serkov.pnz@fncl.ru; тел.: (4822) 41-61-10

Ущановский Игорь Валентинович, заместитель директора по научной работе, канд. биол. наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 170041, Российская Федерация, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56; e-mail: i.uschapovsky@fncl.ru; тел.: (4822) 41-61-10

Information about the authors

Natalia S. Shimanskaya, CSc (Ag), Leading Research Associate, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (17/56 Komsomolskiy Ave., Tver, 170041, Russian Federation); phone: (4822) 41-61-10; e-mail: n.shimanskaya@fncl.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5819-1351>

Svetlana V. Ivanova, Junior Research Associate, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (21 Nakhimova St., Smolensk, 214025, Russian Federation); phone: (4812) 65-55-03; e-mail: s.ivanova.sml@fncl.ru

Valerian A. Serkov, DSc (Ag), Chief Research Associate, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (1B Michurina St., Lunino w.s., Penza region, 442731, Russian Federation); phone: (4822) 41-61-10; e-mail: v.serkov.pnz@fncl.ru

Igor V. Uschapovsky, CSc (Bio), Deputy Director for Research, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (17/56 Komsomolskiy Ave., Tver, 170041, Russian Federation); phone: (4822) 41-61-10; e-mail: i.uschapovsky@fncl.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0602-1211>

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ АГЕНТЫ КАК ОСНОВА БИОФУНГИЦИДОВ,
ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОТИВ ТОКСИНОПРОДУЦИРУЮЩИХ ГРИБОВ
РОДА *FUSARIUM* (ОБЗОР)

Т.М. СИДОРОВА, В.В. АЛЛАХВЕРДЯН, А.М. АСАТУРОВА

(Федеральный научный центр биологической защиты растений)

В статье представлена информация о биоконтрольном потенциале бактерий-антагонистов родов *Bacillus*, *Pseudomonas* и *Streptomyces* в отношении токсинопродуцирующих грибов *Fusarium*. Вредоносность комплекса видов грибов рода *Fusarium* заключается в том, что он не только поражает зерно, снижая содержание и качество белка, его конечный вес, но и вызывает загрязнение микотоксинами. Способность грибов рода *Fusarium* продуцировать микотоксины является важным фактором патогенности грибов. Представлена информация о токсичности дезоксиниваленола и зеараленона для человека и животных. Бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* spp. проявляют антагонистическую активность против грибов рода *Fusarium*. В агроэкосистемах наиболее обширные исследования бактериальных агентов контроля фитопатогенных грибов сосредоточены на антибиозе. Бактерии секретируют метаболиты липопептидной природы, феназиновые соединения, противогрибные метаболиты других структур, чтобы напрямую ингибировать *F. graminearum*. Кроме того, полезные бактерии разрушают факторы вирулентности грибов, продуцируют летучие противогрибные соединения и вызывают системную устойчивость растений к фитопатогенным грибам. Механизмы биологического контроля (антибиоз, конкуренция, гиперпаразитизм и индуцированная устойчивость) могут действовать одновременно, что приводит к контролю заболевания и, следовательно, к снижению загрязнения микотоксинами. Эти знания способствуют целенаправленному выделению бактерий, идентифицированных как микробиологические агенты биоконтроля фитопатогенных грибов. Понимание молекулярных и биохимических основ биоконтроля будет способствовать разработке более мощных продуцентов эффективных биопрепаратов, лучшему пониманию механизмов биоконтролирующей активности.

Ключевые слова: бактерии-антагонисты, биоконтроль, микотоксины, противогрибные метаболиты, патогенность, *Bacillus*, *Pseudomonas*.

Введение

Растения могут страдать от биотических и абиотических стрессов на всех этапах выращивания, что приводит к снижению конечного урожая и качества зерна. Среди биотических факторов, которые могут повлиять на целостность растений, важное значение имеют грибные патогены, особенно токсинопродуцирующие, поскольку они могут влиять как на рост растений, так и на качество зерна ввиду присутствия микотоксинов. Вредоносность комплекса видов грибов рода *Fusarium* заключается в том, что он не только поражает зерно, снижая содержание и качество белка, его

конечный вес, но и вызывает загрязнение микотоксинами [1]. Преобладающий вид *F. graminearum* (телеоморфа *Gibberella zeae*) в настоящее время занимает четвертое место среди фитопатогенов по своей вредоносности. Крупные вспышки фузариоза колоса приводят к значительным экономическим потерям зерновых культур [2, 3]. Ежегодно 25-50% урожая, собираемого во всем мире, контаминировано микотоксинами [4, 5]. Наиболее распространенные микотоксины *F. graminearum*, *F. culmorum* дезоксиниваленол (ДОН) и зеараленон (ЗЕН) наносят серьезный вред здоровью человека и животных.

Защитные мероприятия, в том числе обработка фунгицидами, посадка менее восприимчивых сортов, не являются достаточными для решения проблемы [6-8]. Токсическое действие химических фунгицидов, а также формирование популяции фитопатогенов, устойчивых к регулярно применяемым фунгицидам, усиливают необходимость поиска новых стратегий борьбы с фитопатогенными грибами. В качестве альтернативы традиционным методам борьбы с грибами заслуживает внимания использование биологических агентов.

Ризобактерии, способствующие росту растений (PGPR), являются наиболее изученными бактериями в качестве коммерческих бактериальных агентов благодаря их возможности использовать свои антибиотические, конкурентные или индуцирующие способности защитной реакции растений против нескольких растительных патогенов на разных растениях-хозяевах [9]. Одними из наиболее интенсивно изучаемых являются бактерии, принадлежащие родам *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Streptomyces*. По данным российских и зарубежных исследователей [9, 10], на основе бактерий *B. amyloliquefaciens* QST 713, *B. amyloliquefaciens* AH2, *B. amyloliquefaciens* MBI 600, *B. amyloliquefaciens* FZB24, *B. amyloliquefaciens* IT 45, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* D747, *B. firmus* I-1582, *B. pumilus* QST 2808, *B. subtilis* IAB/BS03, *Pseudomonas* sp. DSMZ 13134, *P. chlororaphis* MA 342, *Streptomyces* K61 и *S. lydicus* WYEC108 разработаны биопестициды для борьбы с бактериальными и грибными заболеваниями.

Бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Streptomyces* проявляют антагонистическую активность против грибов рода *Fusarium* [11-14]. Например, *P. piscium* может подавлять развитие и вирулентность грибов, секретируя соединение под названием феназин-1-карбоксаимид, которое воздействует на гистон-ацетилтрансферазу в *F. graminearum* [12]. Послеуборочные проблемы с выработкой микотоксинов можно решить задолго до сбора урожая, сократив популяцию грибов, продуцирующих токсины, скорость, с которой они производят токсины, а также способствуя разложению микотоксинов [13].

При изучении стратегий биологической борьбы с токсиногенными грибами многие исследователи ограничиваются фунгицидным или фунгистатическим действием бактерий-антагонистов, причем их влияние на выработку микотоксинов и возможность их биodeградации часто игнорируются. Отсутствие коммерчески доступных биологических средств для защиты растений против токсигенных фузариев может быть связано с многочисленными факторами: нестабильная эффективность биоконтроля в полевых условиях, отсутствие необходимых условий хранения и транспортировки биологических средств, сложность регистрации и (что более важно) недостаток знаний о механизмах биоконтроля, особенно по поводу биodeградации микотоксинов. Дальнейшие исследования этих биосинтетических и регуляторных систем позволят получить полезные знания для разработки новых стратегий управления для предотвращения инфицирования фузариозными грибами и накопления микотоксинов в зерновых [14, 15].

Цель исследований: обобщение и анализ современных сведений о биоконтролирующей активности и механизмах действия бактерий-антагонистов токсинопродуцирующих грибов, которые способствуют целенаправленному выделению и отбору штаммов-продуцентов эффективных биофунгицидов.

Материал и методы исследований

Проанализировано более 50 источников, содержащих сведения о биоконтролирующей активности и механизмах действия бактерий-антагонистов токсинопродуцирующих грибов, способствующих целенаправленному выделению и отбору штаммов-продуцентов эффективных биофунгицидов. В исследованиях использована материально-техническая база УНУ «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения».

Результаты и их обсуждение

Бактерии рода Bacillus. Относительно возможности использования бактерий в качестве агентов биологической защиты растений наиболее интенсивно исследовался противогрибной потенциал бактерий рода *Bacillus*. Некоторые характеристики – такие, как высокая скорость роста, безопасность для растений и животных, устойчивость к стрессам окружающей среды и способность образовывать эндоспоры, делают *Bacillus* spp. привлекательными для разработки биопрепаратов.

Бактерии рода *Bacillus* обладают большим потенциалом биоконтроля, производя липопептиды, которые обладают высокой активностью против фитопатогенов [16-18]. Антифунгальная активность проявляется в основном в трех семействах циклических липопептидов: сурфактин, итурин и фенгицин. Липопептиды бацилл синтезируются нерибосомально с помощью больших мультиферментов, называемых нерибосомными пептидными синтетазами [19]. Кроме того, известно, что штаммы-антагонисты фитопатогенов рода *Bacillus* производят несколько поликетидов. Эти молекулы имеют амфифильную природу, что способствует проявлению их антимикробных свойств, которые заключаются в нарушении биологических мембранных структур. Недавние исследования также подчеркивают способность этих соединений стимулировать защитные механизмы растений и образование биопленок, что является ключевым фактором успешной колонизации организмов, осуществляющих биоконтроль фитопатогенов [20].

Помимо того, что бациллы являются наиболее перспективными агентами биоконтроля, они способствуют росту растений посредством фиксации азота, солибилизации фосфатов и производству фитогормонов. Ингибирование роста гриба *F. graminearum* и накопления фузариотоксинов ДОН и ЗЕН штаммами *B. velezensis* BZR336g и *B. velezensis* BZR517 обнаружено при культивировании на зерне пшеницы *in vitro* [21]. Биорегулирующая активность может быть связана со способностью штаммов одновременно продуцировать метаболиты нескольких семейств липопептидов. Кроме того, *B. velezensis* RC218 продуцирует лантибиотик эрицин [22].

Есть информация о штаммах, которые способны разлагать ЗЕН с помощью внеклеточных метаболитов – предположительно ферментов. Влияние антигрибных липопептидов бацилл на деградацию ЗЕН остается неясным, однако выявлено, что ферменты могут быть ответственными за этот процесс [23]. Антагонистическая активность *B. amyloliquefaciens* DA12 против грибов рода *Fusarium* обусловлена синтезом итурина А и летучим гептаном [24, 25]. Непосредственно они могут

продуцировать метаболиты и ферменты: циклические пептиды, поликетиды, хитиназы, глюканазы и протеазы, которые ингибируют грибные патогены, а также конкурируют за пространство и питательные вещества с фитопатогенами, например, производя молекулы, хелатирующие железо (сидерофоры), – такие, как бациллибактин и гризеобактин [26, 27]. Бактерии рода *Bacillus* осуществляют индукцию системы защиты растений (индуцированная системная устойчивость), которая представляет собой состояние усиленной защиты от неспецифического широкого спектра патогенов. Гормоны растений при этом играют ключевую регуляторную роль [23, 28-30].

Кроме того, сообщалось, что некоторые штаммы *B. velezensis*, используемые в качестве средств биоконтроля, могут усиливать развитие растений, производя метаболиты (индолилуксусная кислота, этилен и гиббереллины) или делая доступными некоторые неорганические питательные вещества – такие, как фосфат и азот, посредством так называемого процесса солюбилизации [31]. Показано, что *B. velezensis* RC218, проверенный агент биоконтроля против *F. graminearum*, индуцирует утолщение клеточной стенки в колосьях пшеницы при применении во время цветения, снижая эффективность заражения патогеном и выработку ДОН в собранном зерне пшеницы [32]. *B. velezensis* YB-130 также снижал выработку ДОН штаммом *F. graminearum* PH-1, в основном ввиду его способности подавлять экспрессию основных генов биосинтеза этого микотоксина [33]. Штамм *B. amyloliquefaciens* MQ01 также был способен разлагать ЗЕН в жидкой среде. В кукурузе и в высушенном зерне были протестированы некоторые аспекты, связанные со снижением вредоносности *F. Graminearum*, с помощью *B. subtilis* ATCC6633.

Анализ антагонизма показал, что *B. subtilis* ATCC6633 модулирует рост *F. graminearum*, влияя на форму макроконидий и липидный состав мицелия. Кроме того, была обнаружена экспрессия генов лизофосфатидилхолин-ацилтрансферазы и фосфолипазы А, которые участвуют в метаболизме фосфатидилхолина в корнях ячменя. Та же закономерность обнаружена для генов, кодирующих изохоризматсинтазу и фенилаланинаммиакилазу, два ключевых фермента для синтеза салициловой кислоты [24].

Бактерии рода Pseudomonas. Значительное количество бактериальных штаммов рода *Pseudomonas* используется в качестве агента биоконтроля для непосредственной борьбы со многими болезнями, поражающими сельскохозяйственные культуры. Многие псевдомонады являются эффективными колонизаторами поверхности растений (ризосферы и филлосферы) и эндосферы. Они могут использовать многие экссудаты растений в качестве питательных веществ и обладают высокой скоростью роста, что является предпосылкой для эффективной конкуренции с другими микроорганизмами за пространство и питательные вещества в растительной среде [34-36]. В лабораторных и полевых экспериментах было обнаружено, что многие штаммы псевдомонад способны продуцировать сидерофоры, ингибирующие рост широкого спектра патогенов (таких, как *P. syringae* и *B. cinerea*) [37, 38]. При изучении влияния жидких культур и супернатантов бактериальных штаммов *P. chlororaphis* BZR245-F и *Pseudomonas* sp. BZR523-2 на рост гриба *F. graminearum* и накопление микотоксинов ДОН и ЗЕН обнаружено подавление роста гриба, содержание микотоксинов также в основном значительно снижалось [39].

Биоконтролирующую активность бактерий рода *Pseudomonas* часто связывают с выработкой феназинов группы гетероциклических азотсодержащих вторичных метаболитов. Феназины подавляют рост различных грибных патогенов – таких, как *B. cinerea* и *F. Oxysporum*, ингибируют рост мицелия *F. graminearum* путем вмешательства в ацетилирование гистонов грибов и участвуют в формировании

бактериальной биопленки на гифах, еще больше снижая патогенность [11]. Образование биопленок на гифах грибов является широко распространенным признаком почвенных бактерий [38].

Было выявлено еще несколько способов действия феназинов против бактерий и грибов включая взаимодействие с ДНК и ингибирование активности вакуолярной АТФазы и топоизомеразы. Феназин-1-карбоксаид, секретируемый *P. piscium* ZJU60, непосредственно воздействует на белок гистон-ацетилтрансферазу, что впоследствии приводит к нарушению регуляции ацетилирования гистонов и подавлению роста грибов, биосинтеза микотоксинов и вирулентности *F. graminearum* [37, 40]. Штамм *P. aeruginosa* 91 проявлял наибольшую противогрибную активность в отношении возбудителя *F. oxysporum* на бананах, которая основана на антагонизме, включающем в себя выработку биологически активных соединений и секрецию гидролитических ферментов. Кроме того, штамм *P. aeruginosa* 91 продемонстрировал различные свойства, связанные со стимулированием роста растений, и способность адаптироваться к различным источникам углерода [41].

Помимо феназинов, у псевдомонад обнаружено множество других потенциальных метаболитов биоконтроля – таких, как сидерофоры, 4-гидрокси-2-алкилхинолины, летучие соединения, циклические липопептиды (нерибосомальные пептиды) и рамнолипиды [36, 42]. Выявлен потенциал ингибирования *Phytophthora capsici* с использованием штамма *P. capeferrum* HN2-3. Липопептид путизолвин, продуцируемый бактерией, подавляет возбудитель фитофтороза огурца как *in vitro*, так и *in planta* [43]. Циклические липопептиды бактерий рода *Pseudomonas* представляют собой поверхностно-активные метаболиты, синтезируемые нерибосомально модульными многофункциональными ферментами, называемыми нерибосомальными пептид-синтетазами [44]. В условиях недостатка железа (Fe (III)) псевдомонады способны продуцировать сидерофоры – низкомолекулярные соединения, связывающие следы Fe (III) в почве, тем самым снижается доступность его для фитопатогенов. Синтез биоконтрольными штаммами гидролитических ферментов хитиназ и глюканаз, разрушающих клеточную стенку грибов, также служит одним из механизмов биоконтроля [45-49]. Кроме того, существует множество доказательств того, что соединения липопептидной природы индуцируют системную устойчивость у растений, которая активируется инфекцией, и обеспечивают дополнительную систему защиты от патогенов [50]. Большинство изученных изолятов являлось продуцентами хитиназы, образуя ореолы просвета на хитиновой среде. Штамм *P. fluorescens*, выделенный из корней гвоздики, также защищал растения от фузариозного увядания, подавляя *F. oxysporum* f.sp. *dianthi*.

Полученные сведения позволяют рассматривать штамм *P. chlororaphis* ПГ7 не только как агент в биологической защите растений от патогенов, но и как стимулятор роста, улучшающий фосфорное питание растений [51]. Пирролнитрин обладает способностью подавлять рост мицелия *F. graminearum*. Феназин-1-карбоксаид, производное феназин-1-карбоновой кислоты, также может ингибировать рост *F. graminearum* и демонстрирует большой потенциал в биозащите сельскохозяйственных культур от фузариоза колоса. *F. chlamydosporum* – возбудитель фузариоза сои – подавляется бактериями *P. putida* PP и *P. aeruginosa* OG101 с помощью продуцируемых ими глюканазы и хитиназы [51]. Штамм *Pseudomonas* OG101 ингибирует рост мицелия *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* и *F. oxysporum* f.sp. *pallidorozeum* до 24,4 и 20,5%, соответственно [47].

Бактерии рода Streptomyces. Грамположительные бактерии, принадлежащие роду *Streptomyces*, составляют важный компонент ризосферы растений. Эти нитчатые бактерии обитают как в почве, так и в водной среде, и могут распространяться

в воздухе. Так, сообщалось о многочисленных примерах колонизирующих растения штаммов *Streptomyces* spp. [51].

Ризосферные виды *Streptomyces* являются богатым источником биофунгицидов или биоудобрений для использования в сельском хозяйстве ввиду производства ими различных активных соединений. Известны многочисленные стратегии подавления грибных патогенов – такие, как конкуренция за питательные вещества, деградация клеточной стенки, индукция иммунитета растений, а также ускорение развития растений за счет производства ауксинов, растворения неорганических фосфатов, фиксации азота. Стрептомицеты, выделенные в природе из *Arabidopsis*, реагируют на растительные гормоны, производя специализированные вторичные метаболиты. Обработка семян риса споровой суспензией *Streptomyces* BN1 стимулирует рост растений, зараженных фузариозной инфекцией [42-46].

Производство сидерофоров, летучих органических соединений может положительно влиять на индуцированную системную устойчивость растений [34-36]. В сельском хозяйстве попытки использовать стрептомицеты для биоконтроля грибных заболеваний привели к разработке продуктов для улучшения почвы – таких, как Actinovate (*S. lydicus* WYEC108) и Mycostop (*S. griseoviridis* K61). Анализ экстрактов *Streptomyces* sp. S4.7 привел к обнаружению двух неизвестных структурно родственных липопептидов, которые отвечают за антибиотическую активность. Выявлено, что они являются новыми соединениями, которые содержат цистеиновую кислоту, и это является уникальной особенностью для липопептидов. Применение в качестве биоконтролирующего агента *Streptomyces* sp. 87B снижает развитие заболевания и содержание ДОН на 29-39% и 69-85% соответственно. *S. albidoflavus* RC87B эффективно снижает развитие фузариоза и накопление ДОН на мягкой пшенице на 69-100%. *S. albulus* NJZJSA2 продуцирует 4-метоксистиrol, 2-пентилфуран и анизол и успешно подавляет грибы *Sclerotinia sclerotiorum* и *F. oxysporum* [36]. Штамм *Streptomyces* sp. RC87B, первоначально выделенный из пыльников пшеницы, демонстрирует активность против *F. graminearum* в условиях *in vitro* и теплицы, снижая как развитие фузариоза колоса, так и накопление ДОН. 13 изолятов *Streptomyces*, выделенных из различных овощных теплиц в Иране, показывали *in vitro* наличие свойств, способствующих росту растений, и способность противодействовать *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, возбудителю фузариозного увядания томата [39].

Разработаны коммерческие биопрепараты на основе стрептомицетов-антагонистов – такие, как «Actinovate» (BioAg Inc., США) на основе *S. lydicus* WYEC108, «Mycostop» (Verdera Oy, Финляндия) на основе *S. griseoviridis* K61, «Actin» (Laboratories India Ltd., Индия) на основе *S. atrovirens*, «Mykocide» (Co. Ltd., Южная Корея) на основе *S. colombiensis*» [22].

Механизмы антагонистической активности бактерий. Существует четыре основных способа действия микробных агентов, лежащих в основе биологического контроля болезней растений: а) конкуренция за использование ресурсов (кислорода, углерода, азота и других важных ресурсов); б) интерференционная конкуренция за пространство посредством антибиоза, когда биоконтролирующий объект ингибирует патоген посредством воздействия токсичных вторичных метаболитов; в) гиперпаразитизм, когда антагонист действует как хищник и использует патоген как добычу (однако большинство микроорганизмов, которые действуют через гиперпаразитизм, представляет собой некротрофные паразитические грибы, которые хорошо конкурируют и выживают без живого патогена-хозяина); г) индуцированная устойчивость – косвенное взаимодействие агента биоконтроля посредством индукции защитных механизмов растений в отношении вторгающихся патогенов. Пятым механизмом, который может способствовать борьбе с болезнями, является стимуляция

роста растений за счет лучшего усвоения питательных веществ и воздействия на гормональный статус растений [51].

Один агент биоконтроля может проявлять комбинацию этих способов действия, за счет чего можно повысить эффективность существующих перспективных штаммов, а также учитывать этот факт при выборе новых [13]. Конкуренция за питательные вещества и пространство рассматривается как средство ограничения развития патогенов за счет уменьшения числа обитаемых мест и таким образом – подавления прорастания грибных спор в почве [17]. Полезные бактерии могут колонизировать корень растения посредством образования биопленок, а также могут проникать непосредственно в растение, тем самым ограничивая патоген. Например, предполагается, что *B. cereus* защищает посевы пшеницы от *Septoria tritici*, исключая возбудителя из устьиц и подустыичных камер. Что касается конкуренции за питательные веществ (такие, как углерод, азот или железо), этот метод можно рассматривать как распространенный способ ограничения роста других микроорганизмов, даже если продемонстрировать его реальный эффект в полевых условиях сложно. Более того, такие подходы могут проложить путь к идентификации метаболитов, которые могли бы служить новыми, эффективными, специфическими и более экологически безопасными фунгицидами против грибов рода *Fusarium*. *B. amyloliquefaciens* FZB42 продуцирует фенгицин и бацилломицин D, которые проявляют синергическую антагонистическую активность против *F. oxysporum* [6, 7].

Считается, что фенгицин и сурфактин штамма *B. subtilis* SG6 способствуют ингибированию роста *F. graminearum*. Сурфактин, итурин и фенгицин, продуцируемые *B. velezensis* Y6 и Y7, отвечают за антимикробную активность против *R. solanacearum* и *F. oxysporum*. Бацилломицин D, секретируемый *B. velezensis* SQR9, может связываться с регулятором транспорта железа и модулировать образование биопленок, подавляя рост *F. oxysporum*. Бактериальные биопленки представляют собой структурированные микробные сообщества, встроенные в самостоятельно вырабатываемый внеклеточный полимерный матрикс. В большинстве природных сред бактерии существуют преимущественно на биотических и абиотических поверхностях в виде биопленок, а не в виде планктонных клеток. Бациллы образуют биопленки на поверхности корней растений и при этом повышают эффективность их защитного действия. Продукция феназинов тесно связана с процессом образования биопленок у феназинопродуцентов бактерий рода *Pseudomonas* spp. Феназины могут способствовать развитию биопленок посредством поверхностной миграции внеклеточной ДНК или служить сигналом, запускающим экспрессию других важных факторов развития биопленок.

Различные виды *Bacillus* могут индуцировать системную устойчивость у различных растений. *B. amyloliquefaciens* FZB42 продуцирует вторичные метаболиты (сурфактин, фенгицин и бацилломицин D), которые запускают экспрессию генов защиты растений и способствуют снижению гнили салата, в другом примере он повышал уровень гормонов роста и защитных ферментов в томатах, обеспечивая защиту от фитофтороза [9]. Итурин отрицательно влияет на цитоплазматические мембраны микробных клеток, что влияет на утечку ионов K^+ и рост клеток. Сообщалось также, что фенгицин вызывает возмущения, изгибы и образование пор на искусственных мембранах. Итурин A5, секретируемый термотолерантными морскими *B. amyloliquefaciens*, оказывает значительное влияние на *F. oxysporum* [6]. Доказано, что итурин A ингибирует прорастание конидий и вызывает повреждение мицелия гриба с увеличением концентрации липопетидов. Ингибирующая активность на конидии была аналогичной действию итурина A5 на *F. oxysporum*. Он вызывал деформацию и деполяризацию зародышевых трубок. Целостность клеточной стенки и мембраны была

нарушена. Кроме того, увеличилось содержание эргостерина на клеточных мембранах. Таким образом, итурин А взаимодействует с гликопротеинами, влияя на целостность клеточной стенки. Плазматическая мембрана является основной мишенью некоторых липопептидов и других антимикробных соединений. В исследовании сообщалось, что итурин отрицательно влияет на цитоплазматические мембраны дрожжевых клеток, и это влияет на утечку ионов K^+ и рост клеток. Обнаружено, что фенгидин вызывает изгибы мицелия и образование пор на искусственных мембранах [45].

Pseudomonas spp. продуцируют противомикробные соединения – такие, как феназины, флороглюцинолы, диалкилрезорцинолы, пиолитеорин и пирролнитрин, – участие которых в качестве механизма действия в биологическом контроле хорошо изучено [36]. Феназины, представитель которых – феназин-1-карбоксамида или феназин-1-карбоксилат, представляют собой азотсодержащие гетероциклические соединения с широкой противогрибной и антибактериальной активностью. Эти соединения участвуют в уменьшении поражений растений грибными возбудителями. Флороглюцинолы представляют собой фенольные спектром бактериальными штаммами. В частности, 2,4-диацетилфлороглюцинол, продуцируемый различными штаммами *Pseudomonas* spp., обладает широким спектром действия и способствует биологическому контролю болезней растений, особенно болезней растений, передающихся через почву.

Кроме того, псевдомонады продуцируют циклические липопептиды, которые представляют собой амфифильные молекулы, содержащие цепи из 7-25 аминокислот, некоторые из которых образуют лактонное кольцо, соединенное с хвостом жирной кислоты. Многие из них являются биосурфактантами, которые могут повреждать клеточные мембраны, вызывая тем самым утечку и цитоллиз [44, 45]. Псевдомонады могут играть важную роль в биоконтроле благодаря своей деградирующей активности соединений клеточной стенки – таких, как хитин, глюкан и глюкозидные мостики, за счет способности продуцировать хитиназы, β -1,3 глюканазы, целлюлазы. Благодаря вторичным метаболитам псевдомонады могут индуцировать устойчивость растений к многим патогенам. Активность одного липопептида в конкретной фитосистеме может проявляться множеством механизмов, осуществляться посредством синергического или по крайней мере аддитивного эффекта нескольких способов действия против фитопатогенов [51].

Важной целью сообщества исследователей микотоксинов является разработка комплексных стратегий контроля и детоксикации микотоксинов. Показано, что *Aspergillus tubingensis* NJA-1, почвенный изолят, превращает ДОН в менее токсичный продукт, который, как предполагается, является результатом гидролиза на основании различий в массе метаболитов. *Agrobacterium* – штамм *Rhizobium* E3-39 – превращает ДОН в 3-кето ДОН; *Nocardioide* WSN05-2 образует нетоксичный эпитер, 3-эпи-ДОН, *Devosia insulae* образует 3-кето-ДОН, а *Devosia mutans* 17-2-E-8 образует как 3-кето-ДОН, так и 3-эпи-ДОН [13, 17].

Различные виды бактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus* и *Streptomyces* способны разлагать ЗЕН. Однако деградация не всегда может привести к детоксикации. Чистая культура штамма ZJ-2016-1, идентифицированного как *Lysinibacillus* sp., показала свою эффективность в устранении ЗЕН. Секретируемое бактериями *P. piscium* соединение (феназин-1-карбоксамида) напрямую влияет на активность грибного белка гистон-ацетилтрансферазы комплекса. Это приводит к нарушению регуляции ацетилирования гистонов в *F. graminearum*, а также подавлению роста грибов, вирулентности и биосинтеза микотоксинов [11]. Показано, что ферменты, вырабатываемые микробами, играют значительную роль в разложении микотоксинов. При исследовании механизмов действия бактериальных агентов на фитопатогенный

гриб необходимо учитывать возможность реализации множества различных типов взаимодействий между микроорганизмами, которые могут проявляться в зависимости от условий этих взаимодействий.

Расширение ассортимента биопрепаратов как основа для создания устойчивых продовольственных систем. Биосредства дополняют другие методы устойчивого управления болезнями (такие, как устойчивость к болезням) и предоставляют возможности для борьбы с болезнями, для которых другие подходы неэффективны или недоступны. За последние десятилетия был достигнут значительный прогресс, но требуется гораздо больше для развития отдельных механизмов борьбы с болезнями, прежде чем эти методы можно будет считать зрелыми и воспринимать как часть технологий борьбы с болезнями. На биологическом уровне необходим научный прогресс в понимании экологии и биологических (клеточных/молекулярных) механизмов, определяющих результат взаимодействий как по отдельности, так и в сочетании [22, 25].

Несмотря на то, что биологический контроль представляет собой многообещающую альтернативу синтетическим пестицидам в борьбе с вредителями и болезнями растений, на его эффективность могут оказывать влияние неблагоприятные условия применения, и это ограничивает его широкое использование в сельском хозяйстве. Было показано, что патосистемные факторы и условия окружающей среды являются ключевыми факторами, участвующими в конечном уровне контроля заболеваний, достигаемого бактериями. Некоторые биотические и абиотические факторы могут влиять на эффективность агентов биоконтроля, влияя на механизмы их действия или мультитрофическое взаимодействие между растением, патогеном и бактериями. Постоянно растущий мировой рынок биопестицидов достиг почти 4,0 млрд долл. в 2020 г. Прогнозируется, что к 2027 г. он достигнет 10,6 млрд долл. [52]. Правительства многих стран поддерживают использование более экологически безопасных сельскохозяйственных ресурсов, особенно когда мы постепенно восстанавливаемся после пандемии COVID-19.

В Европе стратегия «От фермы до столовой» представляет собой новую задачу, направленную на «создание устойчивых продовольственных систем, которые позволят снизить зависимость от пестицидов и противомикробных препаратов, сократить избыточное внесение удобрений, улучшить благосостояние животных и обратить вспять утрату биоразнообразия. Это подталкивает рынок средств защиты растений к расширению ассортимента биопрепаратов» [53].

Выводы

Бактерии-антагонисты родов *Bacillus*, *Pseudomonas* и *Streptomyces*, обладая высокой антигрибной активностью, снижают вредоносность токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*, при этом ингибируя не только их рост, но и накопление продуцируемых ими микотоксинов в растениях. Бактерии секретируют липопептидные антибиотики, производные феназина и другие противогрибные метаболиты, чтобы напрямую ингибировать *F. graminearum*. Под действием гидролитических ферментов бактерий может происходить деградация токсических метаболитов гриба, что зачастую способствует снижению их токсичности. Механизмы биологического контроля (антибиоз, конкуренция, гиперпаразитизм и индуцированная устойчивость) могут действовать одновременно, что приводит к контролю заболевания и, следовательно, к снижению загрязнения микотоксинами. Эти знания способствуют целенаправленному выделению и отбору бактерий в качестве агентов для борьбы с фитопатогенными грибами. Изучение молекулярных и биохимических основ биоконтроля

будет способствовать эффективному отбору штаммов-продуцентов биопрепаратов, а также лучшему пониманию механизмов, позволяющих эффективно снижать вредоносность патогенов с использованием бактериальных препаратов.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0495-2019-0005.

Библиографический список

1. Legrand F., Picot A., Cobo-Díaz J.F., Chen W., Le Floch G. Challenges facing the management of *Fusarium* head blight of cereals caused by *F. graminearum* // *Biological Control*. – 2017. – Vol. 113. – Pp. 26-38. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.06.011>
2. Dweba C.C., Filgan S., Shimelis H.A., Motang T.E., Sydenham S., Mwadzingeni L., Tsilo T.J. *Fusarium* head blight of wheat pathogenesis and control strategies // *Crop protection*. – 2017. – Vol. 91. – Pp. 114-122. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.002>
3. Chen C., Turna N.S., Wu F. Risk assessment of dietary deoxynivalenol exposure in wheat products worldwide: are new codex DON guidelines adequately protective? // *Trends in Food Science & Technology*. – 2019. – Vol. 89. – Pp. 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.002>
4. Rojas Tayo E.C., Jørgensen H.J.L., Jensen B., Collinge D.B. *Fusarium* diseases: biology and management perspectives // In: Oliver R.P. (ed.). *Integrated disease management of wheat and barley*. – Cambridge: Burleigh Dodds Science Publ., 2019. <https://doi.org/10.19103/AS.2018.0039.02>
5. Ji F., He D., Olaniran A.O., Mokoena M.P., Xu J., Shi J. Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: a review // *Food Prod Process and Nutr.* – 2019. – Vol. 1, № 6. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0007-2>
6. Perochon A., Doohan F.M. Trichothecenes and Fumonisin: Key Players in *Fusarium* – Cereal Ecosystem Interactions // *Toxins*. – 2024. – Vol. 16, № 2. – Pp. 90-97. <https://doi.org/10.3390/toxins16020090>
7. Habschied K., Krstanović V., Zdunić Z., Babić J., Mastanjević K., Kanižai Šarić G. Mycotoxins biocontrol methods for healthier crops and stored products // *J. Food*. – 2021. – Vol. 7, № 5. – Pp. 339-348. <https://doi.org/10.3390/jof7050348>
8. Pandit M.A., Kumar J., Gulati S., Bhandari N., Mehta P., Katyal R., Rawat C.D., Mishra V., Kaur J. Major biological control strategies for plant pathogens // *Pathogens*. – 2022. – Vol. 11, № 2. – Art. 273. <https://doi.org/10.3390/pathogens11020273>
9. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2020. – № 55 (3). – С. 421-438. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.421rus>
10. Bonaterra A., Badosa E., Daranas N., Francés J., Roselló G., Montesinos E. Bacteria as Biological Control Agents of Plant Diseases. *Microorganisms*. – 2022. – Vol. 10, № 9. – Art. 1759. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091759>
11. Chen Y., Wang J., Yang N., Wen Z., Sun X., Chai Y., Ma Z. Wheat microbiome bacteria can reduce virulence of plant pathogenic fungus by altering histone acetylation // *Nat. Commun.* – 2019. – Vol. 9. – Art. 3429. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05683-7>
12. Collinge D.B., Jensen D.F., Rabiey M., Sarrocco S., Shaw M.W., Shaw R.H. Biological control of plant disease – What has been achieved and what is the direction? // *Plant Pathology*. – 2022. – Vol. 71. – Pp. 1024-1047. <https://doi.org/10.1111/ppa.13555>
13. Pellán L., Dieye C.A.T., Durand N., Foutana A., Strub C., Schorr-Galindo S. Biocontrol agents: toolbox for the screening of weapons against mycotoxigenic *Fusarium* // *Fungi*. – 2021. – Vol. 7, № 6. – Art. 446. <https://doi.org/10.3390/jof7060446>

14. Gimeno A., Kägi A., Drakopoulos D., Bänziger I., Lehmann E., Forrer H. – R., Keller B., Vogelgsang S. From laboratory to the field: Biological control of *Fusarium graminearum* on infected maize crop residues // Journal of Applied Microbiology. – 2020. – Vol. 129, № 3. – Pp. 680-694. <https://doi.org/10.1111/jam.14634>
15. Hadj Brahim A., Ben Ali M., Daoud L., Jlidi M., Akremi I., Hmani H., Feto N.A., Ben Ali M. Biopriming of Durum wheat seeds with endophytic diazotrophic bacteria enhances tolerance to *Fusarium* head blight and salinity // Microorganisms. – 2022. – Vol. 10, № 5. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050970>
16. Сидорова Т.М., Асатурова А.М., Аллахвердян В.В. Особенности антагонизма бактерий рода *Bacillus* по отношению к токсиногенным грибам *Fusarium* при защите растений от болезни и контаминации микотоксинами: Обзор // Юг России: экология, развитие. – 2021. – № 4. – С. 86-103. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-4-86-103>
17. Harirchi S., Sar T., Ramezani M., Aliyu H., Etemadifar Z., Nojoumi S.A., Yazdian F., Awasthi M.K., Taherzadeh M.J. Bacillales: From taxonomy to biotechnological and industrial perspectives. Microorganisms. – 2022. – Vol. 10, № 12. – Art. 2355. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122355>
18. Dutilloy E., Oni F.E., Esmaeel Q., Clément C., Barka E.A. Plant beneficial bacteria as bioprotectants against Wheat and Barley diseases // Journal of Fungi. – 2022. – Vol. 8, № 6. <https://doi.org/10.3390/jof8060632>
19. Dimkić I., Janakiev T., Petrović M., Degrassi G., Fira D. Plant-associated *Bacillus* and *Pseudomonas* antimicrobial activities in plant disease suppression via biological control mechanisms – a review // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 2022. – Vol. 117. – Art. 101754. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101754>
20. Fujita S., Yokota K. Disease suppression by the cyclic lipopeptides iturin A and surfactin from *Bacillus* spp. Against *Fusarium* wilt of lettuce // J Gen Plant Pathol. – 2019. – Vol. 85. – Pp. 44-48. <https://doi.org/10.1007/s10327-018-0816-1>
21. Аллахвердян В.В., Сидорова Т.М., Асатурова А.М. Перспективные штаммы бактерий рода *Bacillus* в защите растений от возбудителей фузариоза и контаминации микотоксинами // Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т. 17, № 2 (63). – С. 91-101. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-2-91-101>
22. Palazzini J.M., Dunlep C.A., Bowman M.J., Chuze S.N. *Bacillus velezensis* RC218 as biocontrol agent to reduce *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation: genome sequencing and secondary metabolite cluster profiles // Microbiological Research. – 2016. – Vol. 192. – Pp. 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2016.06.002>
23. Palazzini J.M. *Bacillus* species contributions to the management of mycotoxigenic *Fusarium* species in cereals // Eur. J. Plant Pathol. – 2023. – Vol. 167. – Pp. 539-550. <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02736-6>
24. Sani A., Qin W. – Q., Li J. – Y., Liu Y. – F., Zhou L., Yang S. – Z., Mu B. – Z. Structural diversity and applications of lipopeptide biosurfactants as biocontrol agents against phytopathogens: a review // Microbiological Research. – 2024. – Vol. 278. – Art. 127518. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127518>
25. Lee T., Park D., Kim K., Lim S.M., Yu N.H., Kim S., Kim H. – Y., Jung K.S., Jang J.Y., Park J. – C., Ham H., Lu S., Hong S.K., Kim J. – C. Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* DA 12 showing potent antifungal activity against mycotoxigenic *Fusarium* species // Plant Pathology Journal. – 2017. – Vol. 33, № 5. – Pp. 499-507. <https://doi.org/10.5423/PPJ>
26. Ley-López N., Herdia J.B., Martín-Hernández C.S., Gruz-Lachica I., Márquez-Zequera I., Medina-López R., García-Estrada R.S. Identification and quantification of lipopeptide homologues induced and produced by *Bacillus amyloliquefaciens* // Fermentation. – 2023. – Vol. 9, № 1. <https://doi.org/10.3390/fermentation9110944>

27. Li P., Su R., Yin R., Lai D., Wang M., Liu Y., Zhou L. Detoxification of Mycotoxins through Biotransformation // *Toxins*. – 2020. – Vol. 11. <https://doi.org/10.3390/toxins12020121>
28. Emam A.M., Dunlap C.A. Genomic and phenotypic characterization of *Bacillus velezensis* AMB-y1: a potential probiotic to control pathogens in aquaculture // *Antonie Van Leeuwenhoek*. – 2020. – Vol. 113, № 12. – Pp. 2041-2052. <https://doi.org/10.1007/s10482-020-01476-5>
29. Reyna M., Pia Macor E., Carolina Vilchez A., Laura Villasuso A. Response in barley roots during interaction with *Bacillus subtilis* and *Fusarium graminearum* // *Biological Control*. – 2023. – Vol. 179. – Art. 105128. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105128>
30. Deepa N., Achar P.N., Sreenivasa M.Y. Current perspective of biocontrol agents for management of *Fusarium verticillioides* and its fumonisin in cereals – a review // *Fungi*. – 2021. – Vol. 7, № 9. – Pp. 776-783. <https://doi.org/10.3390/jof7090776>
31. Mulani R., Mehta K., Saraf M., Goswami D. Decoding the mojo of plant-growth-promoting microbiomes // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. – 2021. – Vol. 115. – Art. 101687. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101687>
32. Cantoro R., Palazzini J.M., Yerkovich N., Miralles D.J., Chulze S.N. *Bacillus velezensis* RC218 as a biocontrol agent against *Fusarium graminearum*: effect on penetration, growth and TRI5 expression in wheat spikes // *BioControl*. – 2021. – Vol. 66, № 2. – Pp. 259-270. <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10062-7>
33. Xu W., Zhang L., Goodwin P.H., Xia M., Zhang J., Wang Q., Liang J., Sun R., Wu C., Yang L. Isolation, Identification, and complete genome assembly of an endophytic *Bacillus velezensis* YB-130, potential biocontrol agent against *Fusarium graminearum* // *Frontiers in Microbiology*. – 2020. – Vol. 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.598285>
34. Oso S., Walters M., Schlechter R.O., Remus-Emsermann M.N.P. Utilisation of hydrocarbons and production of surfactants by bacteria isolated from plant leaf surfaces // *FEMS Microbiol. Lett.* – 2019. – Vol. 366, № 6. – Art. fnz061. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz061>
35. Huang R., Feng Z., Chi X., Sun X., Lu Y., Zhang B., Lu R., Luo W., Wang Y., Miao J., Ge Y. Pyrrolnitrin is more essential than phenazines for *Pseudomonas chlororaphis* G05 in its suppression of *Fusarium graminearum* // *Microbiol. Res.* – 2018. – Vol. 215. – Pp. 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.06.008>
36. Flury P., Vesga P., Péchy-Tarr M., Aellen N., Dennert F., Hofer N., Kupferschmied K.P., Kupferschmied P., Metla Z., Ma Z., Siegfried S., Weert S., Bloemberg G., Höfte M., Keel C.J., Maurhofer M. Antimicrobial and insecticidal: Cyclic lipopeptides and hydrogen cyanide produced by plant-beneficial *Pseudomonas* Strains CHA0, CMR12a, and PCL1391 contribute to insect killing // *Front. Microbiol.* – 2017. – Vol. 100. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00100>
37. Simionato A.S., Navarro M.O.P., Jesus M.L.A., Barazetti A.R., Silva C.S., Simões G.C., Balbi-Peña M.I., Mello J.C.P., Panagio L.A., Almeida R.S.C., Andrade G., Oliveria A.G. The effect of phenazine-1-carboxylic acid on mycelial growth of *Botrytis cinerea* produced by *Pseudomonas aeruginosa* LV strain // *Front. microbial.* – 2017. – Vol. 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01102>
38. Montes-Osuna N., Gómez-Lama Cabanás C., Valverde-Corredor A., Roeland L., Berendsen R., Prieto P., Mercado-Blanco J. Assessing the Involvement of Selected Phenotypes of *Pseudomonas simiae* PICF7 in Olive Root Colonization and Biological Control of *Verticillium dahlia* // *Plants*. – 2021. – Vol. 10, № 2. <https://doi.org/10.3390/plants10020412>
39. Аллахвердян В.В., Сидорова Т.М., Темердашев А.З., Асатурова А.М., Томашевич Н.С. Изучение влияния бактерий рода *Pseudomonas* на рост и токсинопродукцию гриба *Fusarium graminearum* in vitro // *Юг России: экология, развитие*. – 2023. – № 18 (4). – С. 104-113. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-4-104-113>

40. Guennoc C.M., Rose C., Labbé J., Deveau A. Bacterial biofilm formation on the hyphae of ectomycorrhizal fungi: a widespread ability under controls? // FEMS Microbiol. Ecol. – 2018. – Vol. 94. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy093>.
41. Oni F.E., Geudens N., Adiobo A., Omoboye O.O., Enow E.A., Onyeka J.T., Salami A.E., De Mot R., Martins J.C., Höfte M. Biosynthesis and Antimicrobial Activity of Pseudodesmin and Viscosinamide Cyclic Lipopeptides Produced by *Pseudomonads* Associated with the Cocoyam Rhizosphere // Microorganisms. – 2020. – Vol. 8, № 7. – Art. 1079. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071079>
42. Sheng J., Qin X., Yang X., Liu Q., Ma Z. The biocontrol roles of cyclic lipopeptide putisolvin produced from *Pseudomonas capeferrum* HN2-3 on the *Phytophthora* blight disease in cucumbers // J Plant Dis Prot. – 2024. – Vol. 131. – Pp. 423-432. <https://doi.org/10.1007/s41348-024-00874-5>
43. Gotze S., Stallforth P. Structure, properties, and biological functions of nonribosomal lipopeptides from *Pseudomonads* // Nat. Prod. Rep. – 2020. – Vol. 37. – Pp. 29-54. <https://doi.org/10.1039/C9NP00022D>
44. Oni F.E., Geudens N., Onyeka J.T., Olorunleke O.F., Salami A.E., Omoboye O.O., Arias A.A., Adiobo A., DeNeve S., Ongena M., Martins J.C., Höfte M. Cyclic lipopeptide-producing *Pseudomonas koreensis* group strains dominate the cocoyam rhizosphere of a *Pythium* root rot suppressive soil contrasting with *P. putida* prominence in conducive soils // Environ. Microbiol. – 2020. – Vol. 22, Iss. 12. – Pp. 5137-5155. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15127>
45. Sreedharan S.M., Rishi N., Singh R. Microbial lipopeptides: properties, mechanics and engineering for novel lipopeptides // Microbiol Res. – 2023. – Vol. 271. – Art. 127363. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127363>
46. Muamgkaew P., De Roo V., Zhou L., Girard L., Cesa-Luna C., Höfte M., De Mot R., Madder A., Geudens N., Martins J.C. Stereomeric lipopeptides from a single non-ribosomal peptide synthetase as an additional source of structural and functional diversification in *Pseudomonas* lipopeptide biosynthesis // Int. J. Mol. Sci. – 2023. – Vol. 24, № 18. – Art. 14302. <https://doi.org/10.3390/ijms241814302>
47. Масленникова С.Н., Каракотов С.Д. Перспективный штамм *Pseudomonas asplenii* 11RW в качестве продуцента для создания биофунгицида // Агрохимический вестник. – 2021. – № 1. – С. 43-47. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-1-008>
48. Chanhnan V., Mazumdar S., Pandey A., Kanwar S.S. *Pseudomonas* lipopeptide: an excellent biomedical agent // Med. Com. Biomaterials and Application. – 2023. – Vol. 2, № 1. – Art. 2e27. <https://doi.org/10.1002/mba.2.27>
49. Железняков С.В., Калинина Т.В., Деева В.К., Лактионов Ю.В., Якоби Л.М. Изучение фосфатмобилизующей способности штаммов *Agrobacterium radiobacter* и *Pseudomonas chlororaphis* ПГ7 *in vitro* // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – № 51 (1). – С. 158-170. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.158rus>
50. Yadav D.R., Adhikari M., Kim S.W., Kim H.S., Lee Y.S. Supression of *Fusarium* wilt by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* and growth promotion on lettuce using bacterial isolates // J. Microbial. Biotechnol. – 2021. – Vol. 31, № 9. – Pp. 1241-1255. <https://doi.org/10.4014/jmb.2104.04026>
51. Badrakia J., Patel K.B., Dhandhukia P., Thakker J.N. Mycoparasitic *Pseudomonas* spp. against infection of *Fusarium chlamydosporum* pathogen in soyabean (*Glycine max*) plant // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2021. – Vol. 54, № 19-20. – Pp. 2160-2170. <https://doi.org/10.1080/03235408.2021.1925433>
52. Collinge D.B., Funck Jense D., Rabiey M., Sarrocco S., Shaw M., Shaw R.H. Biological control of plant diseases – what has been achieved and what is the direction? // Plant Pathology. – 2022. – Vol. 71, № 5. – Pp. 1024-1047. <https://doi.org/10.1111/ppa.13555>
53. Фрумкин Б.Е. Общая сельскохозяйственная политика (март-май 2023) // Европейский союз: факты и комментарии. – 2023. – Вып. 112. – С. 39-44.

BACTERIAL AGENTS AS THE BASIS OF BIOFUNGICIDES EFFECTIVE AGAINST TOXIN-PRODUCING FUNGI OF THE GENUS *FUSARIUM* (REVIEW)

T.M. SIDOROVA, V.V. ALLAKHVERDYAN, A.M. ASATUROVA

(Federal Research Center of Biological Plant Protection)

The review presents information on the biocontrol potential of antagonist bacteria of the genera Bacillus, Pseudomonas and Streptomyces against toxin-producing fungi Fusarium. The harmfulness of Fusarium fungi species complex is that it not only affects grain, reducing the content and quality of protein, its final weight, but also causes contamination with mycotoxins. The ability of fungi of the genus Fusarium to produce mycotoxins is an important factor in the pathogenicity of fungi. Information on the toxicity of deoxynivalenol and zearalenone for humans and animals is presented. Bacteria of the genera Pseudomonas, Bacillus, Streptomyces spp. show antagonistic activity against fungi of the genus Fusarium. In agroecosystems, the most extensive research on bacterial agents for the control of phytopathogenic fungi has focused on antibiosis. The bacteria secrete lipopeptide antibiotics, phenazine derivatives, and other antifungal metabolites to directly inhibit F. graminearum. In addition, beneficial bacteria destroy fungal virulence factors, produce volatile antifungal compounds, and induce systemic plant resistance to phytopathogenic fungi. Biological control mechanisms (antibiosis, competition, hyperparasitism and induced resistance) can act simultaneously, resulting in disease control and therefore reduced mycotoxin contamination. This knowledge facilitates the targeted isolation of bacteria identified as microbiological agents for the biocontrol of phytopathogenic fungi. Understanding the molecular and biochemical basis of biocontrol will facilitate the development of more potent producers of effective biocontrol agents and a better understanding of the mechanisms of biocontrol activity.

Keywords: antagonist bacteria, biocontrol, mycotoxins, antifungal metabolites, pathogenicity, *Bacillus*, *Pseudomonas*.

References

1. Legrand F., Picot A., Cobo-Díaz J.F., Chen W., Le Floch G. Challenges facing the management of *Fusarium* head blight of cereals caused by *F. graminearum*. *Biological Control*. 2017;113:26-38. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.06.011>
2. Dweba C.C., Filgan S., Shimelis H.A., Motang T.E. et al. *Fusarium* head blight of wheat pathogenesis and control strategies. *Crop Protection*. 2017;91:114-122. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.002>
3. Chen C., Turna N.S., Wu F. Risk assessment of dietary deoxynivalenol exposure in wheat products world wide: are new codex DON guidelines adequately protective. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;89:11-25. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.002>
4. Rojas E.C., Jørgensen H.J.L., Jensen B., Collinge D.B. *Fusarium* diseases: biology and management perspectives. In: Oliver R.P. (ed.) *Integrated disease management of wheat and barley*. Cambridge, Great Britain: Burleigh Dodds Science Publ., 2019. <https://doi.org/10.19103/AS.2018.0039.02>
5. Ji F., He D., Olaniran A.O., Mokoena M.P., Xu J., Shi J. Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: a review. *Food Prod Process and Nutr*. 2019;1(6). <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0007-2>
6. Perochon A., Doohan F.M. Trichothecenes and Fumonisin: Key Players in *Fusarium* – Cereal Ecosystem Interactions. *Toxins*. 2024;16(2):90-97. <https://doi.org/10.3390/toxins16020090>

7. Habschied K., Krstanović V., Zdunić Z., Babić J. et al. Mycotoxins biocontrol methods for healthier crops and stored products. *J. Fungi (Basel)*. 2021;7(5):339-348. <https://doi.org/10.3390/jof7050348>
8. Pandit M.A., Kumar J., Gulati S., Bhandari N. et al. Major biological control strategies for plant pathogens. *Pathogens*. 2022;11(2):273. <https://doi.org/10.3390/pathogens11020273>
9. Pavlyushin V.A., Novikova I.I., Boikova I.V. Microbiological control in phytosanitary optimization technologies for agroecosystems: research and practice (review). *Agricultural Biology*. 2020;55(3):421-438. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.421rus>
10. Bonaterra A., Badosa E., Daranas N., Francés J. et al. Bacteria as Biological Control Agents of Plant Diseases. *Microorganisms*. 2022;10(9):1759. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091759>
11. Chen Y., Wang J., Yang N., Wen Z. et al. Wheat microbiome bacteria can reduce virulence of plant pathogenic fungus by altering histone acetylation. *Nat Commun*. 2019;9:3429. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05683-7>
12. Collinge D.B., Jensen D.F., Rabiey M., Sarrocco S. et al. Biological control of plant disease – What has been achieved and what is the direction? *Plant Pathology*. 2022;71:1024-1047. <https://doi.org/10.1111/ppa.13555>
13. Pellan L., Dieye C.A.T., Durand N., Foutana A. et al. Biocontrol agents: toolbox for the screening of weapons against mycotoxigenic *Fusarium*. *Fungi*. 2021;7(6):446. <https://doi.org/10.3390/jof7060446>
14. Gimeno A., Kägi A., Drakopoulos D., Bänziger I. et al. From laboratory to the field: Biological control of *Fusarium graminearum* on infected maize crop residues. *Journal of Applied Microbiology*. 2020;129(3):680-694. <https://doi.org/10.1111/jam.14634>
15. Hadj Brahim A., Ben Ali M., Daoud L., Jlidi M. et al. Biopriming of Durum wheat seeds with endophytic diazotrophic bacteria enhances tolerance to *Fusarium* head blight and salinity. *Microorganisms*. 2022;10(5). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050970>
16. Sidorova T.M., Asaturova A.M., Allakhverdyan V.V. Specific features of antagonism of *Bacillus* bacteria against toxinogenic *Fusarium* fungi in protecting plants against disease and contamination with mycotoxins (review). *South of Russia: Ecology, Development*. 2021;16:86-103. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-4-86-103>
17. Harirchi S., Sar T., Ramezani M., Aliyu H. et al. *Bacillales*: From taxonomy to biotechnological and industrial perspectives. *Microorganisms*. 2022;10(12):2355. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122355>
18. Dutilloy E., Oni F.E., Esmaeel Q., Clément C., Barka E.A. Plant beneficial bacteria as bioprotectants against Wheat and Barley diseases. *Journal of Fungi*. 2022;8(6). <https://doi.org/10.3390/jof8060632>
19. Dimkić I., Janakiev T., Petrović M., Degrassi G., Fira D. Plant-associated *Bacillus* and *Pseudomonas* antimicrobial activities in plant disease suppression via biological control mechanisms – a review. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2022;117:101754. <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2021.101754>
20. Fujita S., Yokota K. Disease suppression by the cyclic lipopeptides iturin A and surfactin from *Bacillus* spp. Against *Fusarium* wilt of lettuce. *J Gen Plant Pathol*. 2019;85:44-48. <https://doi.org/10.1007/s10327-018-0816-1>
21. Allakhverdyan V.V., Sidorova T.M., Asaturova A.M. Promising bacteria strains of the genus *Bacillus* in plant protection against fusariosis and mycotoxin contamination. *South of Russia: Ecology, Development*. 2022;17(2(63)):91-101. (In Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-2-91-101>

22. Palazzini J.M., Dunlep C.A., Bowman M.J., Chuze S.N. *Bacillus velezensis* RC218 as biocontrol agent to reduce *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation: genome sequencing and secondary metabolite cluster profiles. *Microbiological Research*. 2016;192;30-36. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2016.06.002>
23. Palazzini J.M. *Bacillus* species contributions to the management of mycotoxigenic *Fusarium* species in cereals. *Eur J Plant Pathol*. 2023;167:539-550. <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02736-6>
24. Sani A., Qin W. – Q., Li J. – Y., Liu Y. – F. et al. Structural diversity and applications of lipopeptide biosurfactants as biocontrol agents against phytopathogens: a review. *Microbiological Research*. 2024;278:127518. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127518>
25. Lee T., Park D., Kim K., Lim S.M. et al. Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* DA12 showing potent antifungal activity against mycotoxigenic *Fusarium* species. *Plant Pathology Journal*. 2017;33(5);499-507. <https://doi.org/10.5423/PPJ>
26. Ley-López N., Herdía J.B., Martín-Hernández C.S., Gruz-Lachica I. et al. Identification and quantification of lipopeptide homologues induced and produced by *Bacillus amyloliquefaciens*. *Fermentation*. 2023;9(1). <https://doi.org/10.3390/fermentation9110944>
27. Li P., Su R., Yin R., Lai D. et al. Detoxification of Mycotoxins through Biotransformation. *Toxins*. 2020;11. <https://doi.org/10.3390/toxins12020121>
28. Emam A.M., Dunlap C.A. Genomic and phenotypic characterization of *Bacillus velezensis* AMB-y1; A potential probiotic to control pathogens in aquaculture. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2020;113(12);2041-2052. <https://doi.org/10.1007/s10482-020-01476-5>
29. Reyna M., Pia Macor E., Carolina Vilchez A., Laura Villasuso A. Response in barley roots during interaction with *Bacillus subtilis* and *Fusarium graminearum*. *Biological Control*. 2023;179:105128. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105128>
30. Deepa N., Achar P.N., Sreenivasa M.Y. Current perspective of biocontrol agents for management of *Fusarium verticillioides* and its fumonisin in cereals – a review. *Fungi*. 2021;7(9):776-783. <https://doi.org/10.3390/jof7090776>
31. Mulani R., Mehta K., Saraf M., Goswami D. Decoding the mojo of plant-growth-promoting microbiomes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2021;115:101687. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101687>
32. Cantoro R., Palazzini J.M., Yerkovich N., Miralles D.J., Chulze S.N. *Bacillus velezensis* RC218 as a biocontrol agent against *Fusarium graminearum*: Effect on penetration, growth and TRI5 expression in wheat spikes. *BioControl*. 2021;66(2):259-270. <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10062-7>
33. Xu W., Zhang L., Goodwin P.H., Xia M. et al. Isolation, Identification, and complete genome assembly of an endophytic *Bacillus velezensis* YB-130, potential biocontrol agent against *Fusarium graminearum*. *Frontiers in Microbiology*. 2020;11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.598285>
34. Oso S., Walters M., Schlechter R.O., Remus-Emsermann M.N.P. Utilisation of hydrocarbons and production of surfactants by bacteria isolated from plant leaf surfaces. *FEMS Microbiology Letters*. 2019;366(6): fnz061. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz061>
35. Huang R., Feng Z., Chi X., Sun X. et al. Pyrrolnitrin is more essential than phenazines for *Pseudomonas chlororaphis* G05 in its suppression of *Fusarium graminearum*. *Microbiol. Res*. 2018;215:55-64. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.06.008>
36. Flury P., Vesga P., Péchy-Tarr M., Aellen N. et al. Antimicrobial and insecticidal: Cyclic lipopeptides and hydrogen cyanide produced by plant-beneficial *Pseudomonas* Strains CHA0, CMR12a, and PCL1391 contribute to insect killing. *Front. Microbiol*. 2017;100. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00100>
37. Simionato A.S., Navarro M.O.P., Jesus M.L.A., Barazetti A.R. et al. The effect of phenazine-1-carboxylic acid on mycelial growth of *Botrytis cineria*

- produced by *Pseudomonas aeruginosa* LV strain. *Front. Microbial.* 2017;8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01102>
38. Montes-Osuna N., Gómez-Lama Cabanás C., Valverde-Corredor A. et al. Assessing the Involvement of Selected Phenotypes of *Pseudomonas simiae* PICF7 in Olive Root Colonization and Biological Control of *Verticillium dahlia*. *Plants.* 2021;10(2):412. <https://doi.org/10.3390/plants10020412>
39. Allakhverdyan V.V., Sidorova T.M., Temerdashev A.Z., Asaturova A.M., Tomashevich N.S. Study of the effect of bacteria of the genus *Pseudomonas* on the growth and toxin production of the fungus *Fusarium graminearum* in vitro. *South of Russia: Ecology, Development.* 2023;18(4):104-113. (In Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-4-104-113>
40. Guennoc C.M., Rose C., Labbé J., Deveau A. Bacterial biofilm formation on the hyphae of ectomycorrhizal fungi: a widespread ability under controls? *FEMS Microbiology Ecology.* 2018;94: fiy093. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy093>
41. Oni F.E., Geudens N., Adiobo A., Omoboye O.O. et al. Biosynthesis and Antimicrobial Activity of Pseudodesmin and Viscosinamide Cyclic Lipopeptides Produced by *Pseudomonads* Associated with the Cocoyam Rhizosphere. *Microorganisms.* 2020;8(7):1079. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071079>
42. Sheng J., Qin X., Yang X., Liu Q., Ma Z. The biocontrol roles of cyclic lipopeptide putisolvin produced from *Pseudomonas capeferrum* HN2-3 on the *Phytophthora* blight disease in cucumbers. *J Plant Dis Prot.* 2024;131:423-432. <https://doi.org/10.1007/s41348-024-00874-5>
43. Gotze S., Stallforth P. Structure, properties, and biological functions of nonribosomal lipopeptides from *Pseudomonads*. *Nat. Prod. Rep.* 2020;37:29-54. <https://doi.org/10.1039/C9NP00022D>
44. Oni F.E., Geudens N., Onyeka J.T., Olorunleke O.F. et al. Cyclic lipopeptide-producing *Pseudomonas koreensis* group strains dominate the cocoyam rhizosphere of a *Pythium* root rot suppressive soil contrasting with *P. putida* prominence in conducive soils. *Environ. Microbiol.* 2020 <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15127>
45. Sreedharan S.M., Rishi N., Singh R. Microbial lipopeptides: properties, mechanics and engineering for novel lipopeptides. *Microbiol Res.* 2023;271: 127363. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127363>
46. Muamgkaew P., De Roo V., Zhou L., Girard L. et al. Stereomeric lipopeptides from a single non-ribosomal peptide synthetase as an additional source of structural and functional diversification in *Pseudomonas* lipopeptide biosynthesis. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;24(18):14302. <https://doi.org/10.3390/ijms241814302>
47. Maslennikova S.N., Karakotov S.D. A promising strain *Pseudomonas asplenii* 11RW as a source for biofungicide development. *Agrochemical Herald.* 2021;1:43-47 (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-1-008>
48. Chanhon V., Mazumdar S., Pandey A., Kanwar S.S. *Pseudomonas* lipopeptide: an excellent biomedical agent. *Med. Com. Biomaterials and Application.* 2023;2(1):2e27. <https://doi.org/10.1002/mba.2.27>
49. Zheleznyakov S.V., Kalinina T.V., Deeva V.K., Laktionov Yu.V., Jakobi L.M. The study of *Agrobacterium radiobacter* 10 and *Pseudomonas fluorescens* pg7 phosphate-mobilizing abilities in vitro. *Agricultural Biology.* 2022;51(1):158-170. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.158rus>
50. Yadav D.R., Adhikari M., Kim S.W., Kim H.S., Lee Y.S. Suppression of *Fusarium* wilt by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* and growth promotion on lettuce using bacterial isolates. *J. Microbial. Biotechnol.* 2021;31(9):1241-1255. <https://doi.org/10.4014/jmb.2104.04026>

51. Badrakia J., Patel K.B., Dhandhukia P., Thakker J.N. Mycoparasitic *Pseudomonas* spp. against infection of *Fusarium chlamydosporum* pathogen in soyabean (*Glycine max*) plant. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2021;54(19-20):2160-2170. <https://doi.org/10.1080/03235408.2021.1925433>

52. Collinge D.B., Funck Jense D., Rabiey M., Sarrocco S. et al. Biological control of plant diseases – what has been achieved and what is the direction? *Plant Pathology*. 2022;71(5):1024-1047. <https://doi.org/10.1111/ppa.13555>

53. Frumkin B.E. Common Agricultural Policy (March-May 2023). *Evropeyskiy soyuz: fakty i kommentarii*. 2023;112:39-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.1521/eufacts220206470>

Сведения об авторах

Сидорова Татьяна Михайловна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»; 350039, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о 39; тел.: (928) 038–70–12; e-mail: 0166505@mail.ru

Аллахвердян Валерия Вазгеновна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»; 350039, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о 39; тел.: (964) 895–01–07; e-mail: lera_arm@mail.ru

Асатурова Анжела Михайловна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»; 350039, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о 39; тел.: (918) 080–15–72; e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

Information about the authors

Tatyana M. Sidorova, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Microbiological Plant Protection, Federal Research Center of Biological Plant Protection (post office 39, Krasnodar, 350039, Russian Federation); phone: (928) 038–70–12; e-mail: 0166505@mail.ru

Valeria V. Allahverdyan, postgraduate student, Junior Research Associate at the Laboratory of Microbiological Plant Protection, Federal Research Center of Biological Plant Protection (post office 39, Krasnodar, 350039, Russian Federation); phone: (964) 895–01–07; e-mail: lera_arm@mail.ru

Angela M. Asaturova, CSc (Bio), Leading Research Associate at the Laboratory of Microbiological Plant Protection, Federal Research Center of Biological Plant Protection (post office 39, Krasnodar, 350039, Russian Federation); phone: (918) 080–15–72; e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

ПОЛИНОМИАЛЬНАЯ СОПРЯЖЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ЛИНЕЙНОЙ ОЦЕНКИ ЭКСТЕРЬЕРА И УДОЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ГОЛШТИНСКОГО СКОТА

В.В. ГАРТ, С.Г. КУЛИКОВА, О.В. БОГДАНОВА, В.М. НОРКИНА,
Е.В. КАМАЛДИНОВ, А.Ф. ПЕТРОВ

(Новосибирский государственный аграрный университет)

В статье приведен анализ сопряженной изменчивости удоя 1243 коров первой лактации с 18 линейными признаками экстерьерера. Исследования проводились на первотелках высокопродуктивной субпопуляции голштинского скота с удоем свыше 13000 кг на фуражную корову. Средняя продуктивность первотелок за 305 дней лактации составила 10093 кг молока. Связь между удоем и линейными признаками оценивали вычислением рангового коэффициента корреляции Спирмена после корректировки оценочных значений линейных признаков для получения наивысшего ранга животными с оптимальным баллом. Представлена таблица корректировки балльной оценки. Значения рассчитанных коэффициентов корреляции по всем исследованным первотелкам находились в пределах от $-0,06$ до $+0,192$, что характеризует связь как слабую. Анализ корреляций в разных группах продуктивности, варьирующих в пределах от $-0,109$ до $+0,191$, позволил спрогнозировать возможные дальнейшие изменения связи линейных признаков с удоем при отборе на повышение молочной продуктивности. Установлено, что сопряженность удоя с комплексом линейных признаков (ширина задних долей вымени, длина передних долей вымени, высота прикрепления задних долей вымени, рост, обмускуленность, борозда вымени, длина сосков) была в 1,44 раза и более выше, чем связь удоя с любым из 18 исследованных признаков в отдельности. Изложен алгоритм составления комплекса линейных признаков. Приведены и проанализированы графики зависимости удоя от одного и от комплекса линейных признаков. Показаны преимущества прогнозирования удоя первотелок по комплексу линейных параметров по сравнению с использованием одиночного признака экстерьерера. Построена полиномиальная регрессионная модель с высокой точностью аппроксимации ($R^2 = 0,9538$).

Ключевые слова: голштинская порода, первотелки, экстерьер, линейная оценка, продуктивность, удой, корреляция, Западная Сибирь, комплекс линейных признаков, регрессионная модель.

Введение

Показатели молочной продуктивности относятся к важнейшим качествам и улучшаемым признакам крупного рогатого скота молочного направления продуктивности при его разведении. Для получения более продуктивного потомства, приспособленного к конкретным условиям разведения, используется многомерный анализ популяций животных молочных пород в России и в других странах при различных способах и условиях содержания скота [1-3]. Однако отбор исключительно по признакам молочной продуктивности приводит к снижению репродуктивных

качеств [3], устойчивости к заболеваниям и продолжительности хозяйственного использования [4].

Оценка экстерьера сельскохозяйственных животных является одним из важных этапов системы определения их племенной ценности [5-8]. Результаты линейной оценки молочного скота учитываются при расчете ряда общих селекционных индексов [9].

Изучение связи молочной продуктивности с экстерьерными признаками является широко изучаемой темой среди ученых разных стран [10, 11]. Исследователями выявлены связи между удоем и признаками экстерьера. Коэффициент корреляции варьировался от $-0,12$ до $+0,25$ при объеме выборочной совокупности (n) = 24 [12], от $0,03$ до $+0,25$ при n = 159 [13], от $-0,43$ до $+0,28$ при n в разных группах от 85 до 481 [14]. Другие авторы сообщают, что коэффициент корреляции между удоем и линейными признаками имел диапазоны от $-0,14$ (глубина вымени) до $+0,20$ (ширина задних долей вымени) [15] и от $-0,20$ (угол копыта) до $+0,50$ (ширина задних долей вымени) [11].

Многократное изучение связи между показателями продуктивности и экстерьерными признаками на популяциях скота разных стран показало, что несмотря на различия в результатах для каждой исследованной популяции, корреляционная связь остается низкой [4, 16]. При исследовании малых выборок (15 животных) встречалось и значительно большее значение показателя связи. Так, в работе Л.В. Ефимовой с соавт. [17] коэффициент корреляции составил: между удоем и углом копыта – $-0,40$; обмускуленностью – $+0,46$; положением таза – $-0,58$; шириной таза в седалищных буграх – $+0,70$; длиной сосков – $+0,74$.

Изучение особенностей экстерьера имеет значение не только для определения племенной ценности [18] и улучшения желаемых качеств, но и при прогнозировании продуктивности и создании желательного высокопродуктивного типа животных [19, 20]. Для этого целесообразно выбирать признаки с высокой корреляцией [16].

Цель исследований: изучение характера сопряженной изменчивости линейных признаков и их сочетаний с удоем у высокопродуктивного голштинского скота для поиска оптимальной модели раннего прогнозирования молочной продуктивности.

Для достижения поставленной цели были отобраны первотелки высокопродуктивного стада, оцененные по признакам молочной продуктивности и экстерьера. На основании их оценок определялись корреляционные связи, формировались комплексы линейных признаков и строилась регрессионная модель зависимости удоя.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в период 2017-2023 гг. на субпопуляции голштинского скота в Западной Сибири со средним удоем на одну фуражную корову свыше 13000 кг. Оценено 1243 животных первого отела. Средние показатели первотелок за 305 дней лактации составили: по удою – 10093 кг; по содержанию молочного жира – 388 кг.

Оценка 18 линейных признаков туловища, ног и вымени (табл. 1) проводилась по системе А на 30-120-й дни лактации согласно правилам [21] по шкале от 1 до 9 баллов.

Из показателей молочной продуктивности определяли удой, кг, и содержание молочного жира за 305 дней лактации, кг.

Расчет показателей связи линейных признаков с удоем и содержанием молочного жира производили как для всего стада, так и для групп животных с разным уровнем продуктивности. Для этого исследуемое поголовье подразделяли на группы согласно их индивидуальной продуктивности (табл. 2).

Исследуемые признаки линейной оценки экстерьера

Часть тела	Признак линейной оценки и сопоставимость названий в разных источниках
Туловище	рост (высота в крестце) [21, 22]
	глубина туловища [21, 22]
	крепость телосложения [21]
	молочные формы [21] или молочный тип [22]
	длина крестца [21, 22]
	положение таза [21, 22]
	ширина таза [21, 22]
	обмускуленность [21, 22]
Ноги	постановка задних ног (вид сбоку) [21, 22]
	угол копыта [21] или высота пятки [22]
Вымя	прикрепление передних долей вымени [21, 22]
	длина передних долей вымени [21, 22]
	высота прикрепления задних долей вымени [21] или высота задних долей вымени [22]
	ширина задних долей вымени [21, 22]
	борозда вымени [21], или центральная связка [22]
	положение дна вымени [21] или глубина вымени [22]
	расположение передних сосков [21, 22]
	длина сосков [21] или длина передних сосков [22]

Оценку связи между признаками проводили вычислением рангового коэффициента корреляции Спирмена.

Поскольку лучшим считается животное, имеющее не самый высокий, а рекомендуемый балл [22], то для вычисления рангового коэффициента корреляции Спирмена производилась корректировка оценочных значений линейных признаков для получения животными с оптимальным баллом наивысшего ранга (табл. 3). Степень тесноты связи признаков оценивали по шкале Чеддока.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием LibreOffice Calc и языка статистического программирования R.

Таблица 2

Группы животных в зависимости от продуктивности

Номер группы продуктивности	Продуктивность животных группы за 305 дней относительно средней арифметической по 1243-м первотелкам	Количество животных в группе
1	удой выше	633
2	удой ниже	610
3	содержание молочного жира выше	631
4	содержание молочного жира ниже	612
5	удой выше, содержание молочного жира выше	482
6	удой выше, содержание молочного жира ниже	151
7	удой ниже, содержание молочного жира выше	149
8	удой ниже, содержание молочного жира ниже	461

Таблица 3

Преобразование оценки линейных признаков для расчета коэффициента корреляции Спирмена

Признак (рекомендуемое оптимальное значение, балл [22])	Оптимальный балл для исследуемой субпопуляции	Оценка, балл								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		преобразованная оценка								
Положение таза (5-6), обмускуленность, постановка задних ног (вид сбоку) (5), расположение передних сосков (5), длина сосков (5-6)	5	1	2	3	4	5	4	3	2	1
Угол копыта (6-7)	6-7	1	2	3	4	5	6	6	5	4
Положение дна вымени (6-7)	7	1	2	3	4	5	6	7	6	5
Глубина туловища (7), крепость телосложения	7-8	1	2	3	4	5	6	7	7	6
Ширина таза (7-8)	8	1	2	3	4	5	6	7	8	7
Рост, молочный тип (8-9), высота прикрепления задних долей вымени (9), борозда вымени (9), длина крестца (9), ширина задних долей (9), длина передних долей вымени (9), прикрепление передних долей вымени (8-9)	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Результаты и их обсуждение

Значения рангового коэффициента корреляции Спирмена (r_s), отражающие связь линейных признаков с удоем, приведены в таблице 4. Для удобства дальнейшего анализа все строки таблицы были расположены в порядке убывания r_s , вычисленного для всех 1243 исследованных животных (общий коэффициент корреляции). Данные таблицы 4 позволяют проанализировать вклад разнородных групп животных в силу и направление связи, а также прогнозировать изменение среднего значения линейного признака при отборе на повышение удоя (далее – отбор).

Из 9 статистически значимых r_s по всем первотелкам: 5 были из группы, характеризующей вымя, четыре – характеризующей туловище. Значения варьировались от +0,054 до +0,192, что позволяет охарактеризовать связь как слабую. Полученные нами данные подтверждают исследования других ученых, работавших с большими выборками [11-15].

Корреляция, рассчитанная для удоя и ширины задних долей вымени, имела самое высокое значение. Наибольший вклад в величину коэффициента корреляции вносят низкопродуктивные животные: при двухгрупповом делении стада первотелок по удою это 2-я группа, по содержанию жира – 4-я группа, а при четырехгрупповом (и по удою, и по содержанию жира) – 8-я группа. Элиминации из воспроизводства при отборе будут подвергаться в основном особи последней группы, что повлечет за собой возрастание балла за ширину задних долей вымени [23] и снижение общего r_s .

Отрицательный вклад в положительную корреляцию удоя с длиной передних долей вымени вносят животные с низким удоем и высоким содержанием молочного жира (7-я группа). Но их влияние незначительно, поскольку численность составляет всего 12% от общего количества первотелок. В 5-й и 8-й группах r_s равны, а поскольку отбор затронет в первую очередь животных последней группы, то вместе с возрастанием удоя и длины передних долей вымени [23] сопряженная изменчивость будет уменьшаться.

Коэффициенты корреляции, рассчитанные между удоем и двумя линейными признаками (высота прикрепления задних долей вымени и борозда вымени), очень малы только в группах низкопродуктивных коров: по удою (2-я группа) и содержанию молочного жира (4-я группа) – за счет отрицательных r_s (8-я группа). Значение r_s в последней группе является невысоким относительно остальных трех групп (5-й, 6-й и 7-й), поэтому при отборе этот общий коэффициент корреляции изменится не существенно, а балл за линейные признаки скорее всего повысится [23].

Значение r_s удоя и роста в 5-й группе было самым высоким. Объединение ее с остальными группами, имеющими более низкий положительный (8-я) и отрицательные (6-я и 7-я) показатели r_s , снизило общий коэффициент корреляции до 0,095. При элиминации из стада особей 8-й группы произойдет незначительное возрастание и роста [23], и его связи с удоем.

При четырехгрупповом делении животных коэффициенты корреляции удоя и молочных форм сходны в 5-й и 8-й, а также в 6-й и 7-й группах. Последствием отбора будет увеличение балльной оценки за молочные формы [23] на фоне ослабления коррелятивной связи.

Селекция по таким линейным признакам, как обмускуленность, длина сосков, крепость телосложения и угол копыта, проводится не на повышение оценки, как для описанных выше показателей, а на соответствие рекомендуемому баллу (табл. 3), то есть на стабилизацию признака.

Коэффициенты ранговой корреляции между линейными признаками экстерьера и удоем первотелок за 305 дней лактации

№	Линейный признак	r_s															
		Общий	Для группы продуктивности														
			1	2	3	4	5	6	7	8							
1	Ширина задних долей вымени	*** 0,192	*** 0,071	*** 0,144	** 0,125	*** 0,191	*	*** 0,091	*	*** 0,168							
2	Длина передних долей вымени	*** 0,165	* 0,097	0,062	** 0,122	** 0,107	0,085	0,048	-0,143	0,085							
3	Высота прикрепления задних долей вымени	*** 0,118	** 0,106	0,015	** 0,116	-0,006	0,070	0,081	0,153	-0,028							
4	Рост	*** 0,095	0,072	0,002	0,130	0,090	*	*** 0,133	-0,078	0,023							
5	Обмускуленность	*** 0,091	0,066	0,090	0,074	0,095	0,079	0,017	0,042	0,102							
6	Борода вымени	*** 0,091	* 0,091	-0,001	0,099	-0,031	0,042	0,090	0,108	-0,024							
7	Молочные формы	* 0,060	0,017	0,036	0,054	0,085	0,049	-0,014	-0,018	0,046							
8	Длина сосков	* 0,058	0,093	-0,030	0,108	-0,043	0,104	-0,115	-0,038	-0,023							
9	Крепость телосложения	* 0,054	-0,017	0,066	-0,003	0,057	-0,042	0,036	0,070	0,055							
10	Положение дна вымени	0,017	-0,080	0,033	-0,061	0,071	-0,105	0,045	-0,056	0,047							
11	Постановка задних ног (вид сбоку)	0,016	-0,035	0,051	-0,041	0,004	-0,087	0,015	0,004	0,054							
12	Длина крестца	0,008	-0,033	0,009	0,022	0,092	0,019	-0,059	-0,023	0,035							
13	Ширина таза	0,006	-0,013	0,007	-0,058	-0,004	-0,053	0,081	-0,101	-0,006							
14	Положение таза	0,002	0,043	-0,004	0,013	0,068	0,064	0,134	-0,127	0,031							
15	Прикрепление передних долей вымени	-0,009	0,009	-0,055	-0,007	-0,057	-0,053	0,170	-0,029	-0,053							
16	Глубина туловища	-0,019	-0,049	0,031	-0,074	-0,007	-0,100	0,067	0,040	0,027							
17	Угол копыта	-0,032	-0,073	0,045	-0,125	** 0,006	-0,086	-0,005	0,000	0,005							
18	Расположение передних сосков	-0,053	-0,025	-0,010	-0,088	* -0,065	-0,068	0,024	-0,112	-0,019							

* $\alpha < 0,05$.** $\alpha < 0,01$.*** $\alpha < 0,001$.

Наибольшее влияние на повышение связи удою с обмускуленностью оказывают низкопродуктивные животные (наибольшее значение r_s наблюдалось у животных 8-й группы). При отборе связь с удоем будет снижаться, а сам линейный признак почти не изменится [23].

Положительное значение общего r_s между удоем и длиной сосков обусловлено более сильными связями в группах высокопродуктивных животных (1-я, 3-я), основу которых составляют животные, имеющие наибольшую продуктивность сразу по двум показателям продуктивности (5-я группа). Остальные своей обратной связью снижают значение общего r_s почти в 2 раза, но он остается статистически значимым. При отборе средний балл будет стремиться к отклонению от рекомендуемого в сторону укорочения сосков [23], а связь с удоем будет укрепляться.

Положительное направление и величину связи удою и крепости телосложения формируют в основном животные с меньшей продуктивностью (2-я и 4-я группы при двухгрупповом делении стада; 6-я, 7-я и 8-я при четырехгрупповом делении). В высокопродуктивных группах связь является обратной. Поэтому при отборе на повышение удою, на фоне некоторого укрепления телосложения животных [23], общий r_s будет стремиться к нулю.

В 5-й группе животных обращает на себя внимание и статистически значимая обратная связь удою с признаками «Положение дна вымени и глубина туловища». Отбор в меньшей степени затронет эту, самую продуктивную часть животных, поэтому оба линейных признака будут отклоняться от среднего балла по стаду: положение дна вымени понизится, глубина туловища увеличится [23]. Обратная связь этих признаков с удоем возрастет.

По результатам анализа таблицы 4 можно отметить, что выявлена слабая статистически достоверная положительная корреляция с удоем у 9 из 18 линейных признаков. При подразделении животных по продуктивности оказалось, что коэффициент корреляции в разных группах различается по направлению и абсолютному значению. Это дает возможность при отборе предвидеть поведение связи линейных признаков с удоем, а в сочетании с прогнозом изменений в экстерьерном профиле [23] – использовать для подбора быков с качествами, направленными на коррекцию негативного влияния отбора.

Исследования корреляций представляют интерес и в связи с использованием показателей линейной оценки экстерьера для раннего прогнозирования будущей продуктивности животных [19, 20].

В целях изучения зависимости удою от совокупности нескольких линейных признаков (комплекса признаков) для каждого животного суммировали преобразованные баллы (табл. 3) признаков, входящих в комплекс, и вычисляли ранговый коэффициент корреляции с удоем. Первым формировался комплекс из двух признаков с самыми высокими положительными значениями общего r_s (табл. 4), вторым – из трех признаков, и так далее для всех признаков с положительным коэффициентом корреляции.

Сначала происходил рост r_s , который продолжался до суммирования баллов 6 линейных признаков в комплексе 1..6 (рис. 1). При включении в комплекс признака «Молочные формы» значение коэффициента корреляции несколько уменьшилось (комплекс 1..7), а потом снова возросло. Значит, признак «Молочные формы» в отличие от следующих двух снижает степень связи, и его нужно заменить на другой, способный повысить r_s . В результате он был размещен на 9-й позиции (табл. 5), а его место занял следующий за ним признак – «Длина сосков».

В результате максимальное значение коэффициента корреляции между удоем и новым комплексом 1..7 возросло с 0,2796 (рис. 1) до 0,2828 (рис. 2). Полученное значение r_s было в 1,44 раза больше, чем для удою и ширины задних долей вымени, поэтому комплекс можно более эффективно использовать при раннем прогнозировании удою животных по линейным признакам.

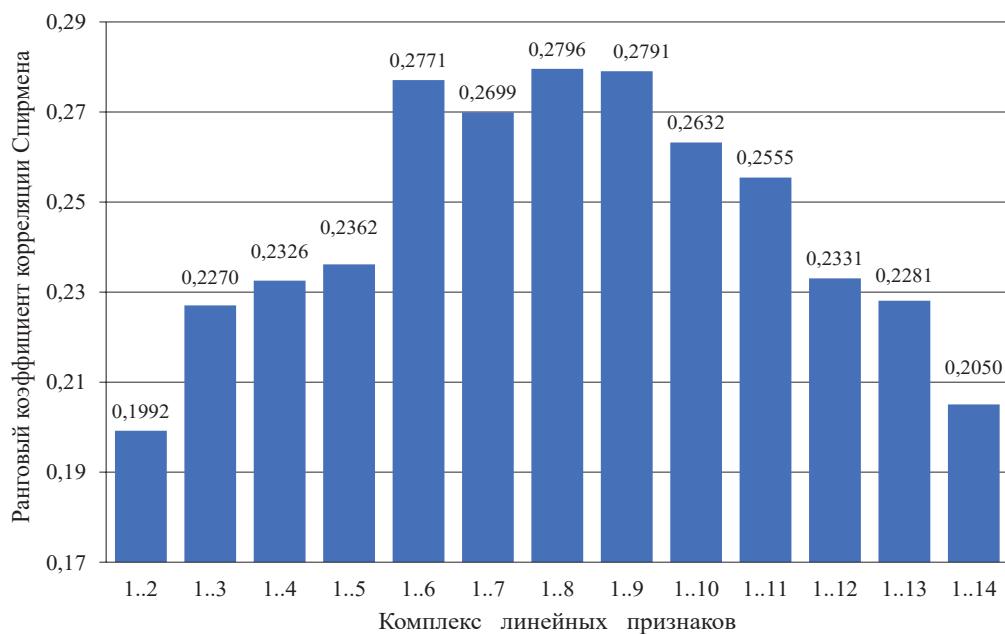


Рис. 1. Изменение значения r_s удоа и комплекса при разном количестве входящих в него линейных признаков

Таблица 5

Измененный порядок линейных признаков для составления комплексов

№	Показатель	Комплекс признаков
1	Ширина задних долей вымени	1..1
2	Длина передних долей вымени	1..2
3	Высота прикрепления задних долей вымени	1..3
4	Рост	1..4
5	Обмускуленность	1..5
6	Борозда вымени	1..6
7	Длина сосков	1..7
8	Крепость телосложения	1..8
9	Молочные формы	1..9
10	Положение дна вымени	1..10
11	Постановка задних ног (вид сбоку)	1..11
12	Длина крестца	1..12
13	Ширина таза	1..13
14	Положение таза	1..14

На рисунке 3 представлен график зависимости удоя первотелок от линейного признака, имеющего максимальный общий r_s (табл. 4). Кривая зависимости охватывает 6 (от 4 до 9 баллов) присутствующих в субпопуляции первотелок градаций факторного признака «Ширина задних долей вымени» при теоретически возможных 9 градаций (от 1 до 9). Диапазон средних значений удоя, соответствующих баллам, составил 1397 кг (от 8890 до 10287).

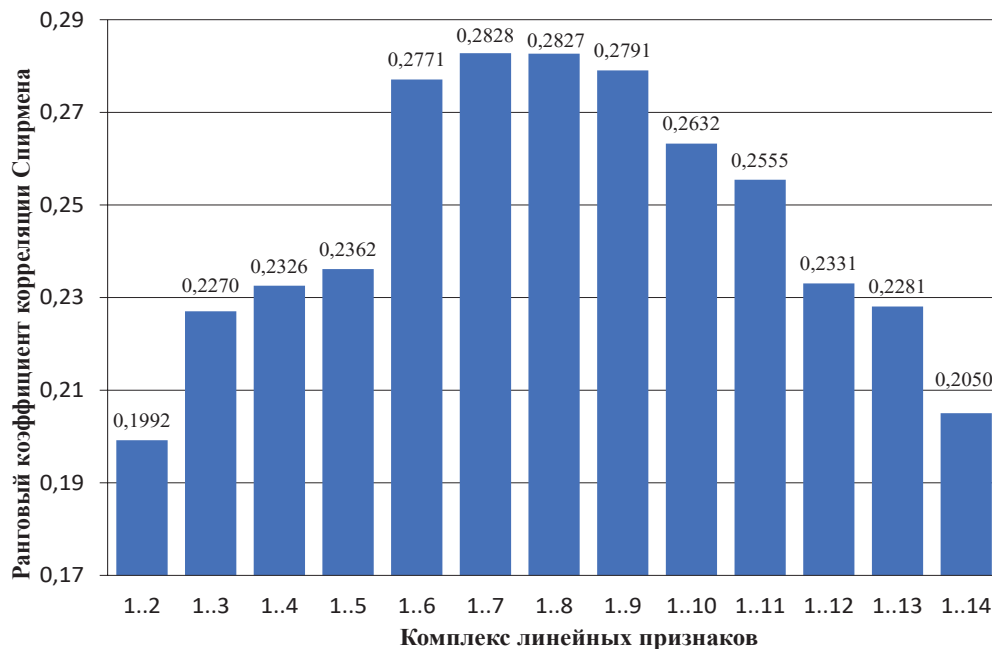


Рис. 2. Изменение значения r_s удоя и комплекса после изменения иерархии линейных признаков

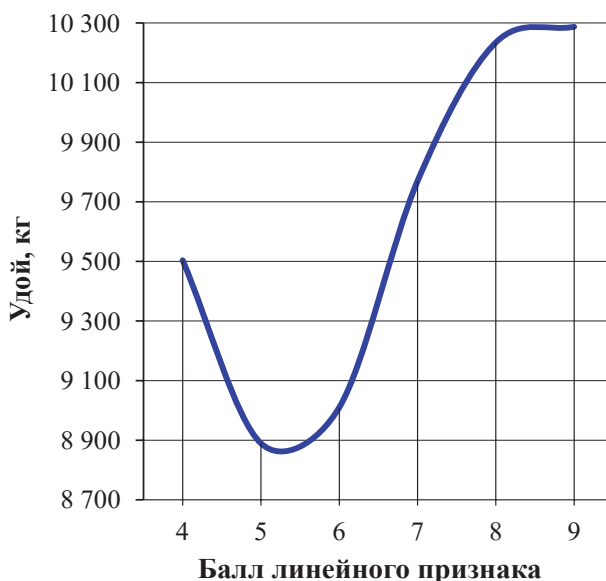


Рис. 3. Зависимость удоя от линейного признака – ширины задних долей вымени

Теоретически комплекс 1..7 может иметь 58 градаций (от 7 до 64 суммарных баллов). Фактически исследуемые животные имели размах от 36 до 55 баллов (20 градаций), то есть располагались во второй половине (от 36 до 64) теоретического диапазона баллов комплекса. Сумму от 56 до 64 баллов не «набрало» ни одно животное, что свидетельствует о потенциале для селекции по линейным признакам экстерьера.

На крайние варианты фактического диапазона пришлось всего по несколько животных (от 1 до 6), поэтому для повышения точности графика они были исключены из выборки. После удаления осталось 12 градаций комплекса (рис. 4), что в 2 раза больше, чем у признака «Ширина задних долей вымени» (рис. 3). При этом разница между лимитами средних значений удоя была в 1,3 раза больше и составила 1760 кг (от 9070 до 10830). По этим отличиям можно заключить, что комплекс 1..7 лучше, чем признак «Ширина задних долей вымени», подходит для прогнозирования удоя первотелок за 305 дней. Анализируя кривую зависимости удоя от комплексного признака, обозначенной черной линией на рисунке 4, можно отметить, что участок, наименее отклоняющийся от прямой линии (от 47 баллов и выше), является наиболее приемлемым для прогнозирования удоя.

Формула линии тренда (красная линия) представляет собой полином третьей степени: $y = 0,3784x^3 - 54,361x^2 + 2742,9x - 38103$. Коэффициент достоверности аппроксимации тренда с графиком (R^2) составил 0,9538, что свидетельствует о высокой точности аппроксимации. Наибольшее совпадение линий наблюдалось на отрезке от 47 баллов и выше.

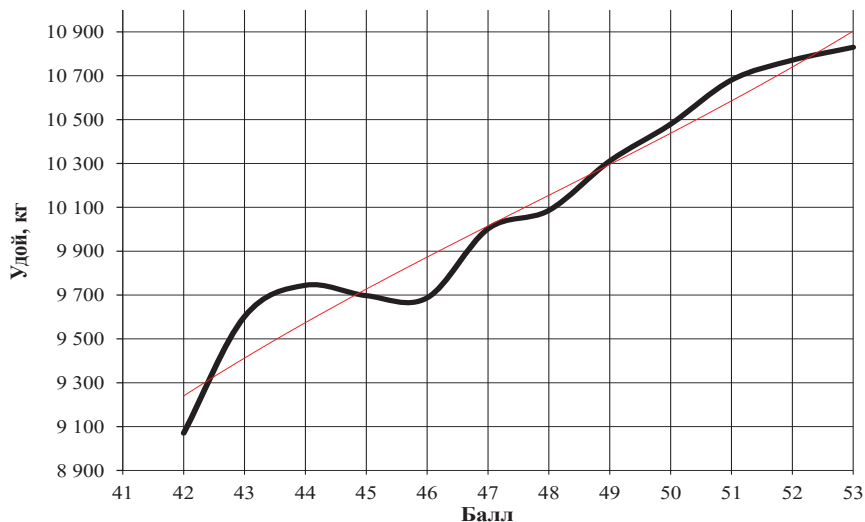


Рис. 4. Зависимость удоя от суммарного балла комплекса линейных признаков 1..7

Выводы

Выявлена слабая взаимозависимость удоя первотелок за 305 дней лактации и признаков линейной оценки (ширина задних долей вымени, длина передних долей вымени, высота прикрепления задних долей вымени, рост, обмускуленность, борозда вымени, молочные формы, длина сосков, крепость телосложения). Коэффициенты ранговой корреляции варьировались в диапазоне от +0,054 до +0,192.

Для формирования стада с максимальным удоем рекомендуется производить отбор по комплексу следующих линейных признаков: ширина задних долей вымени; длина передних долей вымени; высота прикрепления задних долей вымени; рост; обмускуленность; борозда вымени; длина сосков. Корреляция удоя с таким комплексом была в 1,44 раза и более выше, чем связь удоя с каждым признаком в отдельности.

Построена полиномиальная регрессионная модель зависимости удоя от комплекса линейных признаков с высокой точностью аппроксимации ($R^2 = 0,9538$). Модель лучше работает на животных с суммарным баллом 47 и выше.

Работа выполнена по теме Государственного задания № FESF-2023-0016.

Библиографический список

1. Богданова О.В., Камалдинов Е.В., Куликова С.Г. и др. Научно-теоретическое обоснование системы совершенствования селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве Новосибирской области // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (67). – С. 148-155. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-148-155.
2. Petrov A.F., Bogdanova O.V. et al. Clustering of countries based on dairy productivity characteristics of Holstein cattle for breeding material selection / A.F. Petrov, O.V. Bogdanova, K.N. Narozhnykh, E.V. Kamaldinov, K.S. Shatokhin, V.V. Gart, S.G. Kulikova and T.A. Zhigulin // Veterinary World. – 2024. – Vol. 17, № 5. – Pp. 1108-1118. DOI: www.doi.org/10.14202/vetworld.2024.1108-1118
3. Анохин С.М., Жучаев К.В., Иванова О.А. и др. Молочная продуктивность первотелок голштинской и симментальской пород с разным уровнем воспроизводительных качеств // Вестник ИРГСХА. – 2019. – № 93. – С. 121-130.
4. Madrid S., Echeverri J. Association between conformation traits and productive performance in Holstein cows in the department of Antioquia, Colombia // Veterinaria y Zootecnia. – 2014. – Vol. 8, № 1. – Pp. 35-47.
5. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F. et al. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle // J Dairy Sci. United States. – 2017. – Vol. 100, № 12. – Pp. 10251-10271. DOI: 10.3168/jds.2017-12968.
6. Cole J., Eaglen S., Maltecca C. et al. The future of phenomics in dairy cattle breeding // Animal Frontiers. – 2020. – Vol. 10, № 2. – Pp. 37-44. DOI: 10.1093/af/vfaa007.
7. Богданова О.В., Гарт В.В., Куликова С.Г. и др. Различия между странами по признакам линейной оценки экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 8. – С. 59-64. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-8-59.
8. Куликова С.Г., Богданова О.В., Гарт В.В. и др. Связь между признаками линейной оценки экстерьера голштинских коров // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VII Национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, г. Новосибирск, 26 февраля 2024 г. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 389-392.
9. Toghiani S., VanRaden P.M. National Index Correlations and Actual vs. Expected Use of Foreign Sires // Leeuwarden, The Netherlands. – 2021. – Vol. 56. – Pp. 52-59.
10. Sartori C., Guzzo N., Mazza S. et al. Genetic correlations among milk yield, morphology, performance test traits and somatic cells in dual-purpose Rendena breed // Animal. – 2018. – Vol. 12, № 5. – Pp. 906-914. DOI: 10.1017/S1751731117002543
11. Dahiya S., Kumar S., Kumar M. Current status of research on linear type traits in Indian cattle and future strategies // Tropical Animal Health and Production. – 2020. – Vol. 52. – Pp. 2221-2232. DOI: 10.1007/s11250-020-02302-w.
12. Батанов С.Д., Шайдуллина М.М. Продуктивные качества и экстерьерные особенности коров черно-пестрой породы разных линий // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 239, № 3. – Pp. 29-34. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-239-3-29-35.

13. *Batanov S.D., Baranova I., Starostina O.* Innovative methods in study of animal's conformation // *Bulg. J. Agric. Sci.* – 2020. – Vol. 26, № 6. – Pp. 1286-1291.
14. *Цидик О.Н.* Взаимосвязь молочной продуктивности с линейной оценкой экстерьера // *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины».* – 2019. – Т. 55, № 3. – С. 158-162.
15. *Misztal I., Lawlor T., Short T. et al.* Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model // *Journal of Dairy Science.* – 1992. – Vol. 75, № 2. – Pp. 544-551.
16. *Ismael H., Janković D., Stanojević D. et al.* Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows // *Revista Brasileira de Zootecnia.* – 2021. – Vol. 50. – Pp. 1-10. DOI: 10.37496/rbz5020200121.
17. *Ефимова Л.В., Кулакова Т.В., Иванова О.В., Иванов Е.А.* Взаимосвязь между признаками линейной оценки экстерьера и молочной продуктивностью коров // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета.* – 2017. – № 3 (44). – С. 115-124.
18. *Петров А.Ф., Камалдинов Е.В., Панферова О.Д. и др.* Моделирование объема туловища по линейным признакам скота ирменского типа // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* – 2020. – Т. 50, № 6. – С. 106-114. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-6-12.
19. *Xue X., Hu H., Zhang J. et al.* Estimation of genetic parameters for conformation traits and milk production traits in Chinese Holsteins // *Animals.* – 2022. – Vol. 13, № 1. – Pp. 1-12. DOI:10.3390/ani13010100
20. *Narozhnykh K., Kamaldinov E., Bogdanova O. et al.* Prediction of Milk Productivity Based on Conformation Traits in Cows // *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences.* – 2023. – Vol. 24, № 6. – Pp. 521-529.
21. *Правила оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород.* – М.: МСХиП, Департамент животноводства и племенного дела, 1996. – 14 с.
22. *Методика оценки телосложения крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности.* – М.: МСХ РФ, 2017. – 24 с.
23. *Гарт В.В., Ефремова О.В., Куликова С.Г. и др.* Характеристика линейного профиля первотелок голштинской породы разной продуктивности в условиях промышленного комплекса // *Достижения науки и техники АПК.* – 2024. – Т. 38, № 3. – С. 45-15. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_3_45.

POLYNOMIAL CONJUGATE VARIABILITY OF TRAITS OF LINEAR ASSESSMENT OF THE EXTERIOR AND MILK YIELD OF HIGHLY PRODUCTIVE HOLSTEIN CATTLE

V.V. GART, S.G. KULIKOVA, O.V. BOGDANOVA,
V.M. NORKINA, E.V. KAMALDINOV, A.F. PETROV

(Novosibirsk State Agrarian University)

The conjugate variability of milk yield of 1243 first lactation cows with 18 linear exterior traits was analyzed. The research was carried out on the first-calf heifers of a highly productive subpopulation of Holstein cattle with milk yield of over 13000 kg per forage cow. The average

productivity of the first-calf heifers for 305 days of lactation was 10093 kg of milk. The relationship between milk yield and linear traits was assessed by calculating the Spearman's correlation coefficient after adjusting the estimated values of the linear traits to obtain the highest rank of animals with an optimal score. The table of score adjustments is presented. The values of the calculated correlation coefficients for all the studied first-calf heifers ranged from 0.06 to +0.192, which characterizes the relationship as weak. The analysis of correlations in different productivity groups, ranging from 0.109 to +0.191, made it possible to predict possible further changes in the relationship between linear traits and milk yield when selecting for increased milk productivity. It was found that the conjugacy of milk yield with a complex of linear traits (Rear Udder Width, Fore Udder Length, Rear Udder Height, Stature, Muscularity, Udder Cleft, Teat Length) was 1.44 or more times higher than the relationship of milk yield with any of the eighteen studied traits separately. The algorithm for creating a complex of linear traits is described. Graphs of milk yield dependence on one and on a complex of linear traits are presented and analyzed. The advantages of predicting the milk yield of the first-calf heifers by a set of linear parameters are shown in comparison with using a single trait of the exterior. The polynomial regression model with high approximation accuracy ($R^2=0.9538$) is constructed.

Keywords: Holstein breed, first-calf heifers, exterior, linear assessment, productivity, milk yield, correlation, Western Siberia, complex of linear features, regression model.

References

1. Bogdanova O.V., Kamaldinov E.V., Kulikova S.G., Garth V.V. et al. Scientific and theoretical substantiation of the system of improving selection and breeding work in dairy cattle breeding in the Novosibirsk region. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023;2(67):149-155. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-149-155>
2. Petrov A.F., Bogdanova O.V., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V. et al. Clustering of countries based on dairy productivity characteristics of Holstein cattle for breeding material selection. *Veterinary World*. 2024;17(5):1108-1118. <https://doi.org/www.doi.org/10.14202/vetworld.2024.1108-1118>
3. Anokhin C.M., Zhuchayev K.V., Ivanova O.A., Ejler A.I., Kochneva M.L. Milk productivity of the first-calf calving heifers of Holstein and Simmental breeds with different level of reproductive qualities. *Vestnik IrGSHA*. 2019;93:121-130. (In Russ.)
4. Madrid S., Echeverri J. Association between conformation traits and productive performance in Holstein cows in the department of Antioquia, Colombia. *Veterinaria y Zootecnia*. 2014;8(1):35-47. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2014.8.1.3>
5. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F., Brito L.F. et al. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J Dairy Sci. United States*. 2017;100(12):10251-10271. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12968>
6. Cole J., Eaglen S., Maltecca C., Mulder H.A., Pryce J.E. The future of phenomics in dairy cattle breeding. *Animal Frontiers*. 2020;10(2):37-44. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa007>
7. Bogdanova O.V., Gart V.V., Efremova O.V., Kulikova S.G. et al. Differences between countries in terms of linear assessment of the conformation of Holstein cattle. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2024;38(3):64-70. (In Russ.) <https://doi.org/10.53859/02352451-2023-37-8-59>
8. Kulikova S.G., Bogdanova O.V., Gart V.V., Petrov A.F. et al. Relationship between the traits of a linear assessment of the exterior of Holstein cows. *VII natsionalnaya (vserossiyskaya) nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem "Teoriya i praktika sovremennoy agrarnoy nauki"*. February 26, 2024. Novosibirsk, Russia: Zolotoy kolos, 2024:389-392. (In Russ.)

9. Toghiani S., VanRaden P.M. National Index Correlations and Actual vs. Expected Use of Foreign Sires. *ICAR-Interbull Conference, April 26, 2021*. Leeuwarden, the Netherlands. 2021;56:52-59.
10. Sartori C., Guzzo N., Mazza S., Mantavani R. Genetic correlations among milk yield, morphology, performance test traits and somatic cells in dual-purpose Rendena breed. *Animal*. 2018;12(5):906-914. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002543>
11. Dahiya S., Kumar S., Kumar M. Current status of research on linear type traits in Indian cattle and future strategies. *Tropical Animal Health and Production*. 2020;52:2221-2232. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02302-w>
12. Batanov S.D., Shaydullina M.M. Productive qualities and exterior features of black-and-white breeds cows of different lines. *Uchenye zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoy Akademii Veterinarnoy Meditsiny im. N.E. Baumana*. 2019;2399(3):29-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-29-35>
13. Batanov S.D., Baranova I., Starostina O. Innovative methods in study of animal's conformation. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2020;26(6):1286-1291.
14. Tsidik O.N. Correlation of dairy productivity with linear exterior evaluation. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny*. 2019;55(3):158-162. (In Russ.)
15. Misztal I., Lawlor T., Short T., VanRaden P.M. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *Journal of Dairy Science*. 1992;75(2):544-551. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77791-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77791-1)
16. Ismael H., Janković D., Stanojević D., Bogdanović V. et al. Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2021;50:1-10. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200121>
17. Efimova L.V., Kulakova T.V., Ivanova O.V., Ivanov E.A. Relation between linear assessment of exterior and cows' milk productivity. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2017;3(44):115-124. (In Russ.)
18. Petrov A.F., Kamaldinov E.V., Panferova O.D., Efremova O.V., Rogozin V.A. Body volumemodelingbylinearfeaturesoftheIrmmentypecattle. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2020;50(6):106-114. (In Russ.) <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-6-12>
19. Xue X., Hu H., Zhang J., Ma Y. et al. Estimation of genetic parameters for conformation traits and milk production traits in Chinese Holsteins. *Animals*. 2022;13(1):1-12. <https://doi.org/10.3390/ani13010100>
20. Narozhnykh K., Kamaldinov E., Bogdanova O., Kulikova S., Petrov A. Prediction of Milk Productivity Based on Conformation Traits in Cows. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2023;24(6):521-529.
21. *Rules for evaluating the physique of the daughters of dairy and meat-producing bulls*. Moscow, Russia: MSKHiP, Departament zhivotnovodstva i plemennogo dela, 1996:14. (In Russ.)
22. *Method of assessment of dairy and dual-purpose cattle*. Moscow, Russia: MSKh RF; 2017:24. (In Russ.)
23. Gart V.V., Efremova O.V., Kulikova S.G., Bogdanova O.V. et al. Characteristics of the linear profile of Holstein heifers of different productivity under the conditions of the industrial complex. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2024;38(3):45-50 (In Russ.) https://doi.org/10.53859/02352451_2024_38_3_45

Сведения об авторах

Гарт Владимир Владимирович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии пищевых производств и индустрии питания, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: gvlvl@yandex.ru; тел.: (983) 306–58–32

Куликова Светлана Геннадьевна, д-р биол. наук, профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: kulikovasg@yandex.ru; тел.: (913) 953–94–45

Богданова Ольга Валерьевна, старший преподаватель кафедры частной зоотехнии и кормления, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: firstfloor75@yandex.ru; тел.: (923) 150–61–51

Норкина Виолетта Михайловна, студент магистратуры ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: violetta.norkina@gmail.com; тел.: (996) 379–93–29

Камалдинов Евгений Варисович, д-р биол. наук, заведующий кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: ekamaldinov@yandex.ru; тел.: (913) 923–66–33

Петров Алексей Федорович, заведующий лабораторией прикладной биоинформатики, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; e-mail: alex@nsau.edu.ru; тел.: (952) 933–82–54

Information about the authors

Vladimir V. Gart, DSc (Ag), Professor at the Department of Food Technology and Catering Industry, Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolyubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation); phone: (913) 953–94–45; e-mail: gvlvl@yandex.ru

Svetlana G. Kulikova, DSc (Bio), Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolyubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation); phone: (983) 306–58–32; e-mail: kulikovasg@yandex.ru

Olga V. Bogdanova, Senior Lecturer at the Department of Private Animal Science and Feeding, Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolyubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation); phone: (923) 150–61–51; e-mail: firstfloor75@yandex.ru

Violetta M. Norkina, Master's Degree student, Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolyubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation); phone: (996) 379–93–29; e-mail: violetta.norkina@gmail.com

Evgeniy V. Kamaldinov, DSc (Bio), Head of the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolyubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation); phone: (913) 923–66–33; e-mail: ekamaldinov@yandex.ru

Aleksey F. Petrov, Head of the Laboratory of Applied Bioinformatics, Novosibirsk State Agrarian University (160 Dobrolyubova St., Novosibirsk, 630039, Russian Federation); phone: (952) 933–82–54; e-mail: alex@nsau.edu.ru

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ И УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ПИОМЕТРЫ У СОБАК

Е.К. САЛАГАЕВА, Г.П. ДЮЛЬГЕР, С.В. АКЧУРИН, И.В. АКЧУРИНА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Работа посвящена исследованию основных клинических, лабораторных и эхографических проявлений пиометры у собак и оценке их значимости в диагностике открытой и закрытой формы заболевания. Установлено, что открытая клиническая форма пиометры встречается значительно чаще (77,78% против 22,22%), чем закрытая. Патологические выделения из половой щели служат кардинальным симптомом открытой формы пиометры, позволяющим четко ее дифференцировать от закрытой формы. Общими системными клиническими и лабораторными проявлениями открытой и закрытой форм пиометры являются плохой аппетит, вялость, полиурия/полидипсия, гипертермия, гипотермия, нейтрофильный лейкоцитоз и моноцитоз. При закрытой форме пиометры значительно чаще регистрируются лейкопения, нейтропения и лимфоцитопения. Комплексное УЗИ (в В- и D-режимах) – широкодоступный и высокоинформативный метод диагностики пиометры у сук. Ультразвуковые исследования в В-режиме обеспечивают возможность визуально определить наличие воспалительных альтераций в матке. Так, возможно определение дилатации просвета рогов матки гипоехогенным содержимым (гной), увеличения толщины стенок матки и/или наличия различного размера образований в эндометрии по типу кист. Исследование же в D-режиме позволяет по параметрам кровотока матки судить о природе и активности патологического процесса. Нарушения в гемодинамике матки при закрытой форме пиометры, как правило, более выражены, чем при открытой клинической форме болезни.

Ключевые слова: собаки, пиометра, клиническая, лабораторная и ультразвуковая диагностика.

Введение

Пиометра у собак является широко распространенной патологией и несет потенциальный риск для их здоровья и жизни. При выявлении пиометры больным нередко требуется неотложная ветеринарная помощь [1, 3, 5, 10, 15, 20, 21]. Риск ее развития у собак к 10-летнему возрасту составляет примерно 20%, или 199 случаев в расчете на 10 тыс. сук в год [10, 11].

В подавляющей массе эпизодов данная патология развивается у собак в стадию диэструса при контаминации утеральной полости условно-патогенной микрофлорой, снижении локального иммунитета и характеризуется объемным увеличением рогов матки ввиду железисто-кистозной гиперплазии эндометрия, с последующим развитием воспаления и скопления гноя в утеральной полости [1, 5, 10, 16, 21].

В основе диагностики пиометры лежат сбор анамнестических данных, проведение клинического, гинекологического и инструментального осмотра и оценка показателей лабораторных исследований. Особое место среди инструментальных методов диагностики пиометры занимают ультразвуковые исследования (УЗИ) внутренних половых органов [1-6, 9, 13, 15, 18]. При УЗ-сканировании идентифицируют полостную структуру матки с жидкостным содержимым и эхогенными включениями средней или высокой плотности. Применение эхографического исследования в В-режиме позволяет обеспечить практически 100%-ную достоверность

при постановке клинического диагноза «Пиометра» [1-5, 9, 15, 18]. Важно помнить при интерпретации результатов УЗИ об ассоциации скопления подобного рода содержимого в утеральной полости с прочими патологиями матки: мукометрой, гидрометрой или гемометрой [10, 11].

Допплерометрическое исследование сосудов матки, по-видимому, имеет немаловажное значение при проведении диагностики и дифференциальной диагностики пиометры. По имеющимся сообщениям, применение визуальной эхографии в комплексе доплерографией сосудов матки повышает диагностические возможности УЗИ (ультразвукового исследования) и придает методу большую объективность [7, 8, 14, 19]. В то же время в имеющихся источниках литературы было определено единственное упоминание [8] целенаправленно проведенной сравнительной оценки особенностей нарушения гемодинамики матки у собак с открытой или закрытой формой пиометры.

Цель исследований: определить основные клинические, лабораторные и эхографические проявления пиометры у собак и их значение в дифференциальной диагностике открытой и закрытой форм патологии матки.

Материал и методы исследований

Работа проведена в период с сентября 2020 г. по май 2024 г. на кафедре и в лабораториях ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в ООО «АлисаВет» и ООО «Международный центр репродукции и здоровья животных «Ковчег».

Диагноз на пиометру ставили комплексно, исходя из данных анамнеза, клинико-гинекологического осмотра, трансабдоминального ультразвукового исследования репродуктивных органов сук, ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) утеральных сосудов и согласно результатам лабораторной диагностики (общий клинический и биохимический анализы крови).

При сборе жалоб владельцев на состояние здоровья питомцев собирались сведения об их возрасте, о принадлежности к полу, породе, массе тела, данные о вакцинации, дегельминтизации, акушерско-гинекологическом анамнезе, продолжительности и особенностях клинического течения и проявления заболевания. При проведении клинического осмотра оценивали общее состояние больных собак, устанавливали температуру тела, частоту и ритм дыхания, пульсовой волны. При экзаменации наружных половых органов сук определяли характер выделений из половой щели (истечения не определялись при закрытой форме заболевания).

Ультразвуковое исследование (УЗИ в комплексе с УЗДГ) репродуктивных органов брюшной полости собак проводили на цифровом УЗ-сканере Mindray Vetus 7 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Китай) с использованием высокочастотных ветеринарных трансабдоминальных датчиков: микроконвексного C11-3s (2,6-12,8 МГц, 15 мм) и линейного L12-4s (4,4-13,5 МГц, 38 мм, 192 эл) в стандартном дорсальном положении.

Эхографическими ориентирами при определении места расположения левого и правого яичников служили каудальный полюс левой и правой почки, тела и бифуркации (раздвоения) матки, мочевого пузыря соответственно.

При сканировании внутренних половых органов в В-режиме (серошкальное исследование) определяли характер и объем жидкостного содержимого в утеральной полости (при его наличии), особенности эхоструктуры, толщину и внутренний контур эндометрия, наличие внутриматочных или внутристеночных образований. Проводилось измерение наружного диаметра, толщины стенки и внутреннего диаметра

просвета полости тела и/или рогов матки, см. Дополнительно оценивались наличие свободной жидкости или газа в брюшной полости и/или в полости овариальной бурсы и другие косвенные ультразвуковые признаки перфорации стенки матки или ретроградного рефлюкса гнойного содержимого матки в овариальную бурсу.

Для определения особенностей кровотока матки при пиометре проводили импульсно-волновую доплерографию (PW) обеих маточных артерий у 15 больных собак с открытой и у 10 собак с закрытой формами заболевания. Группу сравнения составили 10 здоровых собак в стадии диэструса. При сканировании в режиме PW (рис. 1) автоматически рассчитывались максимальная (пиковая систолическая) и минимальная (пиковая диастолическая) скорости кровотока (индексы кровотока PSV и EDV соответственно), а также индексы сопротивления (резистентности) (RI) и систолодиастолического отношения (S/D).

Для лабораторного исследования периферической крови с соблюдением принятых правил асептики и антисептики проводилась венепункция вены сафена или подкожной вены предплечья с забором крови в пробирки с антикоагулянтom и активатором свертывания соответственно. Морфологический состав крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов), распределение лейкоцитарной формулы, уровня гемоглобина, гематокрита, эритроцитарных индексов определяли автоматически на гематологическом анализаторе класса 3-diff Mindray BC-2800 Vet (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Китай). У исследуемых собак в крови на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well 2910V (Awareness Tehnology, США) определяли сывороточное содержание основных показателей (ALT, AST, ALP, BUN, CREA, TBil, GLU), белковую фракцию (TP, ALB, Glob), электролитный (Na, K, Cl) и минеральный (Pi и iCa) состав крови.

Статистический анализ полученных данных был осуществлен методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Office Excel 2016. Достоверными считались показатели при $p < 0,05$.

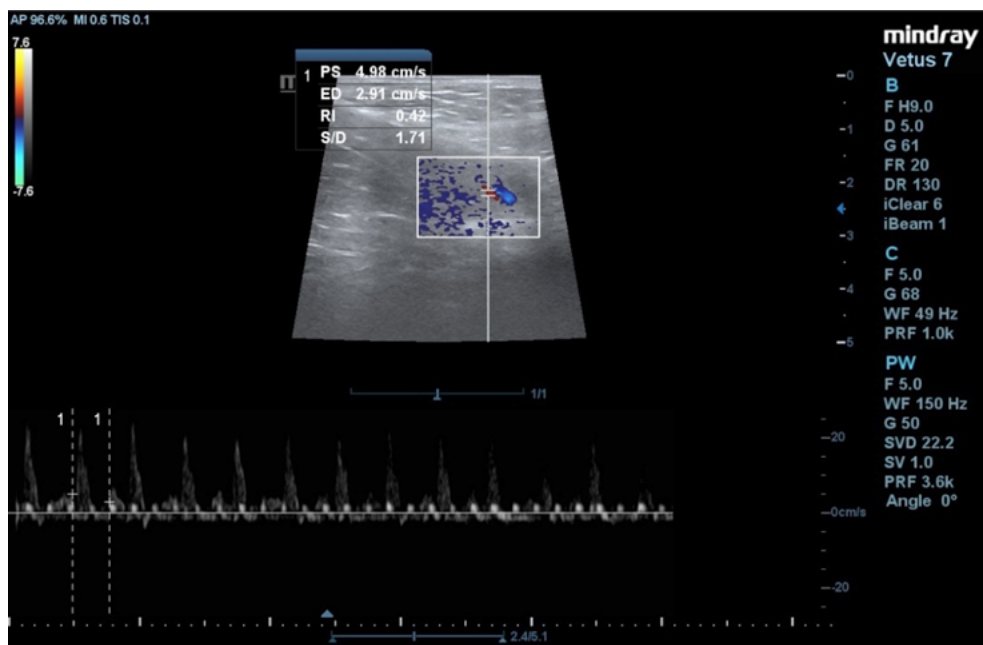


Рис. 1. Допплерометрическая оценка показателей гемодинамики маточной артерии у больной собаки с пиометрой (автоматический подсчет индексов кровотока)

Результаты и их обсуждение

Исследования проводились в отношении 54 собак с пиометрой. По результатам комплексного обследования диагностированы две клинические формы заболевания: открытая и закрытая. Открытая форма пиометры встречалась в 3,5 раза чаще (77,78% против 22,22%; $P < 0,001$), чем закрытая, что совпадает с данными большинства исследователей [7, 9, 10, 13, 17].

Кардинальным симптомом, позволившим четко отдифференцировать открытую форму пиометры от закрытой, являлись выделения из половой щели: гнойные, слизисто-гнойные или гнойно-геморрагические. Стоит отметить, что практически у каждой пятой собаки с открытой формой пиометры (7 случаев, или 20,59%) патологические выделения из влагалища являлись единственным клиническим проявлением заболевания. Выявленные владельцами собак и диагностированные соответственно при первичном клинико-гинекологическом обследовании на приеме у ветеринарного специалиста обильные вагинальные выделения определены у подавляющего большинства больных животных (78,57%, или 33 случая), тогда как скудные – у 9 собак (21,43%).

Типичными общими проявлениями открытой и закрытой форм пиометры (табл. 1), позволившими заподозрить данную патологию, были плохой аппетит, вялость, полиурия/полидипсия, гипер-/гипотермия, тахикардия, тахипноэ, умеренное или выраженное увеличение живота в объеме, выявление объемного образования в брюшной полости, болезненность и напряжение мышц брюшной стенки при пальпации.

Наиболее часто у больных с открытой и закрытой формами пиометры наблюдали плохой аппетит (73,81% против 75,0%) и вялость (52,38/66,67%), крайне редко и примерно с одинаковой частотой – гипотермию (7,14/8,33%) и констипацию (2,38/8,33%). Вместе с тем при закрытой форме пиометры значительно чаще регистрировали полиурию/полидипсию (75,0/40,4%; $P = 0,03$), умеренное или выраженное увеличение живота в объеме (66,67/14,29%; $P < 0,001$), тахикардию (75,0/23,81%; $P < 0,001$), тахипноэ (58,3/23,81%; $P = 0,02$), и несколько больше – гипертермию (41,67/16,67%). При этом у больных собак с закрытой формой пиометры при трансабдоминальной пальпации живота практически в 3 раза чаще (50,0/16,67%; $P = 0,02$) удавалось выявить наличие объемного образования в брюшной полости. Описанные нами особенности клинического проявления открытой и закрытой форм пиометры сопоставимы с имеющимися данными в источниках литературы [7, 10].

Показатели морфологического состава крови исследованных собак с учетом формы заболевания представлены в таблице 2.

При анализе средних значений таблицы 2 установлено практически полное сопоставление показателей морфологического состава крови больных сук с открытой и закрытой формами пиометры, тогда как средние величины гематокрита, концентрации эритроцитов, гемоглобина, содержания HGB в эритроцитах, тромбоцитов, лимфоцитов, эозинофилов и базофилов находились в пределах референсных значений. Клинически значимые отклонения от нормы, свидетельствовавшие о развитии системной воспалительной реакции у больных собак с открытой и закрытой формами пиометры, зафиксированы в популяции лейкоцитов и, в частности, нейтрофилов и моноцитов.

При раздельном анализе гемограмм у собак с открытой формой пиометры (табл. 3) наиболее часто регистрировали лейкоцитоз (у 64% больных), эритропению (36%), тромбоцитоз (21%), эритроцитоз (19%), моноцитоз (17%), лимфоцитоз (7,0%), и крайне редко – лейкопению и базофилию (по 2% случаев).

Таблица 1

**Структура клинических проявлений пиометры у больных собак
согласно клиническим формам**

Клинические проявления	Форма пиометры				Точный тест Фишера
	открытая		закрытая		
	№	%	N	%	
Плохой аппетит	31	73,81	9	75,0	0,93*
Вялость	22	52,38	8	66,67	0,38*
Гипертермия	7	16,67	5	41,67	0,07*
Гипотермия	3	7,14	1	8,33	0,89*
Полиурия/полидипсия	17	40,4	9	75,0	0,03**
Умеренное или выраженное увеличение живота в объеме	6	14,29	8	66,67	<0,001**
Выявление объемного образования в брюшной полости при пальпации	7	16,67	6	50,0	0,02**
Болезненность и напряжение мышц брюшной стенки при пальпации	19	45,24	7	58,33	0,42*
Рвота	8	19,05	4	33,33	0,29*
Тахипноэ	10	23,81	7	58,3	0,02**
Тахикардия	10	23,81	9	75,0	<0,001**
Констипация	1	2,38	1	8,33	0,34*

Примечание. n – число наблюдений.

*Различия не являются статистически значимыми.

**Различия статистически значимы ($P \leq 0,05$).

Спектр гематологических нарушений у собак с закрытой формой пиометры был более разнообразным. Наряду с нейтрофильным лейкоцитозом (58%), эритропенией (25%) и тромбоцитозом (17%) при закрытой форме пиометры у больных собак гораздо чаще диагностировали лимфопению (33%), моноцитоз (33%), лейкопению (25%), нейтропению (25%) и базофилию (25,0%).

Результаты биохимического исследования сыворотки крови больных собак с открытой и закрытой формами пиометры отражены в таблице 4.

Таблица 2

**Показатели общего клинического анализа крови исследованных собак
с открытой и закрытой формами заболевания ($M \pm m$, min-max)**

Показатель, единицы измерения	Форма пиометры		Референсные значения
	открытая (n = 42)	закрытая (n = 12)	
Эритроциты (RBC), $\times 10^{12}$ кл/л	6,46 $\pm$ 5,98 (3,42-11,24)	6,74 $\pm$ 0,60 (3,96-11,94)	6,4-12,2
Гемоглобин (HGB), г/л	134,57 $\pm$ 6,09 (58-256)	132,83 $\pm$ 10,21 (82-190)	98-162
Гематокрит (HCT), %	39,24 $\pm$ 1,92 (17,2-83,1)	39,56 $\pm$ 2,36 (26,7-53,3)	30,3-52,3
Средний объем эритроцита (MCV), фл	64,13 $\pm$ 1,37 (41,7-78,1)	61,87 $\pm$ 2,44 (43,2-70,4)	35,9-53,1
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), пг	22,54 $\pm$ 0,36 (16,3-26,8)	22,45 $\pm$ 1,80 (18,2-25,6)	11,8-17,3
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), г/л	340,95 $\pm$ 4,89 (289-390)	339,33 $\pm$ 11,05 (292-380)	281-358
Показатель анизоцитоза эритроцитов (RDW)	14,72 $\pm$ 0,34 (10,4-20,3)	15,33 $\pm$ 0,53 (12,9-18,5)	11,0-15,5
Тромбоциты (PLT), 10^9 кл/л	324,59 $\pm$ 25,26 (63-663)	295,42 $\pm$ 46,82 (68-617)	151-600
Лейкоциты (WBC), $\times 10^9$ кл/л	24,53 $\pm$ 3,64 (5,70-97,53)	24,16 $\pm$ 8,39 (2,8-109,46)	2,87-17,02
Нейтрофилы (NEU) $\times 10^9$ кл/л	19,99 $\pm$ 2,87 (3,24-86,49)	19,34 $\pm$ 7,14 (2,13-92,34)	2,3-10,32
Лимфоциты (Lymph) $\times 10^9$ кл/л	2,78 $\pm$ 0,32 (0,48-10,68)	2,57 $\pm$ 0,86 (0,50-10,8)	0,92-6,88
Лимфоциты, %	0,14 $\pm$ 0,02 (2-45)	0,14 $\pm$ 0,03 (3-36)	12,0-33,0
Моноциты (Mon), $\times 10^9$ кл/л	1,22 $\pm$ 0,30 (0-9,95)	2,09 $\pm$ 0,88 (0,0-10,79)	0,05-0,67
Эозинофилы (EOS), $\times 10^9$ кл/л	0,51 $\pm$ 0,07 (0,0-1,81)	0,71 $\pm$ 0,50 (0,0-6,15)	0,17-1,57
Базофилы (BAS), $\times 10^9$ кл/л	0,02 $\pm$ 0,00 (0,0-0,13)	0,10 $\pm$ 0,05 (0,0-0,48)	0-0,26
Палочкоядерные нейтрофилы, $\times 10^9$ кл/л	0,50 $\pm$ 0,18 (0,0-5,9)	1,34 $\pm$ 0,67 (0,0-6,84)	0-0,03
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,0 $\pm$ 0,00 (0,0-7,00)	3,0 $\pm$ 0,01 (0,0-16,9)	0-3
Сегментоядерные нейтрофилы, $\times 10^9$ кл/л	19,51 $\pm$ 2,73 (3,24-80,59)	18,00 $\pm$ 6,55 (2,1-85,5)	2,3-10,29
Сегментоядерные нейтрофилы, %	76,0 $\pm$ 0,02 (38,2-97,3)	73,0 $\pm$ 0,02 (61,9-82,4)	35-72

**Структура гематологических изменений у больных собак
с открытой и закрытой формами пиометры**

Гематологические нарушения	Форма пиометры				Точный тест Фишера
	открытая		закрытая		
	n	%	n	%	
Эритроцитоз	8	19,00	1	8,00	0.38*
Эритропения	15	36,00	3	25,00	0.49*
Нейтрофилия	24	57,00	7	58,00	0.94*
Нейтропения	1	2,00	3	25,00	0.01**
Лейкоцитоз	27	64,00	7	58,00	0,71*
Лейкопения	1	2,00	3	25,00	0,01**
Моноцитоз	7	17,00	4	33,00	0,21*
Лимфоцитоз	3	7,00	2	17,00	0,32*
Лимфопения	2	5,00	4	33,00	0,01**
Базофилия	1	2,00	3	25,00	0,01**
Тромбоцитоз	9	21,00	2	17,00	0,72*
Тромбоцитопения	2	5,00	1	8,00	0,63*
Эозинофилия	2	5,00	1	8,00	0,63*

Примечание. n – количество случаев.

*Различия не являются статистически значимыми.

**Различия статистически значимы ($P \leq 0,05$).

Приведенные в таблице 4 данные отражают чрезвычайное разнообразие и неспецифичность биохимических изменений крови при обеих формах пиометры. Примечательными изменениями можно считать превышающие пределы референсов средние уровни TBil, AST и ALT, которые оказались выше таковых у сук с открытой формой в 8,07; 2,95; 3,6 раза соответственно.

Вышеприведенные результаты и данные исследователей [9, 10, 13, 17] свидетельствуют о достаточно высокой информативности и диагностической значимости клинико-лабораторных исследований при комплексной диагностике пиометры и определении клинической формы заболевания.

**Биохимические показатели крови у больных собак
с открытой и закрытой формами пиометры ($M \pm m$, min-max)**

Показатель, единицы измерения	Форма пиометры		Референсные значения
	открытая (n = 42)	закрытая (n = 12)	
Общий белок (TP), г/л	69,57±1,87 (39-89)	70,00±4,04 (43-95)	50-72
Альбумин (ALB), г/л	29,10±0,81 (19-39)	30,17±1,99 (20-42)	26-40
Глобулин (GLOB), г/л	40,24±1,59 (20-57)	40,08±4,03 (14-71)	26-44
Соотношение альбумин/глобулин (ALB/GLOB)	0,76±0,04 (0,4-1,4)	0,86±0,13 (0,3-1,3)	0,7-1,9
Азот мочевины (BUN), ммоль/л	9,76±1,34 (1,33-48,78)	6,88±1,33 (2,37-19,28)	3,28-10,42
Креатинин (CREA), ммоль/л	114,29±11,07 (30-390)	109,17±29,03 (21-369)	35-124
Общий билирубин (TBil), мкмоль/л	4,67±0,34 (2-10)	37,67±32,58 (2-396)	2-9
Глюкоза (GLU), ммоль/л	5,12±0,20 (2,37-8,05)	6,03±0,61 (3,0-11,2)	4,1-8,0
АЛТ (ALT), Ед/л	75,45±11,36 (18-299)	222,67±183,15 (26-2237)	17-78
АСТ (AST), Ед/л	60,12±9,15 (17-341)	216,42±175,29 (17-2144)	17-44
Щелочная фосфатаза (ALP), Ед/л	198,36±29,32 (30-899)	158,83±40,72 (37-494)	13-83
Натрий (Na), ммоль/л	145,5±0,62 (138-152)	143,08±1,88 (127-150)	141-168
Калий (K), ммоль/л	4,19±0,09 (3,2-5,6)	4,16±0,20 (3,4-5,9)	4,3-6,2
Хлор (Cl), ммоль/л	112,24±0,80 (103-125)	112,42±2,07 (99-127)	102-118
Фосфор (P), ммоль/л	1,52±0,06 (0,99-2,99)	1,59±0,14 (0,89-2,63)	0,61-1,61
Кальций ионизированный (iCa), ммоль/л	1,39±0,02 (1,08-1,89)	1,47±0,0,8 (1,11-1,99)	1,15-1,38

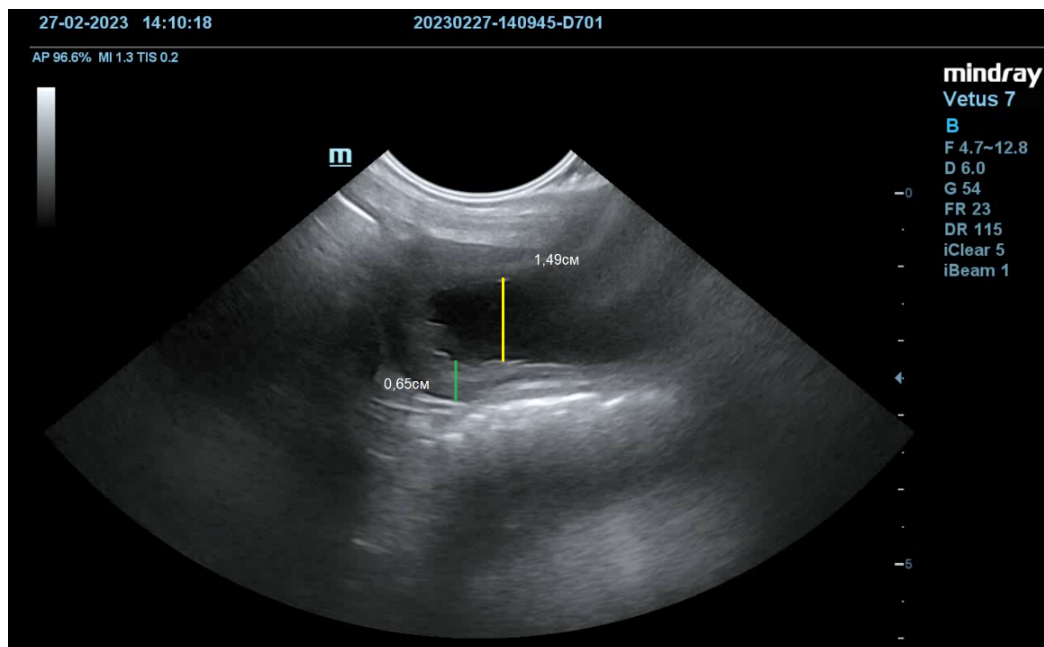


Рис. 2. Эхограмма рога матки собаки с открытой формой пиометры в продольном сканировании: толщина стенки рога матки – зеленый маркер; диаметр утеральной полости – желтый маркер

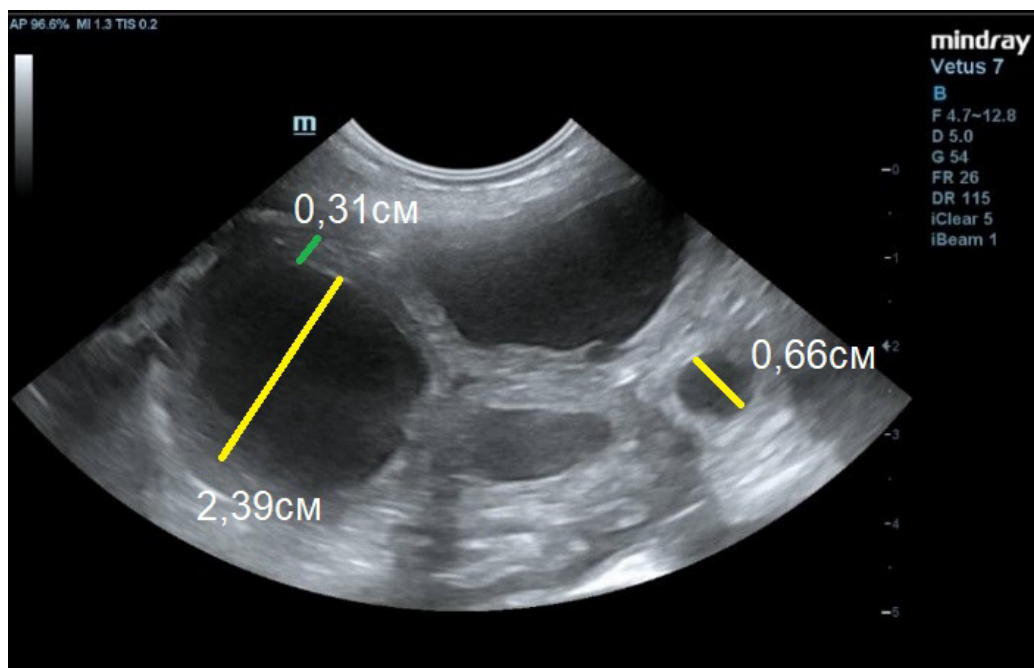


Рис. 3. Эхограмма матки собаки с закрытой формой пиометры в поперечном сканировании: визуализируется неравномерное расширение рогов матки гипозоногенным содержимым; толщина стенки рога – зеленый маркер; диаметр утеральной полости – желтый маркер

Все клинические случаи открытой и закрытой форм пиометры были эффективно распознаны с помощью УЗИ, что согласуется с данными источников литературы [2, 9, 13, 15, 17, 18]. При трансабдоминальном ультразвукографическом сканировании внутренних половых органов в матке больных собак выявлены характерные для пиометры альтерации: расширение утеральной полости с гипоехогенным содержимым и мелкодисперсной взвесью (гной), утолщение стенки матки (рис. 2, 3). При этом практически у каждой второй больной собаки с закрытой и каждой третьей собаки с открытой формой пиометры диагностировали железисто-кистозную гиперплазию эндометрия – формирование в его толще одиночных или множественных кистозных образований диаметром до 0,2-0,5 см.

Результаты доплерометрии маточных артерий у обследованных собак с открытой и закрытой формами пиометры в сопоставлении со здоровыми в стадии диэструса представлены в таблице 5.

Как следует из данных таблицы 5, у собак с открытой, и особенно с закрытой формами пиометры, отмечено существенное усиление интенсивности кровотока в маточных сосудах по сравнению со здоровыми собаками в стадии диэструса: увеличение индекса кровотока PSV, см/с, – в 1,49 и 1,80 раз; EDV, см/с, – в 3,11 и 4,32 раз; со снижением показателей RI и S/D – в 1,33 и 1,53; 1,97 и 2,25 раз соответственно. Нарушения в гемодинамике матки при закрытой форме пиометры, как правило, были более выражены, чем при открытой клинической форме болезни.

Выявленные нами закономерности в нарушении кровотока в маточных сосудах при пиометре в сопоставлении со здоровыми собаками в стадии диэструса (выраженное увеличение индексов кровотока PSV, EDV со снижением показателей RI и S/D) достаточно хорошо согласуются с данными источников литературы [7, 8, 14, 19].

Таким образом, проведенные наблюдения и данные литературы позволяют сделать заключение о том, что импульсно-волновая доплерография маточных артерий при диагностике пиометры и оценке патофизиологического состояния матки, бесспорно, имеет определенную диагностическую ценность. По нашему мнению, комплексное УЗИ в В- и D-режимах существенно повышает диагностические и дифференциально диагностические возможности метода и объективность заключения о патофизиологическом состоянии матки больных собак.

Таблица 5

Допплерометрия маточных артерий у обследованных собак с открытой и закрытой формами пиометры в сопоставлении со здоровыми в стадии диэструса ($M \pm m$, min-max)

Индекс кровотока	Открытая форма пиометры (n = 15)	Закрытая форма пиометры (n = 8)	Собаки в диэструсе (n = 10)
PSV, см/с	51,56±1,11 (45,11-57,26)	62,37±2,43 (50,99-70,02)	34,61±1,68 (24,98-42,89)
EDV, см/с	20,84±0,59 (16,38-23,75)	28,95±1,64 (20,99-36,03)	6,70±0,78 (2,91-11,86)
RI	0,60±0,01 (0,53-0,66)	0,53±0,03 (0,46-0,68)	0,81±0,02 (0,72-0,88)
S/D	2,52±0,06 (2,13-2,98)	2,20±0,15 (1,84-3,11)	4,96±0,55 (1,71-7,70)

Выводы

Открытая форма пиометры встречается у больных собак значительно чаще (77,78% против 22,22%), чем закрытая клиническая форма болезни. Кардинальным фактором определения открытой формы патологии является обнаружение патологической экссудации из половой щели самки. В качестве общих клинических симптомов открытой и закрытой форм пиометры установлены снижение аппетита и активности, полиурия/полидипсия, гипертермия и гипотермия. Проявления пиометры, отражающие изменения морфологического состава крови, обнаруживаются в нейтрофильном лейкоцитозе и моноцитозе. При закрытой форме пиометры наряду с нейтрофильным лейкоцитозом и моноцитозом достаточно часто регистрируются также лейкопения, нейтропения и лимфоцитопения.

Двухмерная визуальная эхография в комплексе с импульсно-волновой доплерографией маточных артерий является широкодоступным, информативным и объективным методом диагностики пиометры. Ультразвуковые исследования в В-режиме обеспечивают возможность визуально определить наличие воспалительных альтераций в матке (так, возможно определение дилатации просвета рогов матки гипогенным содержимым (гной), увеличения толщины стенок матки и/или наличия различного размера образований в эндометрии по типу кист). Исследование же в D-режиме позволяет по параметрам кровотока матки судить о природе и активности патологического процесса. Нарушения в гемодинамике матки при закрытой форме пиометры, как правило, более выражены, чем при открытой клинической форме болезни.

Библиографический список

1. Акчурина С.В., Дюльгер Г.П., Концевая С.Ю. и др. Сохранение породного разнообразия, репродуктивного и продуктивного долголетия собак в условиях современного общества: коллективная монография. – М.: Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023. – С. 141-166.
2. Данилкина О.П., Счисленко С.А., Строганова И.Я. Этиология, патогенез и терапия при пиометре у собак // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 7. – С. 117-124.
3. Дюльгер Г.П., Дюльгер П.Г. Физиология размножения и репродуктивная патология собак: Учебное пособие. – Изд. 4-е. – СПб.: Лань, 2022. – 236 с.
4. Дюльгер Г.П., Колядина Н.И., Салагаева Е.К., Асеева М.В. Клинико-лабораторные проявления открытой формы пиометры у собак // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: образование, наука, практика: Сборник статей. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 194-200.
5. Дюльгер Г.П., Сибилева Ю.Г., Дюльгер П.Г. и др. Распространение, факторы риска, патофизиология и современные аспекты терапии пиометры у собак // Известия ТСХА. – 2019. – № 2. – С. 88-105.
6. Раднаева Г.С., Томитова Е.А., Цыбикжапов А.Д. Ультразвуковая диагностика патологий матки у сук // Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова. – 2022. – № 3 (68). – С. 62-67.
7. Batista P.R., Gobello C., Rube A. et al. Uterine Blood Flow Evaluation in Bitches Suffering from Cystic Endometrial Hyperplasia (CEH) and CEH-pyometra Complex // Theriogenology. – 2016. – Vol. 85, № 7. – Pp. 1258-1261.
8. Carvalho C.F. de, Martins A.M., Guimarães K.C. das D.S. et al. Uterine Artery Hemodynamics in Female Dogs with Open- and Closed-cervix pyometra // Research, Society and Development. – 2021. – Vol. 10, № 11. –

Art. e257101119287. – DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19287. – Режим доступа: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19287> (дата обращения: 24.05.2024).

9. Hadiya H.D., Patel D.M., Ghodasara D.J., Bhandari Bh.B. Canine Pyometra: Clinico-diagnostic, Microbial, Gross and Histopathological Evaluation // Ind. J. Vet. Sci. Biotech. – 2021. – Pp. 41-45. DOI: 10.21887/ijvsbt.17.3.9.

10. Hagman R. Pyometra in Small Animals 2.0 // Vet. Clin. Small Anim. – 2022. – Vol. 52. – Pp. 631-657.

11. Jitpean S., Hagman R., Strom Holst B. et al. Breed Variations in the Incidence of Pyometra and Mammary Tumours in Swedish Dogs // Reprod. Domest. Anim. – 2012. – Vol. 47. – Pp. 347-350.

12. Jitpean S. Predictive Markers and Risk Factors in Canine Pyometra: Ph.D Thesis. – Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2015. – 73 p.

13. Juneja R., Jhamb D., Nirwan S.S. et al. Study on the Factors Affecting Occurrence of Pyometra in Reported Canine Clinical Cases of Udaipur Region // Haryana Vet. – 2021. – Vol. 60, № 2. – Pp. 279-281.

14. Konjeti A., Kavuri S.R., Manda S. et al. Doppler Velocimetry of Uterine Artery in Bitches with Cystic Endometrial Hyperplasia-Pyometra Complex // Ind. J. Vet. Sci. and Biotech. – 2022. – Vol. 18, № 5. – Pp. 51-55.

15. Kumar R.S., Rasool A., Umamageswari J. et al. Ultrasonographic Evaluation of Canine Pyometra // J Dairy Vet Anim Res. – 2023. – Vol. 12, № 1. – Pp. 5-6.

16. Santana C.H., Santos R.L. Canine Pyometra – an Update and Revision of Diagnostic Terminology // Braz. J. Vet. Pathol. – 2021. – Vol. 14, № 1. – Pp. 1-8.

17. Talukdar D., Sarma K., Konwar B. et al. Clinico-Haemato-Biochemical and Pathological Alteration of Pyometra in Canines // Indian J. Anim. Res. – 2022. – Vol. 44. – Pp. 1-7.

18. Tello L., Martin F., Valdes A. Comparative Study of Ultrasonographic, Radiographic, and Postoperative Characteristics of 50 Bitches with Pyometra // Arch. Med. Vet. – 1996. – Vol. 28. – P. 137.

19. Veiga G.A.L., Miziara R.H., Angrimani D.S.R. et al. Cystic Endometrial Hyperplasia – Pyometra Syndrome in Bitches: Identification of Hemodynamic, Inflammatory, and Cell Proliferation Changes // Biology of Reproduction. – 2017. – Vol. 96, № 1. – Pp. 58-69.

20. Xavier R.G.C., Santana C.H., Silva P.H.S. et al. Association between Bacterial Pathogenicity, Endometrial Histological Changes and Clinical Prognosis in Canine Pyometra // Theriogenology. – 2024. – Vol. 214. – Pp. 118-123. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2023.10.007.

21. Xavier R.G.C., Santana C.H., de Castro Y.G. et al. Canine Pyometra: A Short Review of Current Advances // Animals. – 2023. – Vol. 13, № 21. – Art. 3310. DOI: 10.3390/ani13213310. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/21/3310> (дата обращения: 14.06.2024).

CLINICAL AND LABORATORY MANIFESTATIONS AND ULTRASOUND DIAGNOSTICS OF PYOMETRA IN DOGS

E.K. SALAGAEVA, G.P. DYULGER, S.V. AKCHURIN, I.V. AKCHURINA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The research work is devoted to studying the main clinical, laboratory and echographic manifestations of pyometra in dogs and assessing their significance in the diagnostics of open and closed forms of the disease. It was found that the open clinical form of pyometra is much more common (77.78% vs. 22.22%) than the closed one. Pathological discharge from the vulva serves as a cardinal symptom of the open form of pyometra and allows to clearly differentiate it from the closed form. Common systemic clinical and laboratory manifestations of the open and closed forms of pyometra are hyporexia/anorexia, lethargy, polyuria/polydipsia, hyper/hypothermia, neutrophilic leukocytosis and monocytosis. In the closed form of pyometra, leukopenia, neutropenia and lymphocytopenia are also more common. Complex ultrasound (in B- and D-modes) is widely used and highly informative method of diagnosing pyometra in bitches. Ultrasound examinations in B-mode allow to visually determine the presence of inflammatory changes in the uterus (for example, it is possible to determine the dilatation of the lumen of the uterine horns with hypoechoic contents (pus), an increase in the thickness of the uterine walls and/or the presence of formations of various sizes in the endometrium such as cysts). Research in D- allows the parameters of uterine blood flow to assess the nature and activity of the pathologic process. Disorders in the hemodynamics of the uterus in the closed form of the pyometra are, as a rule, more pronounced than in the open clinical form of the disease.

Key words: dogs, pyometra, clinical, laboratory and ultrasound diagnostics.

References

1. Akchurin S.V., Dyulger G.P., Konstevaya S.Yu. *Preservation of breed diversity, reproductive and productive longevity of dogs in the conditions of modern society: a monograph*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2023:141-166. (In Russ.)
2. Danilkina O.P., Schislenko S.A., Stroganova I.Ya. Etiology, pathogenesis and therapy for pyometra in dogs. *Bulletin of KSAU*. 2023;7:117-124. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-7-117-124>
3. Dyulger G.P., Dyulger P.G. *Physiology of reproduction and reproductive pathology in dogs: a textbook*. 4th ed. St. Petersburg, Russia: Lan, 2022:236. (In Russ.)
4. Dyulger G.P., Kolyadina N.I., Salagaeva E.K., Aseeva M.V. Clinical and laboratory manifestations of the open form of pyometra in dogs. *Vserossiyskaya (natsionalnaya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Aktualnye voprosy veterinarnoy mediciny: obrazovanie, nauka, praktika"*. October 14, 2021. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2021:194-200. (In Russ.)
5. Dyulger G.P., Sibileva Yu.G., Dyulger P.G., Khramtsov V.V., Leontiev L.B. Incidence, risk factors, pathophysiology and modern aspects of therapy of canine pyometra. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;(2):88-105. (In Russ.) <https://doi.org/10.34677/0021-342X-2019-2-88-105>
6. Radnaeva G.S., Tomitova E.A., Tsybikzhapov A.D. Ultrasound diagnosis of the uterus pathologies in female dogs. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy*

- selskhokhozyasvennoy akademii imeni V.R. Filippova*. 2022;3(68):62-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2022.68.3.009>
7. Batista P.R., Gobello C., Rube A. et al. Uterine blood flow evaluation in bitches suffering from cystic endometrial hyperplasia (CEH) and CEH-pyometra complex. *Theriogenology*. 2016;85(7):1258-1261. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.12.008>
 8. De Carvalho C.F., Martins A.M., K.C. Guimarães das D.S. et al. Uterine artery hemodynamics in female dogs with open- and closed-cervix pyometra. *Research, Society and Development*. 2021;10(11):e257101119287. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19287>
 9. Hadiya H.D., Patel D.M., Ghodasara D.J., Bhandari Bh.B. Canine Pyometra: clinico-diagnostic, microbial, gross and histopathological evaluation. *Ind. J. Vet. Sci. Biotech*. 2021;41-45. <https://doi.org/10.21887/ijvsbt.17.3.9>
 10. Hagman R. Pyometra in Small Animals 2.0. *Vet. Clin. Small Anim*. 2022;52:631-657. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2022.01.004>
 11. Jitpean S., Hagman R., Strom Holst B. et al. Breed variations in the incidence of pyometra and mammary tumours in Swedish dogs. *Reprod. Domest. Anim*. 2012;47:347-350. <https://doi.org/10.1111/rda.12103>
 12. Jitpean S. *Predictive Markers and Risk Factors in Canine Pyometra*: Doctoral Thesis. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 2015:73.
 13. Juneja R., Jhamb D., Nirwan S.S. et al. Study on the factors affecting occurrence of pyometra in reported canine clinical cases of Udaipur region. *Haryana Vet*. 2021;60(2):279-281.
 14. Konjeti A., Kavuri S.R., Manda S. et al. Doppler Velocimetry of Uterine Artery in Bitches with Cystic Endometrial Hyperplasia-Pyometra Complex. *Ind. J. Vet. Sci. and Biotech*. 2022;18(5):51-55.
 15. Kumar R.S., Rasool A., Umamageswari J. et al. Ultrasonographic evaluation of canine pyometra. *J Dairy Vet Anim Res*. 2023;12(1):5-6. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2023.12.00314>
 16. Santana C.H., Santos R.L. Canine pyometra – an update and revision of diagnostic terminology. *Braz. J. Vet. Pathol*. 2021;14(1):1-8. <https://doi.org/10.24070/bjvp.1983-0246.v14i1p1-8>
 17. Talukdar D., Sarma K., Konwar B. et al. Clinico-Haemato-Biochemical and Pathological Alteration of Pyometra in Canines. *Indian J. Anim. Res*. 2022;44:1-7. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4684>
 18. Tello L., Martin F., Valdes A. Comparative study of ultrasonographic, radiographic, and postoperative characteristics of 50 bitches with pyometra. *Arch. Med. Vet*. 1996;28:137.
 19. Veiga G.A.L., Miziara R.H., Angrimani D.S.R. et al. Cystic endometrial hyperplasia– pyometra syndrome in bitches: Identification of hemodynamic, inflammatory, and cell proliferation changes. *Biology of Reproduction*. 2017;96(1):58-69. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.116.140780>
 20. Xavier R.G.C., Santana C.H., Silva P.H.S. et al. Association between Bacterial Pathogenicity, Endometrial Histological Changes and Clinical Prognosis in Canine Pyometra. *Theriogenology*. 2024;214:118-123. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.10.007>
 21. Xavier R.G.C., Santana C.H., de Castro Y.G. et al. Canine Pyometra: A Short Review of Current Advances. *Animals*. 2023;13(21):3310. <https://doi.org/10.3390/ani13213310>

Сведения об авторах

Салагаева Елизавета Кирилловна, аспирант, ассистент кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-17-82; e-mail: salagaeva43@gmail.com

Дюльгер Георгий Петрович, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-17-82; e-mail: dulger@rgau-msha.ru

Акчурин Сергей Владимирович, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-17-82; e-mail: sakchurin@rgau-msha.ru

Акчурина Ирина Владимировна, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-17-82; e-mail: akchurinaiv@rgau-msha.ru

Information about the authors

Elizaveta K. Salagaeva, post-graduate student, Assistant at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (499) 977-17-82; e-mail: salagaeva43@gmail.com

Georgiy P. Dyulger, DSc (Vet), Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (499) 977-17-82; e-mail: dulger@rgau-msha.ru

Sergey V. Akchurin, DSc (Vet), Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (499) 977-17-82; e-mail: sakchurin@rgau-msha.ru

Irina V. Akchurina, CSc (Vet), Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (499) 977-17-82; e-mail: akchurinaiv@rgau-msha.ru

РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИТОБИОТИЧЕСКИХ ДОБАВОК

И.А. САЗОНОВА^{1,2}, В.И. ПРОНИНА², А.В. ЕРОХИНА¹

⁽¹⁾Российский научно-исследовательский и проектный институт сорго и кукурузы

⁽²⁾Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова)

Исследования проводились на цыплятах-бройлерах кросса Росс 308 с целью оценки влияния фитобиотических кормовых добавок на основе эфиромасличных трав (нигеллы, кориандра и расторопши) на рост, обмен веществ и мясную продуктивность. Кормовые добавки вводились в основной рацион в количестве 1-2%, заменяя часть корма. Во время эксперимента наблюдали за динамикой живой массы, конверсией корма. После 48 суток считалось окончанием технологического цикла. Перед убоем определяли предубойную массу, производили забор крови. Зафиксировали различия в исследуемых характеристиках в зависимости от вида кормовой добавки. Отмечали увеличение количества эритроцитов в крови на 7% и повышение уровня гемоглобина на 5% у цыплят, в основной рацион которых вносили смесь нигеллы с расторопшей. У бройлеров, потреблявших смесь расторопши с нигеллой и кориандром, были более высокие показатели, характеризующие белковый обмен, и снижение уровня ферментов аминотрансфераз. К концу опыта живая масса бройлеров 2 опытной группы (добавление кориандра) превосходила все группы птицы. Наибольшее потребление корма птицей отмечалось в контрольной группе. Наблюдалось снижение затрат на единицу прироста живой массы бройлеров с добавлением в их рацион смеси нигеллы с расторопшей. Максимальный убойный выход показала птица из 3 опытной группы, где в рацион вносилась смесь нигеллы с расторопшей.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, фитобиотики, кормовые добавки, мясная продуктивность, обмен веществ, кровь, конверсия корма.

Введение

В настоящее время очевидным является то, что необходимо поддерживать на высоком уровне производство продукции животноводства, чтобы обеспечить продовольственную безопасность страны и независимость от импорта мяса. Для этого в современном бройлерном птицеводстве обеспечиваются оптимальные условия для высокой продуктивности птицы, среди которых в первую очередь обращают внимание на сбалансированное кормление [9]. Однако до сих пор существуют проблемы, связанные с профилактикой различных заболеваний и сохранностью поголовья.

Основными причинами падежа являются заболевания различной этиологии. Поэтому чтобы обеспечить хорошую продуктивность и высокую сохранность поголовья птицы, не только применяют сбалансированные рационы, но и используют биологически активные вещества, стимуляторы роста, добавок, контролирующих микробиоту кишечника, и др. [7]. В качестве таких компонентов корма в течение долгого времени выступали кормовые антибиотики, которые подавляют различные желудочно-кишечные инфекции [8]. В то же время использование антибиотических препаратов ведет к негативным последствиям для здоровья человека в силу способности накопления их в тканях, о чем свидетельствуют многие научные исследования,

в которых изучались остаточные количества антибиотиков в мясе. Кроме того, появляются устойчивые к антибиотикам штаммы микроорганизмов, и как следствие – антибиотикорезистентность среди населения. В связи с этим предпринимаются попытки преодоления антибиотической зависимости за счет поиска в качестве безопасной альтернативы кормовым антибиотикам новых биологически активных веществ, которые являются экологически чистыми и будут положительно влиять на сохранность, здоровье и продуктивность птицы. Например, все чаще используют кормовые добавки растительного происхождения – так называемые фитобиотики [1, 5, 6, 10, 13].

В ряде исследований отмечается положительное действие фитогенных добавок, которые улучшают регуляцию кишечной микрофлоры, обладают противовирусным, фунгицидным действием, проявляют антиоксидантные свойства, снижающие воздействие окислительных процессов у птиц, и улучшает иммунный ответ [2-4, 11, 12, 14]. Во время эксперимента было изучено влияние фитогенных кормовых добавок на сохранность поголовья, обмен веществ и продуктивность цыплят-бройлеров в результате введения в рацион эфиромасличных трав нигеллы, кориандра и расторопши в различных соотношениях.

Цель исследований: изучить влияние фитобиотических добавок на рост, развитие и продуктивность бройлеров.

Материал и методы исследований

Производственный опыт проводился в условиях ООО «Август-Агро», Саратовская область, Энгельский р-н, с. Красный Яр. Для проведения опыта по принципу аналогов были сформированы 1 контрольная и 4 опытных группы суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс 308» по 50 гол. в группе. Вся птица содержалась в типовом птичнике с едиными для всех параметрами микроклимата.

Кормление осуществлялось сбалансированными кормовыми смесями в соответствии с возрастными периодами. Первые 10 дней цыплят кормили стартовым комбикормом для бройлеров с содержанием 21,0% сырого протеина, 5,63% сырого жира, 4,37% сырой клетчатки и 303 ккал/100 г обменной энергии. Последующие 10 дней корм характеризовался 310 ккал/100 г обменной энергии и содержал 19,0% сырого протеина, 5,05% сырого жира и 4,13% сырой клетчатки. На заключительном этапе технологического цикла бройлеры потребляли финишный комбикорм с содержанием 18% сырого протеина и 318 ккал/100 г.

У опытных групп часть основного рациона заменялась на семена фитобиотических трав в размолотой форме (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Группа	n	Рацион
Контроль	50	ПК (100%)
Опыт 1	50	ПК (99%) + нигелла (1%)
Опыт 2	50	ПК (99%) + кориандр (1%)
Опыт 3	50	ПК (98%) + нигелла и расторопша (1% + 1%)
Опыт 4	50	ПК (98%) + кориандр и расторопша (1% + 1%)

Продолжительность эксперимента составляла 48 суток. На протяжении всего опыта учитывали прирост живой массы, потребление корма и затраты корма на 1 кг прироста живой массы.

В конце опытного периода предварительно был произведен забор крови методом пункции подкрыльцовой вены. Оценку морфологических и биохимических показателей проводили с использованием автоматического гематологического анализатора «Abacus junior vet 5» и биохимического анализатора «Chem Well combi». В качестве критерия клеточной системы защиты определяли фагоцитарную активность лейкоцитов крови по А.Я. Альтгаузену. Лизоцимную активность и бактерицидную активность сыворотки крови определяли по О.В. Бухарину. По окончании технологического цикла был осуществлен убой птицы для оценки продуктивности.

Результаты исследований обрабатывали биометрическими методами математической статистики. Статистически достоверными считали различия при $P \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В соответствии с результатами исследований по морфологическим и биохимическим характеристикам крови отметим, что данные у всех исследуемых групп цыплят находились в пределах физиологической нормы (рис. 1, табл. 2).

В то же время 3 опытная группа цыплят, в основной рацион которых вносили смесь нигеллы с расторопшей, имела преимущество по сравнению с контролем по таким показателям, как количество эритроцитов в крови (на 7%, $P \leq 0,01$) и уровень гемоглобина (на 5%, $P \leq 0,05$). Это может быть показателем более интенсивных окислительно-восстановительных процессов в организме цыплят данной группы.

Кроме того, были выявлены достоверные различия величин, характеризующих белковый обмен, и ферментов аминотрансфераз. Отмечено, что содержание общего белка в крови птицы 3 и 4 опытных групп было выше, чем в контрольной, на 9 и 8% соответственно ($P \leq 0,05$). Аналогичная ситуация наблюдалась и в отношении таких показателей, как содержание креатинина и мочевины в сыворотке крови. Уровень первого превышал количество у аналогов из контрольной группы на 27 и 19%, а уровень мочевины – на 16%.

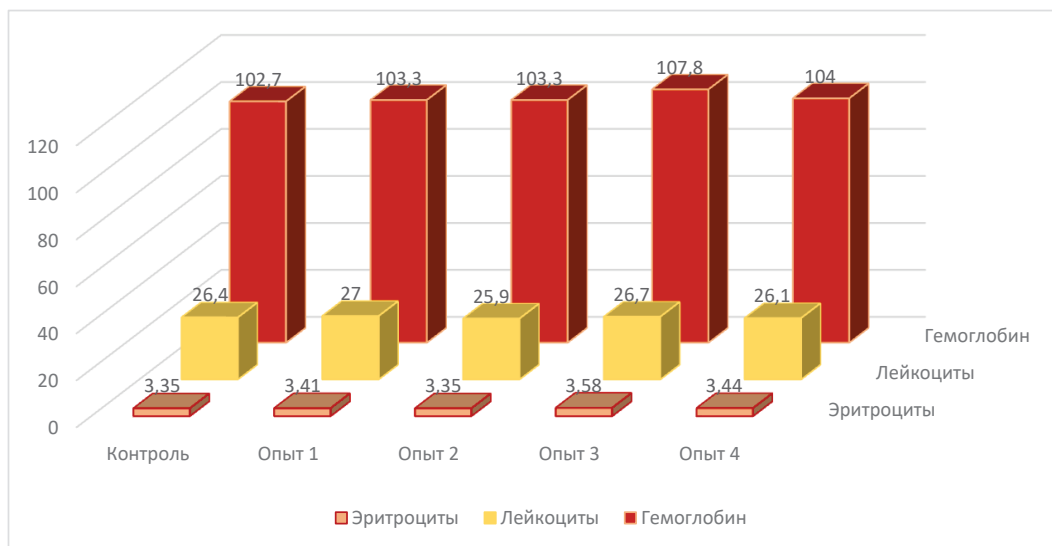


Рис. 1. Гематологические показатели цыплят-бройлеров, n = 10

Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров, n = 10

Показатель	Экспериментальные группы цыплят-бройлеров				
	Контроль	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт
Белок общий, г/л	54,7 ± 1,13	55,7 ± 1,08	54,9 ± 0,95	59,8 ± 1,14***	58,9 ± 0,94***
Креатинин, мкмоль/л	54,1 ± 1,24	55,7 ± 1,35	54,2 ± 1,26	68,6 ± 1,38*	64,6 ± 1,40*
Мочевина, ммоль/л	2,34 ± 0,01	2,41 ± 0,03***	2,32 ± 0,06	2,72 ± 0,05*	2,71 ± 0,08**
Глюкоза, ммоль/л	9,51 ± 0,05	9,45 ± 0,08	9,44 ± 0,07	9,53 ± 0,08	9,62 ± 0,09
Кальций, ммоль/л	2,71 ± 0,11	2,73 ± 0,12	2,62 ± 0,09	2,81 ± 0,08	2,61 ± 0,13
Фосфор, ммоль/л	1,53 ± 0,08	1,61 ± 0,11	1,32 ± 0,12	1,51 ± 0,09	1,62 ± 0,07
АсТ, ед/л	123,0 ± 0,9	122,9 ± 1,1	132,7 ± 0,9	119,8 ± 0,9***	120,3 ± 0,8***
АлТ, ед/л	3,51 ± 0,06	3,45 ± 0,10	3,47 ± 0,11	3,21 ± 0,05**	3,23 ± 0,05**

Примечание. Разница с контролем достоверна: *P≤0,001; **P≤0,01; ***P≤0,05.

Повышение уровня описанных показателей крови у цыплят 3 и 4 опытных групп, потреблявших смесь расторопши с нигеллой и кориандром, свидетельствует об интенсификации белкового обмена, что в итоге будет положительно влиять на продуктивность птицы.

В данных опытных группах отмечалось также снижение активности ферментов аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в сыворотке крови цыплят-бройлеров по сравнению с контрольной группой: АсТ – на 3 и 2%; АлТ – на 9 и 8%. Это косвенно свидетельствует о гепатопротекторном характере действия используемых фитобиотиков.

По остальным метаболитам крови статистически достоверные различия между группами выявлены не были.

Общеизвестно, что уровень показателей крови способствует прогнозированию продуктивности сельскохозяйственной птицы. О том, как происходили рост и развитие цыплят-бройлеров при использовании фитобиотических добавок, можно судить по изменению живой массы в течение всего периода выращивания.

Опыт показал положительное влияние естественных адаптогенов на живую массу цыплят-бройлеров (рис. 2), причем наблюдалась неравномерная динамика привеса цыплят в начале и в конце эксперимента.

В суточном возрасте при постановке на опыт живая масса цыплят-бройлеров внутри групп и между группами достоверных различий не имела и колебалась в пределах 41,1-44,2 г. В 8-дневном возрасте отмечался наибольший привес живой массы в контроле по сравнению с 1, 2, 4 опытными группами: на 10, 18 и 12,4% соответственно. К 20 дню опыта данная тенденция сохранилась, и привес живой массы в контрольной группе превышал аналогичный показатель в 1, 2 и 3 опытах.

Превосходство по привесу цыплят из 4 опытной группы по сравнению с контролем статистически не подтвердилось. В 30-дневном возрасте наибольший привес показала 3 опытная группа цыплят (680 г), что было больше, чем в контроле,

в пределах 1%, в опытных группах – в среднем на 5%. Привесы цыплят в контроле, 3 и 4 опыта не различались ($P \geq 0,05$). На 41-й день эксперимента достоверные различия между привесами по сравнению с контролем отмечались во 2 и 4 опытной группах: на 4 и 8% соответственно ($P \leq 0,001$).

К концу технологического цикла прирост живой массы бройлеров 2 опытной группы превосходил все группы птицы, в том числе контрольную, на 4,7% ($P \leq 0,001$). Таким образом, за весь период эксперимента наибольший привес живой массы цыплят-бройлеров отмечался в группе, потреблявшей с основным кормом кориандр.

Потребление корма птицей и, следовательно, его конверсия зависели от природы кормовой добавки. Среднее потребление корма (по нашим данным) на 1 гол. в разные возрастные периоды представлено в таблице 3.

На протяжении всего эксперимента в трех исследуемых группах птицы: контроль, 2 и 4 опыта – отмечалось одинаковое потребление корма, что превышало количество потребляемого корма в 1 и 3 опыта на 11%.

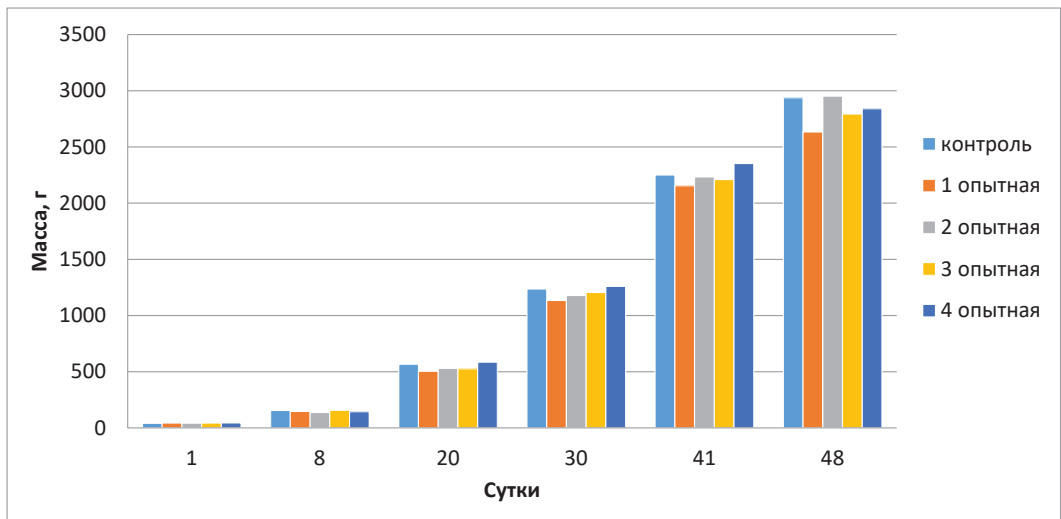


Рис. 2. Динамика живой массы бройлеров

Таблица 3

Среднее потребление корма на 1 гол., г

Опытная группа	Возраст, сутки				
	8	20	30	41	48
контроль	150,00±1,69	938,89±4,52	2316,67±6,87	4661,11±8,79	6195,56±9,64
1 опыт	135,00±1,54	845,00±4,39	2085,00±6,54	4195,00±8,72	5594,00±9,42
2 опыт	150,00±1,69	938,89±4,52	2316,67±6,72	4661,11±8,79	6084,44±9,53
3 опыт	135,00±1,54	845,00±4,39	2085,00±6,54	4195,00±8,61	5426,00±9,46
4 опыт	150,00±1,69	938,89±4,52	2316,67±6,84	4661,11±8,79	6084,44±9,53

Примечание. Различия достоверны при $P \leq 0,001$.

К концу опыта больше всего корма потребляла птица контрольной группы. Данный показатель был наименьшим в 3 опытной группе (на 14% меньше, чем в контрольной), где бройлеры вместе с базовым кормом потребляли смесь нигеллы с расторопшей. Полученные результаты свидетельствуют о том, что привес живой массы цыплят не зависел от количества потребляемого корма, а связан с особенностями внесения в рацион фитобиотических трав. В то же время опыт показал положительное влияние определенных фитобиотических кормовых добавок на конверсию корма (табл. 4). Как известно, этот производственный показатель характеризует эффективность откорма птицы и отражает, какое количество корма потрачено на единицу прироста продукции.

В целом данные по конверсии корма определили тенденцию снижения затрат на единицу прироста живой массы с добавлением в рацион смеси нигеллы с расторопшей. Коэффициент эффективности использования корма в данном случае оказался более выгодным по сравнению с другими группами (1,94). Это свидетельствует о том, что введение фитобиотической добавки в такой рецептуре в рацион цыплят-бройлеров способствует снижению расходов корма на 1 кг прироста.

Использование фитогеников в качестве кормовой добавки играет важную роль не только в поддержании нормального физиологического состояния, но и в плане реализации продуктивных качеств птицы. Так, наибольшая предубойная масса отмечалась во 2 опытной группе (табл. 5). В то же время средняя масса тушки с ливером 3 опытной группы имела превосходство перед всеми остальными группами аналогов. Как следствие, убойный выход продукции в данной группе цыплят был выше, чем в других группах (84,7%): на 7,6% по сравнению с контролем; на 5 и 9% по сравнению с 1 и 2 опытными группами соответственно. По сравнению с 4 опытной группой показатель убойного выхода имел близкое значение: разница составила всего 2%.

Мясные качества бройлеров также отличались у разных групп (табл. 6). Полученные данные показали, что после убоя бройлеры из 3 и 4 опытных групп имели в среднем самую большую массу тушек: на 2,2 и 2,0% больше, чем в контроле, соответственно, а также наибольший выход данной продукции на 5,6 и 4 абс.%. Масса внутренних органов опытных групп птицы в некоторых случаях имела статистические различия по сравнению с контролем. Однако результаты по выходу продукции имели несколько другие значения. Так, максимальный выход продукции желудка отмечался у бройлеров 1 и 3 опытной групп, что составляло на 0,2 абс.% больше, чем в контроле, где этот показатель был минимальным. По выходу продукции печени отмечались примерно одинаковые значения у цыплят 1, 2 и 3 опытных групп – в пределах 0,01-0,02 абс.%. Выход сердца был максимальным у контрольной группы, что на 0,08 абс.% превышало значение минимального выхода по этому виду продукции у 4 опыта.

Таблица 4

Коэффициент конверсии корма

Опытная группа	Возраст, сутки				
	8	20	30	41	48
контроль	0,97	1,66	1,87	2,07	2,11
1 опыт	0,92	1,68	1,84	1,95	2,12
2 опыт	1,10	1,77	1,97	2,09	2,06
3 опыт	0,86	1,61	1,73	1,90	1,94
4 опыт	1,04	1,61	1,84	1,98	2,14

Таблица 5

Продуктивность цыплят-бройлеров, n = 10

Группа	Предубойная масса, г	Масса тушки с ливером, г	Убойный выход, %
Контроль	2937,78 ± 17,2	2313,4 ± 13,1	78,75
1 опыт	2634,0 ± 20,1*	2328,0 ± 20,0	80,79
2 опыт	2952,22 ± 15,5	2296,1 ± 14,9	77,78
3 опыт	2794,0 ± 11,0*	2366,4 ± 11,1**	84,70
4 опыт	2840,0 ± 8,1*	2349,2 ± 8,2***	82,72

Примечание. Разница с контролем достоверна: *P≤0,001; **P≤0,01; ***P≤0,05.

Таблица 6

Мясные качества цыплят-бройлеров, n = 10

Группа	Тушка	Желудок	Печень	Сердце
Масса мясной продукции, г				
Контроль	2214,0 ± 13,9	33,6 ± 0,6	51,5 ± 0,4	13,9 ± 0,8
1 опыт	2229,7 ± 21,1	34,3 ± 0,4	51,8 ± 0,8	12,2 ± 0,7
2 опыт	2193,1 ± 15,5	32,7 ± 0,9	57,7 ± 0,5*	12,6 ± 0,6
3 опыт	2262,6 ± 10,9***	36,2 ± 0,7***	54,8 ± 0,8**	12,8 ± 0,6
4 опыт	2253,4 ± 7,4***	34,0 ± 0,9	50,8 ± 0,9	11,0 ± 0,8***
Выход мясной продукции, %				
Контроль	75,38	1,14	1,75	0,47
1 опыт	77,06	1,30	1,97	0,46
2 опыт	74,29	1,11	1,95	0,43
3 опыт	80,98	1,30	1,96	0,46
4 опыт	79,35	1,20	1,79	0,39

Примечание. Разница с контролем достоверна: *P≤0,001; **P≤0,01; ***P≤0,05.

Выводы

Наблюдения за ростом и развитием цыплят-бройлеров показали, что использование фитогеников в рационе влияет не только на обмен веществ птицы, но и на продуктивные качества в целом. В то же время наблюдались различия в результатах исследований в зависимости от природы фитобиотической добавки. Несмотря на наибольший прирост за время эксперимента и предубойную массу бройлеров 2 опытной группы, в корм которых добавляли кориандр, максимальный убойный выход показала

птица из 3 опытной группы, где в рацион вносилась смесь нигеллы с расторопшей. Также у данной группы цыплят отмечался оптимальный коэффициент конверсии корма, что положительно влияет на экономическую эффективность использования добавки.

Таким образом, в соответствии с полученными данными можно сделать вывод о том, что целесообразно использовать смесь фитобиотиков в качестве кормовой добавки, так как при этом отмечаются более выраженные положительные изменения в росте и развитии цыплят-бройлеров и, как следствие, повышается уровень мясной продуктивности.

Библиографический список

1. Багно О.А., Прохоров О.Н., Шевченко С.А. и др. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 4. – С. 687-697.
2. Багно О.А., Шевченко С.А., Шевченко А.И. и др. Эффективность использования экстракта крапивы двудомной при выращивании цыплят-бройлеров // Вестник НГАУ. – 2022. – № 1 (62). – С. 97-109.
3. Демидова Е.С., Егоров И.А., Андрианова Е.Н. и др. Мицеллированный куркумин в кормлении цыплят-бройлеров // Птицеводство. – 2022. – № 3. – С. 17-21.
4. Кишняйкина Е.А., Жучаев К.В., Багно О.А. и др. Влияние экстракта чабреца на качественные показатели мяса цыплят-бройлеров // Инновации и продовольственная безопасность. – 2019. – № 2 (24). – С. 25-31.
5. Ленкова Т.Н. Редактируя микробиоту кишечника – повышаем продуктивность птицы // Птицеводство. – 2021. – № 11. – С. 22-26.
6. Меднова В.В., Ляшук А.Р., Буяров В.С. Использование фитобиотиков в животноводстве: Обзор // Биология в сельском хозяйстве. – 2021. – № 1 (30). – С. 11-16.
7. Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Чумаков В.Г. и др. Инновационные подходы к использованию кормов и добавок в животноводстве: монография. – Курган: Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева, 2020. – 190 с.
8. Новикова С., Желобицкая Е. Улучшить рост свиней и птицы? – Подавить патогенную микрофлору! // Комбикорма. – 2021. – № 3. – С. 73-74.
9. Оборин М. Повышение эффективности производства продукции в сельском хозяйстве на основе инноваций // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1 (140). – С. 57-67.
10. Сазонова И.А., Пронина В.И., Башинская О.С. Биологический потенциал нигеллы для использования в кормах для животных и птицы // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: Материалы III Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2023. – С. 237-241.
11. Скворцова Л.Н., Юрина Н.А., Короткин А.С., Блинков М.С. Использование фитобиотиков в рационах сельскохозяйственных животных // Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 193-196.
12. Стрельникова И.И., Кислицына Н.А. Эффективность применения фитобиотиков в птицеводстве // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2020. – Т. 6, № 4. – С. 433-444.
13. Трухачев В.И., Селионова М.И., Загарин А.Ю. Использование фитобиотиков в кормлении моногастрических животных: Обзор // Известия ТСХА. – 2023. – № 1 (4). – С. 126-143.
14. Abd El-Hack M.E., Alagawany M., Shaheen H. et al. Ginger and Its Derivatives as Promising Alternatives to Antibiotics in Poultry Feed // Animals. – 2020. – № 10 (3). – P. 452.

GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF BROILERS USING PHYTOBIOTIC ADDITIVES

I.A. SAZONOVA^{1,2}, V.I. PRONINA², A.V. EROKHINA¹

(¹Russian Scientific Research and Technological Design Institute of Sorghum and Corn;

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov)

The studies were conducted on Ross 308 cross broiler chickens to evaluate the effect of phyto-biotic feed additives based on essential oil herbs (nigella, coriander and milk thistle) on growth, metabolism and meat productivity. The feed additives were introduced in the main diet at a level of 1-2%, replacing part of the diet. During the experiment, the dynamics of live weight and feed conversion were monitored. The end of the technological cycle was considered after 48 days. Before slaughter, the pre-slaughter weight was determined and blood samples were taken. Differences in the studied characteristics were recorded depending on the type of feed additive. There was a 7% increase in the number of erythrocytes in the blood and a 5% increase in the hemoglobin level in chickens whose main diet was supplemented with a mixture of nigella and milk thistle. Broilers consuming a mixture of milk thistle with nigella and coriander had higher levels of protein metabolism and decreased levels of aminotransferase enzymes. By the end of the experiment, the increase in live weight of the broilers in the 2nd experimental group (addition of coriander) exceeded all groups of birds. The highest feed consumption was observed in the control poultry group. There was a decrease in the cost per unit of increase in live weight of broilers with the addition of a mixture of nigella and milk thistle to their diet. The maximum slaughter yield was observed in birds of experimental group 3, where a mixture of nigella and milk thistle was added to the diet.

Key words: broiler chickens, probiotics, feed additives, meat productivity, metabolism, blood, feed conversion.

References

1. Bagno O.A., Prokhorov O.N., Shevchenko S.A. et al. Use of probiotics in farm animal feeding. *Agricultural Biology*. 2018;53(4):687-697. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.687rus>
2. Bagno O.A., Shevchenko S.A., Shevchenko A.I., Prokhorov O.N., Berezina A.S. Effectiveness of using of nettle extract in raising broiler chickens. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2022;1(62):97-109. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2022-62-1-97-109>
3. Demidova E.S., Egorov I.A., Andrianova E.N. et al. Micellated curcumin as an antioxidant in diets for broilers. *Ptitsevodstvo*. 2022;3:17-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-3-17-21>
4. Kishnyaykina E.A., Zhuchaev K.V., Bagno O.A., Tokarev V.S., Kochneva M.L., Lisunova L.I., Gart V.V. The effect of the extract of the cumber on the qualitative indicators of meat chicken-broilers. *Innovations and Food Safety*. 2019;2(24):25-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-24-2-25-31>
5. Lenkova T.N., Egorova T.A., Uvarova A.S. Editing of the intestinal microbiota improves productivity in broilers. *Ptitsevodstvo*. 2021;11:22-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-11-22-26>
6. Mednova V.V., Lyashuk A.R., Buyarov V.S. The use of probiotics in livestock (review). *Biologiya v selskom khozyaystve*. 2021;1(30):11-16. (In Russ.)
7. Mikolaychik I.N., Morozova L.A., Chumakov V.G. et al. *Innovative approaches to the use of feed and additives in animal husbandry: a monograph*. Kurgan, Russia: Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, 2020:190. (In Russ.)

8. Novikova S., Zhelobitskaya E. Improve the growth of pigs and poultry? – Suppress pathogenic microflora. *Kombikorma*. 2021;3:73-74. (In Russ.)
9. Oborin M. Improving the efficiency of agricultural production based on innovatio. *Vestnik NGIEI*. 2023;1(140):57-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2023-1-57-67>
10. Sazonova I.A., Pronina V.I., Bashinskaya O.S. Biological potential of *Nigella* for use in animal and poultry feed. *III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Nauchnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh aridizatsii klimata"*. March 23-24, 2023. Saratov, Russia: ООО "Amirit", 2023:237-241. (In Russ.)
11. Skvortsova L.N., Yurina N.A., Korotkin A.S., Blinkov M.S. Use of phytobiotics in the diets of agricultural animals. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogotsentrа po zootekhnii i veterinarii*. 2021;10(1):193-196. (In Russ.) <https://doi.org/10.48612/2vx8-vhbr-dm13>
12. Strelnikova I.I., Kislitsyna N.A. Efficiency of using phytobiotics in poultry farming. *Vestnik of Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2020;6(4):433-444. (In Russ.) <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-433-444>
13. Trukhachev V.I., Selionova M.I., Zagarin A.Yu. Use of phytobiotics in feeding monogastric animals (review). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023;1(4):126-143. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-126-143>
14. Abd El-Hack M.E., Alagawany M., Shaheen H. et al. Ginger and its derivatives as promising alternatives to antibiotics in poultry feed. *Animals*. 2020;10(3):452. <https://doi.org/10.3390/ani10030452>

Сведения об авторах

Сазонова Ирина Александровна, д-р биол. наук, доцент, главный научный сотрудник ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектный институт сорго и кукурузы»; 410050, Российская Федерация, г. Саратов, пос. Зональный, 1-й Институтский пр-д, 4; e-mail: iasazonova@mail.ru; тел.: (8452) 79–49–69

Пронина Виктория Игоревна, ассистент кафедры «Общеобразовательные дисциплины», специалист сектора патентования результатов научно-исследовательской деятельности, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пл. Театральная, 1; e-mail: pronina_vikulya@mail.ru; тел.: (8452) 26–06–39

Ерохина Анна Викторовна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектный институт сорго и кукурузы»; 410050, Российская Федерация, г. Саратов, пос. Зональный, 1-й Институтский пр-д, 4; e-mail: eroha46@mail.ru; тел.: (8452) 79–49–69

Information about the authors

Irina A. Sazonova, DSc (Bio), Associate Professor, Chief Research Associate, Russian Scientific Research and Technological Design Institute of Sorghum and Corn (4 Perviy Institutskiy Secondary St., Saratov, 410050, Russian Federation); phone: (8452) 79–49–69; e-mail: iasazonova@mail.ru

Victoria I. Pronina, Assistant at the Department of General Education Disciplines, Specialist of the Sector of Patenting the Results of Research Activities, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov (1 Teatralnaya Sq., Saratov, 410012, Russian Federation); phone: (8452) 26–06–39; e-mail: pronina_vikulya@mail.ru

Anna V. Erokhina, Senior Research Associate, Russian Scientific Research and Technological Design Institute of Sorghum and Corn (4 Perviy Institutskiy Secondary St., Saratov, 410050, Russian Federation); phone: (8452) 79–49–69; e-mail: eroha46@mail.ru

СОЗДАНИЕ НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ
В ОБОРОТ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ

Н.В. АРЗАМАСЦЕВА, Р.А. МИГУНОВ, И.Е. БЫСТРЕНИНА, М.В. КАГИРОВА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

В государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса аргументирована необходимость введения в производственный оборот пустующих сельскохозяйственных земель на площади 13234,8 тыс. га до 2030 года. Возобновление их использования будет решать экономические, экологические, социальные, геополитические вопросы. Имеющиеся подходы и меры по расширению использования сельскохозяйственных земель малоэффективны при отсутствии благоприятной ситуации в аграрной экономике. Выявление условий, необходимых для вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель, является целью исследований. В работе рассмотрены экономические теории земельной ренты и эффективного спроса Дж.М. Кейнса в рамках решения проблемы вовлечения в производственный процесс заброшенных сельхозугодий, свертывания процессов трансформации в другие категории земель, что в совокупности с общенаучными методами познания и специальными статистическими методами анализа позволило раскрыть условия, необходимые для этого процесса: рост уровня рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию, земельной ренты, причем рост земельной ренты за счет повышения рыночных цен на продукцию должен опережать рост земельной ренты за счет производительности почвы. Выявлен экономический механизм создания данных условий: превышение спроса над предложением на рынке сельскохозяйственной продукции, который может быть организован через прямую и косвенную поддержку спроса населения на продовольствие и повышения спроса на сельскохозяйственную продукцию со стороны государства.

Ключевые слова: неиспользуемые земли сельскохозяйственного назначения, трансформация сельхозугодий, теория эффективного спроса Дж.М. Кейнса, земельная рента, государственная программа.

Введение

Площадь неиспользуемых сельскохозяйственных земель в РФ составляет 44 млн га, из которых 20 млн га – пашня. Органы управления сельским хозяйством считают целесообразным использовать пустующие сельскохозяйственные угодья по назначению [9]. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации от 14 мая 2021 г. предполагает до 2030 года увеличение площади земель сельскохозяйственного назначения на 13 млн га. При этом в Программе отмечается его обоснованность на основе возможности решения ряда стратегических задач (экономических, социальных, экологических):

- Необходимость расширения площади посевов исходя из положений закона убывающей отдачи (интенсивное использование сельскохозяйственных земель имеет предел роста урожайности при данном уровне развития технологии).

- Увеличение экспорта сельскохозяйственной продукции – в частности, органической сельскохозяйственной продукции. Неиспользуемые сельхозугодья более пригодны для производства органической продукции согласно требованиям, предъявляемым к землям данной категории. Расширение земельных арендных отношений с дружественными странами в рамках развития органической индустрии.

- Снижение интенсивности использования сельскохозяйственных земель. Расширение производственного оборота земли будет способствовать сохранению плодородия почвы [14].

- Развитие зеленой экономики через использование альтернативных систем земледелия, при которых снижается урожайность сельскохозяйственных культур и требуется больше земли для производства товарной растениеводческой продукции, выращивания кормовых культур для нужд животноводства [10].

- Рост занятости населения в регионах, где появятся новые рабочие места [18]. По прогнозам Минсельхоза РФ, данная государственная программа будет способствовать развитию малого и среднего бизнеса.

Проблема заключается в реализации данной Госпрограммы: возможность ввода в производственный оборот за 10 лет большой площади (13 млн га) неиспользуемых сельскохозяйственных земель с точки зрения наличия мощностей для расширения производства сельскохозяйственной продукции и обеспечения эффективности ее производства и реализации.

Министерство сельского хозяйства РФ использует меры и подходы на основании факторов, способствующих расширению площади сельхозугодий: бесплатная передача сельскохозяйственных угодий, предоставление налоговых и кредитных льгот, выплаты подъемных, грантов. Во всех регионах имеются программы по вовлечению в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель, например: «Дальневосточный гектар», «Дальний Ленинградский гектар», «Вологодский гектар» и т.д. [3].

В рамках Программы Минсельхоз проводит агрохимические и эколого-токсикологические исследования, подготовку проектов межевания и кадастровые работы, реконструкцию мелиоративных и гидротехнических сооружений, мелиоративные мероприятия по сокращению деградации земли, что способствует расширению использования сельхозугодий. 32% неиспользуемых сельхозугодий являются земельными долями. Признание невостребованных долей сельхозземель муниципальной собственностью представляет собой один из подходов вовлечения в производственный оборот сельскохозяйственных угодий. Разграничение государственной собственности на сельхозугодья, целевое использование земли – это правовые подходы к решению проблемы. Программы Минсельхоза по улучшению материально-технической базы сельхозпроизводителей, увеличению дохода сельского населения позволяют расширить площадь сельскохозяйственных земель. Однако не все эксперты считают, что используемые Минсельхозом меры и подходы будут способствовать введению в оборот 13 млн га сельскохозяйственных земель в полном объеме [13].

Ряд ученых считает, что экономические меры в виде подъемных, льготных кредитов и льготных налогов для субъектов, использующих вновь введенные сельскохозяйственные земли, не являются стимулом [4]. Важнее для землепользователей имеющаяся экономико-социальная инфраструктура. Субсидии, гранты, подъемные для введения в оборот пустующих сельскохозяйственных земель могут оказаться неэффективными при неблагоприятной рыночной конъюнктуре, то есть будет наблюдаться их изъятие через механизм цен [6]. По мнению других экспертов, признание невостребованных долей сельхозземель муниципальной собственностью не всегда способствует внедрению данных земель в производственный оборот [5]. Эти земли трансформируются в муниципальные неиспользуемые земли. Разграничение

сельхозугодий на федеральную собственность, собственность субъектов Федерации и муниципальную собственность происходит крайне медленно [4]. Так, в настоящее время 87% государственных земель являются неразграниченными. Предлагаемые [5, 7, 8, 11, 16, 17] механизмы вовлечения в производственный оборот сельскохозяйственных угодий: институциональные преобразования, разработка экономико-правовых стимулов – являются инструментами, ускоряющими сокращение пустующих сельскохозяйственных угодий.

Используемые Минсельхозом РФ меры и подходы, предлагаемые ведущими экспертами экономико-организационные механизмы по введению пустующих сельскохозяйственных земель в оборот не решили проблему. За период с 2017 по 2021 гг. площадь заброшенных сельскохозяйственных угодий не сократилась. В данный период реализовывались региональные программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения. Значит, необходимо создать условия, при которых государственные меры и подходы будут эффективными. Но если не создадутся определенные условия в экономике сельского хозяйства, то данные мероприятия будут малоэффективными [4].

Новизна исследований заключается в выявлении условий, необходимых для вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель и сокращения трансформации сельхозугодий в другие категории земель. Данные условия могут быть созданы практическим применением теории эффективного спроса Дж. Кейнса.

Цель исследований: выявление условий, необходимых для вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель.

Материал и методы исследований

Методологической основой исследований выступает комплексный подход, в рамках которого рассмотрены вопросы о необходимости создания благоприятных условий для ввода неиспользуемых сельскохозяйственных земель в производственный оборот. Теоретической основой послужили исследования отечественных и зарубежных ученых в области аграрной экономики и земельных отношений. Для расчетов использованы статистические базы и материалы Министерства сельского хозяйства РФ, Росреестра, Росстата. Применялись статистические методы обработки информации включая методы выравнивания динамических рядов, расчета макроэкономических показателей и показателей сравнения.

Результаты и их обсуждение

В Российской Федерации в период с 2017 по 2021 гг. ежегодно в оборот включаются более 1 млн га сельскохозяйственных земель, 70% из которых составляет пашня (табл. 1).

На первый взгляд, имеющиеся подходы и меры Минсельхоза РФ по расширению использования сельскохозяйственных земель являются эффективными, и если сохранится темп вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель, то к 2030 году площадь земель сельскохозяйственного назначения увеличится на 13 млн га. Однако в землепользовании сельского хозяйства происходит двухсторонняя трансформация земель. Наряду с вовлечением в производственный оборот сельскохозяйственных земель осуществляется выведение земель из оборота [15]. На 01.01.2021 г. площадь неиспользуемых сельскохозяйственных угодий увеличилась на 4% в сравнении с 01.01.2017 г. При этом за данный период было введено в оборот 8,5 млн га сельхозугодий (табл. 2).

Таблица 1

**Динамика площадей вовлеченных сельскохозяйственных угодий
в период 01.01.2017-01.01.2021, млн га [1]**

Годы	Площадь вовлеченных сельскохозяйственных угодий, млн га	Площадь вовлеченной пашни, млн га
01.01.2017	1,54	1,54
01.01.2018	1,87	1,48
01.01.2019	1,91	1,39
01.01.2020	1,60	1,35
01.01.2021	1,67	1,36

Таблица 2

**Динамика площадей неиспользуемых сельскохозяйственных угодий
в период 01.01.2017-01.01.2021, млн га [1]**

Годы	Площадь неиспользуемых сельскохозяйственных угодий, млн га	Площадь неиспользуемой пашни, млн га
01.01.2017	31,73	18,93
01.01.2018	32,73	19,4
01.01.2019	33,08	19,58
01.01.2020	32,68	19,31
01.01.2021	33,04	18,8

Выведение сельскохозяйственных угодий из производственного оборота опережает их ввод. Исходя из этого, целесообразно рассмотреть вопрос о создании условий для увеличения площади сельхозугодий за счет вовлечения в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения и сокращения трансформации сельхозугодий в другие категории земель.

Во всех работах по данной теме раскрывается влияние земельной ренты и рыночной цены сельскохозяйственной продукции на решение проблемы [2, 7, 17]. Абстрагируемся от других экономических показателей, факторов производства для выявления условий, при которых земельная рента и рыночная цена на сельхозпродукцию влияют на расширение оборота сельскохозяйственных земель.

Влияние рыночных цен сельскохозяйственной продукции на ввод неиспользуемых сельскохозяйственных земель в производственный оборот раскрывают работы [6, 7, 17], где обоснована взаимосвязь между экономическими процессами: рост уровня рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию стимулирует использование пустующих сельскохозяйственных земель. Рост уровня цен на внутреннем рынке способствует росту потребления импортной продукции. По причине санкционного давления этот процесс замедлен. Соответственно рост уровня цен на сельскохозяйственную продукцию в полной мере будет способствовать расширению отечественного производства.

Исследование влияния величины земельной ренты на расширение посевов исходит из основных положений классической и неоклассической школ. Проблему забрасывания земель рассматривали в истории экономической мысли (фон Тюнен, Бургес, Алонсо, Ульман и т.д.) именно в рамках теории земельной ренты [17]. В современных моделях землепользования величина земельной ренты является также важным критерием. В теориях земельной ренты исследование базируется на принципах монопольного владения, ограниченности ресурса, неэластичности предложения земли. В условиях наличия пустующих земель сельскохозяйственного назначения площадью 44 млн га и нежелания бесплатно получить в собственность земельный участок теорию земельной ренты необходимо интерпретировать с учетом современной ситуации на рынке сельскохозяйственных земель России.

Какие должны быть условия для вовлечения в оборот пустующих земель сельскохозяйственного назначения и как их создать – аргументируется в работе через призму теории земельной ренты и теории эффективного спроса Дж. Кейнса.

Земля – важнейший фактор производства в сельском хозяйстве. На факторы производства спрос произведен. Соответственно спрос на земельные ресурсы зависит от рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию. Доход от земли зависит, исходя из методики расчета земельной ренты, от рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию и цен производства (1):

$$D_p = (C_p - C_{np}) \times Y_p, \quad (1)$$

где: D_p – земельная рента, руб./га.; C_p – рыночная цена, руб./ц; C_{np} – цена производства, руб./ц; Y_p – нормативная урожайность, ц/га.

Рост земельной ренты осуществляется за счет повышения рыночных цен на продукцию либо за счет производительности почвы. Для решения проблемы включения в оборот сельскохозяйственных земель необходимо понять механизм включения новых участков земли в производство. Анализ классической и неоклассической теорий земельной ренты показывает, что рост земельной ренты за счет производительности почвы не способствует расширению оборота сельскохозяйственных земель. Необходимо создать такие условия, при которых происходит рост рыночных цен, земельной ренты. При этом рост земельной ренты за счет повышения рыночных цен на продукцию должен опережать рост земельной ренты за счет производительности почвы.

Экономический механизм создания данных условий – превышение спроса над предложением на рынке сельскохозяйственной продукции. Вопрос роста потребностей на сельскохозяйственную продукцию может решить теория эффективного спроса Дж.М. Кейнса. Расширение производства исходит не от совокупного предложения, а от совокупного спроса (рис. 1). От совокупного спроса зависят занятость и загрузка производственных мощностей, в том числе сельхозугодий. Необходимо стимулировать спрос на сельскохозяйственную продукцию согласно теории эффективного спроса Дж. Кейнса [5].

Стимулирование спроса на агропродовольственную продукцию в реальной экономике происходит двумя путями:

- прямая и косвенная поддержка спроса населения на продовольствие, включающая в себя меры по поддержке и роста дохода населения, оказанию продовольственной помощи малообеспеченным слоям населения, регулированию инфляционных процессов;
- повышение спроса на сельскохозяйственную продукцию со стороны государства, включающее в себя интервенцию посредством политики поддерживаемых цен, протекционистские меры по защите внутреннего рынка от импортеров, экспортные субсидии, государственные закупки [12].

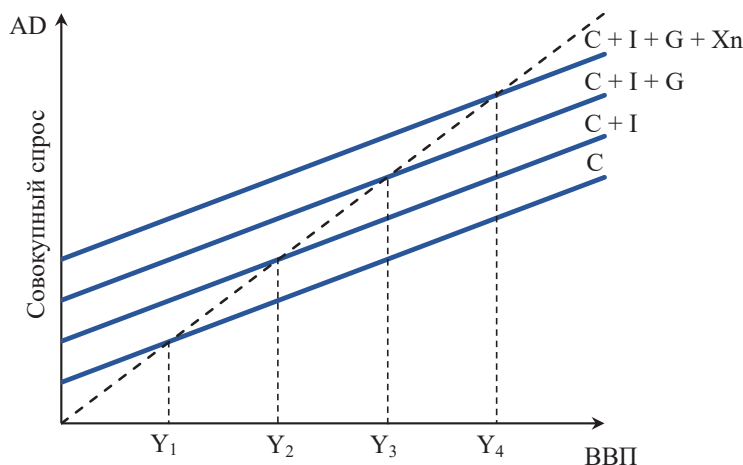


Рис. 1. «Кейнсианский крест»:

C – потребительские расходы населения; I – валовые инвестиции;
 G – государственные закупки; X_n – чистый экспорт

Рынок продовольствия характеризуется особенностями, которые необходимо учитывать при расширении спроса:

1. Рынок продовольствия имеет предел насыщения, по мере приближения к которому спрос становится неэластичным по доходам населения. Необходимо расширять производство, направленное не на конечное потребление, а на промежуточное потребление в других отраслях и видах экономической деятельности, а также на расширение экспортного потенциала страны. С учетом геополитической ситуации обоснованным считаем расширение деятельности отраслей, где сельское хозяйство является источником сырья. Решая вопрос, связанный с импортозамещением, необходимо существенно расширить сырьевую базу для пищевой и текстильной промышленности, фармацевтической отрасли, производства косметики, химической промышленности [4]. При этом коэффициенты прямых затрат, рассчитанные на основе симметричных таблиц «Затраты – выпуск» системы национальных счетов (2016 г.) свидетельствуют о том, что увеличение производства на 1000 руб., например, мясных продуктов требует роста выпуска в сельском хозяйстве на 799,8 руб., масла и жиров – на 776,2 руб., кормов для животных – на 633,5 руб., мукомольной продукции – на 632,2 руб., молочных продуктов – на 552,2 руб. и т.д.

Развитие науки и новых технологий способствует более широкому использованию сельскохозяйственного сырья. Выращивание сельскохозяйственных культур для биотоплива, биопластика не накладывает жестких требований к качеству земель сельскохозяйственного назначения. Это дает возможность использовать пустующие сельскохозяйственные земли, менее плодородные и в неблагоприятных природно-экономических условиях.

Вопрос расширения импортозамещения и увеличения спроса на сельскохозяйственную продукцию можно решить за счет восстановления подотраслей сельского хозяйства, которые были разрушены в 1990-е гг. На 1 января 2022 г. площадь сельскохозяйственных земель под лекарственные культуры составляет только 13,9 тыс. га, под эфиромасличные культуры – 91,6 тыс. га, под лен-долгунец – 41 тыс. га. Введенные санкции против России вынуждают решать проблему самообеспечения лекарственной, парфюмерно-косметической, текстильной продукцией. Спрос на сельскохозяйственную продукцию этих подотраслей способствует производному спросу на земли сельскохозяйственного назначения.

2. Расширение спроса на агропродовольственном рынке является проблематичным в связи с убывающей численностью населения России (рис. 2).

Росстат представил три варианта демографического прогноза до 2046 года. По базовому варианту прогноза численность населения сократится до 138,77 млн чел. Оптимистический вариант прогноза предполагает рост численности населения до 150,87 млн чел. Пессимистический вариант – 130,6 млн чел. Прогнозы были сделаны без учета проживающих в новых регионах РФ. Однако при росте потребления основных продуктов питания на основе сельскохозяйственного сырья в последние годы (рис. 3) по некоторым из них не достигнуты физиологические нормы, рекомендуемые Министерством здравоохранения РФ (например, по молоку потребление в 2022 г. было ниже нормы на 29,2%, по овощам – на 29,3%), что при требовании продовольственной независимости страны является резервом роста спроса со стороны секторов экономики, обеспечивающих конечное потребление.

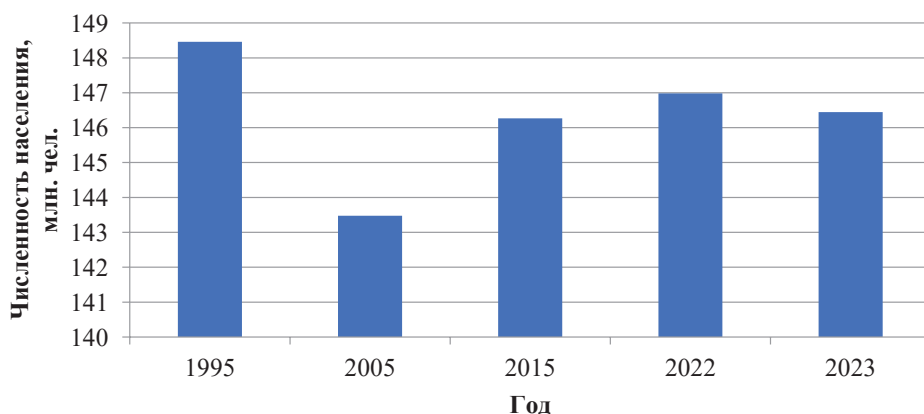


Рис. 2. Динамика численности населения в Российской Федерации, млн чел. (с 2015 г. с учетом территории Республики Крым)

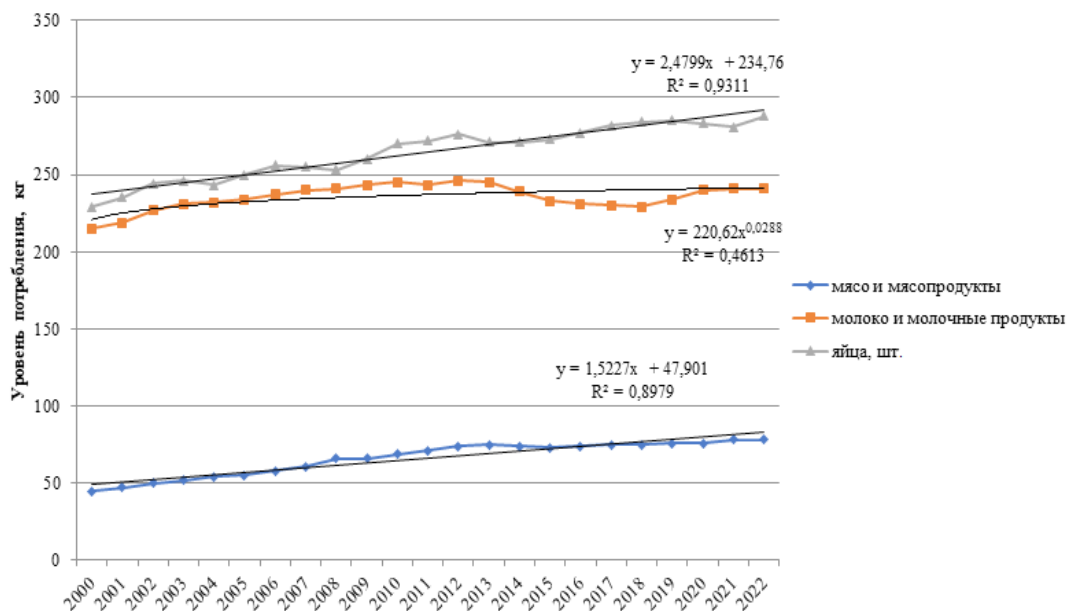


Рис. 3. Потребление продуктов питания на душу населения в год, кг

Стоит отметить, что по многим продуктам питания удовлетворение спроса на уровне нормы потребления обеспечено не за счет собственного производства, о чем свидетельствуют коэффициенты самообеспечения, рассчитанные на основе данных балансов продовольственных ресурсов (рис. 4).

Имеющиеся возрастающие тенденции в объемах экспорта зерна с 2010 по 2022 гг. в 3 раза, а продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в целом – в 2,7 раза, также свидетельствует о возможности расширения производства в аграрном секторе, причем с определенными показателями качества продукции (соответствие, например, экологическим стандартам). Это потребует не только обеспечения роста продуктивности имеющихся угодий на основе применения удобрений и стимуляторов роста, новых технологий производства, но и расширения сельскохозяйственных угодий за счет земель, длительное время не используемых в производственном обороте, не содержащих агрессивных химических веществ.

В перспективе предполагается более глубокое рассмотрение политики экспансии для решения проблемы вовлечения в хозяйственный оборот пустующих сельскохозяйственных земель.

Рост спроса на сельскохозяйственную продукцию должен опережать рост предложения сельскохозяйственной продукции, что приведет к повышению уровня цен на сельскохозяйственную продукцию [7] (рис. 5).

Согласно неоклассической теории земельной ренты данная ситуация приведет к росту земельной ренты. Так, С. Фишер считал, что «...при увеличении спроса на продукты питания одновременно растут и цены на продукты, и арендная плата за землю, используемую в сельском хозяйстве. Арендная плата увеличивается, так как увеличились цены на продукцию, а не наоборот».

Возникшая экономическая прибыль привлечет в сельское хозяйство новые предприятия, дополнительные ресурсы (рис. 5). По мере увеличения использования ресурсов в отрасли предложение сельскохозяйственной продукции на рынке будет расти, тем самым понижая уровень цен до более низкого. Экономическая прибыль будет сохраняться до тех пор, пока краткосрочное рыночное предложение не возрастет до S_2 . Тогда уровень рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию снизится. Земельную ренту, появившуюся в результате повышения спроса, конкуренция сводит к нулю. Поэтому необходимо постоянно поддерживать такое «неравенство»: спрос превышает предложение.

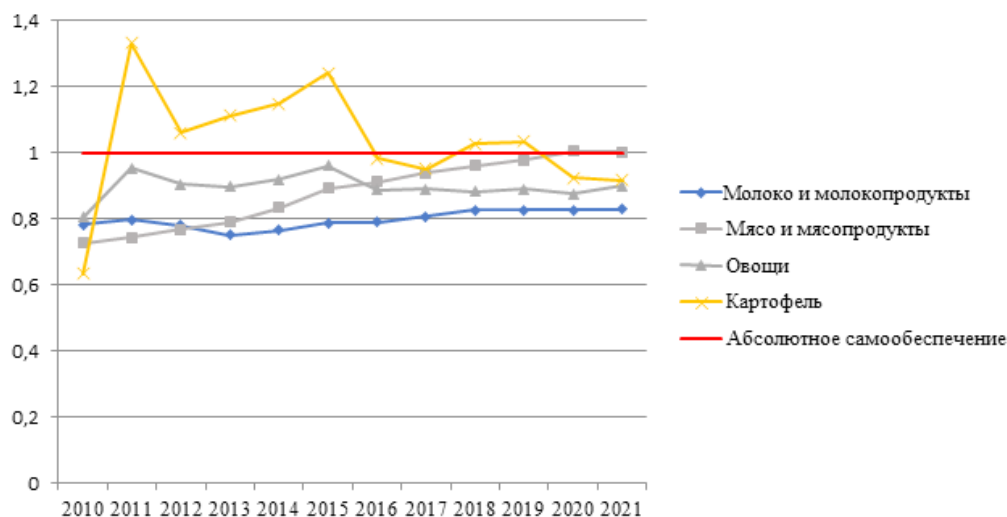


Рис. 4. Коэффициенты самообеспечения производственного и конечного потребления продукции на основе сельскохозяйственного сырья в России

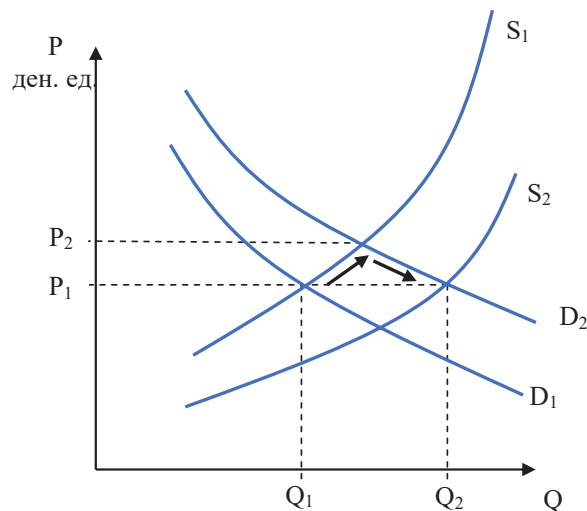
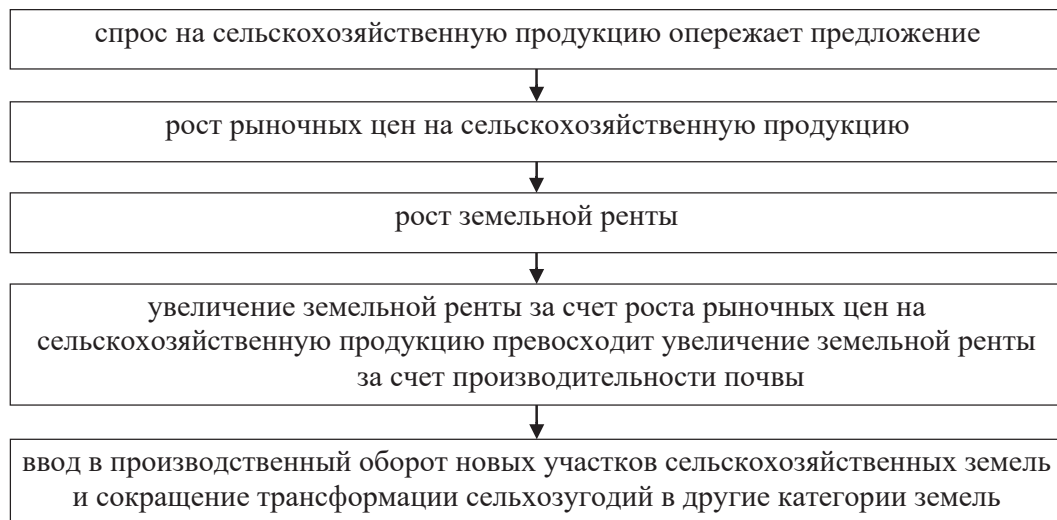


Рис. 5. Краткосрочное равновесие (S_1D_1) и долгосрочное равновесие (S_2D_2) на рынке сельскохозяйственной продукции:
 P – уровень рыночных цен на рынке сельскохозяйственной продукции;
 Q – объем сельскохозяйственной продукции

Для вовлечения в сельскохозяйственный оборот 13 млн га пустующих земель сельскохозяйственного назначения растущий спрос на сельскохозяйственную продукцию должен быть в таком объеме, что будет удовлетворяться не только за счет производительности почвы, но и за счет увеличения площади сельскохозяйственных угодий.

Условия для вовлечения в оборот неиспользуемых сельхозугодий:



Исследование проблем вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель и сокращения трансформации сельхозугодий в другие категории в рамках теории земельной ренты и теории эффективного спроса Дж. Кейнса показывает, что форсированное расширение посевов нецелесообразно, если не созданы благоприятные условия для данного процесса. Условие «Спрос на сельскохозяйственную продукцию растет быстрее, чем урожайность» является основой для решения проблем вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель.

Выводы

Расширение площади сельскохозяйственных угодий позволит решить социально-экономические проблемы страны: проводить политику импортозамещения, повысить занятость в сельской местности, развивать зеленую экономику, расширить производство органической продукции, увеличить экспорт сельскохозяйственной продукции в дружественные страны.

Используемые Минсельхозом РФ меры и подходы способствуют введению в оборот пустующих сельхозугодий: бесплатная передача сельскохозяйственных угодий, предоставление налоговых и кредитных льгот, выплаты подъемных, грантов; мелиоративные мероприятия по сокращению деградации земли; признание невосстребованных долей сельхозземель муниципальной собственностью; разграничение государственной собственности на сельхозугодья; целевое использование земли; улучшение материально-технической базы сельхозпроизводителей; увеличение дохода сельского населения. Но для введения в оборот большой площади (13 млн га) сельскохозяйственных земель необходимо создать условия.

В работе исследовано, как рыночные цены на сельскохозяйственную продукцию и величина земельной ренты воздействуют на изменение площади используемой земли в аграрном секторе, какие условия необходимы, чтобы данные экономические категории повлияли на введение в производственный оборот пустующих сельскохозяйственных земель и сокращение трансформации сельхозугодий в другие категории.

Рассмотрены экономические теории, раскрывающие возможность вовлечения в оборот заброшенных сельхозугодий. Исследование проблем неиспользуемых сельскохозяйственных угодий в рамках теорий земельной ренты и эффективного спроса Дж.М. Кейнса позволило дать оценку условий, необходимых для расширения оборота сельскохозяйственных земель. Итогом исследований стало выявление условий, необходимых для ввода в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель: спрос на сельскохозяйственную продукцию должен опережать предложение, способствуя росту уровня рыночных цен, увеличивая получение земельной ренты, причем рост земельной ренты за счет повышения цен должен превосходить рост земельной ренты за счет урожайности.

Подходящие условия могут возникнуть в результате политики экспансии, при стимулировании спроса на сельскохозяйственную продукцию через прямую и косвенную поддержку спроса населения на продовольствие и повышения спроса на сельскохозяйственную продукцию со стороны государства. Необходимы новые потребности в сельскохозяйственной продукции, для производства которой требуются дополнительные площади земли. Возможные варианты увеличения спроса на сельскохозяйственную продукцию: расширение деятельности отраслей, где сельское хозяйство является источником сырья; рост экспорта сельскохозяйственной продукции в дружественные страны; развитие зеленой экономики через выращивание сельскохозяйственных культур для производства биотоплива, биопластика; восстановление подотраслей, производящих лекарственные, эфиромасличные, технические культуры; рост производства органической продукции.

Интерпретируя результаты, стоит учитывать, что они получены при абстрагировании от других факторов производства сельского хозяйства, процессов, явлений, влияющих на состояние и использование земель сельскохозяйственного назначения. Несмотря на это выявление благоприятных условий для ввода пустующих сельхозугодий в оборот, рассмотрение экономического механизма их создания будут способствовать решению проблемы.

Библиографический список

1. Аналитический центр Минсельхоза России. Официальный сайт. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mcxac.ru/monitoring-zemel/state_land/ (дата обращения: 15.04.2024).
2. Арзамасцева Н.В. Институциональный механизм формирования и изъятия земельной ренты в сельском хозяйстве России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 153-157.
3. Арзамасцева Н.В. Неиспользуемые сельскохозяйственные земли: проблема и перспективы // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 1. – С. 572-575.
4. Арзамасцева Н.В., Ковалева Е.В., Мухаметзянов Р.Р. Критический анализ подходов вовлечения неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот // Известия ТСХА. – 2022. – № 3. – С. 77-89.
5. Волков С.Н., Липски С.А. Правовые и землеустроительные меры по вовлечению неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в хозяйственный оборот и обеспечению их эффективного использования // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – № 2. – С. 5-10.
6. Гайсин Р.С. Особенности формирования спроса и предложения на агропродовольственном рынке развитых стран по долгосрочным циклам его развития // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. – № 5. – С. 26-35.
7. Желязков А.Л., Латышева А.И., Сетуридзе Д.Э. Влияние стоимости сельскохозяйственных угодий на эффективное вовлечение в оборот не востребуемых земель // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 10 (164). – С. 69-76.
8. Заворотин Е.Ф. Организационно-экономический механизм вовлечения неиспользуемых сельхозугодий в хозяйственный оборот // АПК: Экономика, управление. – 2010. – № 6. – С. 15-19.
9. Мигунов Р.А., Сюткина А.А. Основные экономические доктрины, отвечающие на вызовы развития аграрного сектора России // Тренды развития сельского хозяйства и агрообразования в парадигме Зеленой экономики: Материалы Международной научно-практической конференции (г. Москва, 14-15 июня 2023 г.). – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 72-76.
10. Зарук Н.Ф., Мигунов Р.А., Кагирова М.В. и др. Размещение производства органической продукции растениеводства в условиях формирования зеленой экономики: монография. – М.: ЭйПиСиПабблишинг, 2023. – 188 с.
11. Сарайкин В., Узун В., Янбых Р. Оценка российского экспортного потенциала зерна за счет освоения заброшенных земель // Экономическое развитие России. – 2014. – Т. 21, № 5. – С. 40-43.
12. Светлов Н.М. Теоретическая модель развития растениеводства южного Нечерноземья в длительной перспективе // Известия ТСХА. – 2018. – № 6. – С. 75-99.
13. Светлов Н.М. Перспективы использования сельхозугодий, выведенных из оборота // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 10. – С. 45-53.
14. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования: монография. – М.: РАН, 2019. – 349 с.
15. Узун В.Я. «Белые пятна» и неиспользуемые сельхозугодья: что показала сельскохозяйственная перепись 2016 года // Экономическое развитие России. – 2017. – № 12. – С. 36-43.
16. Шагайда Н.И. Вовлечение неиспользуемых земель в сельхозоборот: плохое качество институтов // Аналитический вестник. – 2016. – № 24 (623). – С. 66-72.

17. Шагайда Н.И., Светлов Н.М., Узун В.Я., Логинова Д.А., Прищепов А.В. Потенциал роста сельскохозяйственного производства России за счет вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий: монография. – М.: РАНХ и ГС при Президенте Российской Федерации, 2018. – 70 с.

18. Migunov R.A., Syutkina A.A., Zaruk N.F. et al. Global Challenges and Barriers to Sustainable Economic Growth in the Agribusiness Sector // WSEAS Transactions on Business and Economics. – 2023. – Vol. 20. – Pp. 923-930.

CREATING THE NECESSARY CONDITIONS FOR INVOLVING ABANDONED AGRICULTURAL LAND IN THE TURNOVER

N.V. ARZAMASTSEVA, R.A. MIGUNOV, I.E. BYSTRENINA, M.V. KAGIROVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The state program for the effective involvement of agricultural land in the turnover and the development of land reclamation provides for the introduction of 13,234.8 thousand hectares of abandoned agricultural land into the production turnover by 2030. Renewal of their use will solve economic, ecological, social and geopolitical problems. Existing approaches and measures to expand the use of agricultural land are ineffective in the absence of a favorable situation in the agrarian economy. The purpose of the study is to identify the conditions necessary for the involvement of abandoned agricultural land in the turnover. The article considers the economic theories of land rent and effective demand of John. M. Keynes in the framework of solving the problem of involving abandoned agricultural land in the turnover and reducing the transformation of agricultural land into other categories, which in combination with general scientific methods of knowledge and special statistical methods of analysis allowed us to reveal the conditions necessary for this process: the growth of the level of market prices for agricultural products; the growth of land rent, and the growth of land rent due to the increase in market prices for agricultural products should exceed the growth of land rent due to soil productivity. The economic mechanism of creating these conditions is revealed – the excess of demand over supply in the market of agricultural products, which can be organized through direct and indirect support of the population's demand for food and increase in demand for agricultural products by the state.

Keywords: abandoned agricultural land, transformation of agricultural land, J.M. Keynes' theory of effective demand, land rent, state program.

References

1. Analytical Center of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. (In Russ.) [Electronic source]. URL: https://www.mcxac.ru/monitoring-zemel/state_land/ (accessed: March 01, 2024)
2. Arzamastseva N.V. Institutional mechanism for the formation and withdrawal of land rent in Russian agriculture. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2019;2:153-157. (In Russ.)
3. Arzamastseva N.V. Unused agricultural land: the problem and prospects. *Ekonomika ipredprinimatelstvo*. 2021;1:572-575. (In Russ.) <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.126.01.109>
4. Arzamastseva N.V., Kovaleva E.V., Mukhametzyanov R.R. Critical analysis of approaches to involving unclaimed land in the farming business.

Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2022;3:77-89. (In Russ.)
<https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-3-77-89>

5. Volkov S.N., Lipski S.A. Legal and land use planning measures for involvement of unused agricultural land into economic circulation and for ensuring their effective use. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel*. 2017;2:5-10. (In Russ.)

6. Gaysin R.S. Features of formation of demand and supply in the agri-food market of developed countries in the long-term cycles of its development. *Ekonomika selskokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2019;5:26-35. (In Russ.)
<https://doi.org/10.31442/0235-2494-2019-0-5-26-35>

7. Zhelyazkov A.L., Latysheva A.I., Seturidze D.E. The effect of the cost of agricultural land on the effective involvement of unclaimed land. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017;10(164):69-76. (In Russ.)

8. Zavorotin E.F. Organizational and economic mechanism for involving unused farmland in economic turnover. *AIC: Economics, Management*. 2010;6:15-19. (In Russ.)

9. Migunov R.A., Syutkina A.A. The main economic doctrines responding to the challenges of development of the agricultural sector of Russia. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Trendy razvitiya selskogo khozyaystva i agroobrazovaniya v paradigme zelenoy ekonomiki"*. June 14-15, 2023. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2023:72-76. (In Russ.)

10. Zaruk N.F., Migunov R.A., Kagiroya M.V. et al. *Placement of production of organic crop products in the context of the formation of a green economy*: a monograph. Moscow, Russia: EyPiSiPublishing, 2023:188. (In Russ.)

11. Saraykin V., Uzun V., Yanbykh R. Assessment of Russian grain export potential through the development of abandoned lands. *Russian Economic Developments*. 2014;21(5):40-43. (In Russ.)

12. Svetlov N.M. Theoretical model of long-time crop production growth in the Southern Non-black Earth region. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2018;6:75-99. (In Russ.)

13. Svetlov N.M. The prospects of using of unused agricultural farmlands. *AIC: Economics, Management*. 2017;10:45-53. (In Russ.)

14. Sychev V.G. *The current state of soil fertility and the main aspects of its regulation*: a monograph. Moscow, Russia: RAN, 2019:349. (In Russ.)

15. Uzun V.Ya. "Blind spots" and unused agricultural land: results of the 2016 All-Russia census of agriculture. *Russian Economic Developments*. 2017;12:36-43. (In Russ.)

16. Shagayda N.I. Involvement of unused lands in agricultural circulation: poor quality of institutions. *Analiticheskiy vestnik*. 2016;24(623):66-72. (In Russ.)

17. Shagayda N.I., Svetlov N.M., Uzun V.Ya., Loginova D.A., Prishchepov A.V. *Potential for the growth of agricultural production in Russia due to the involvement of unused agricultural land in turnover*. Moscow, Russia: RANKh i GS pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii, 2018:70. (In Russ.)

18. Migunov R.A., Syutkina A.A., Zaruk N.F. et al. Global Challenges and Barriers to Sustainable Economic Growth in the Agribusiness Sector. *WSEAS Transactions on Business and Economics*. 2023;20:923-930.

Сведения об авторах

Арзамасцева Наталия Вениаминовна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры политической экономии и мировой экономики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 123434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (905) 755–23–60; e-mail: narzamasceva@rgau-msha.ru

Мигунов Ришат Анатольевич, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры политической экономии и мировой экономики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 123434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (917) 526–77–84; e-mail: migunov@rgau-msha.ru

Быстренина Ирина Евгеньевна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 123434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (905) 714–61–25; e-mail: iesh@rambler.ru

Кагирова Мария Вячеславовна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры статистики и кибернетики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 123434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–07–48; e-mail: mkagirova@rgau-msha.ru

Information about the authors

Natalia V. Arzamastseva, CSc (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Political Economy and World Economy, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (905) 755–23–60; e-mail: narzamasceva@rgau-msha.ru

Rishat A. Migunov, PhD (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Political Economy and World Economy, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (917) 526–77–84, e-mail: migunov@rgau-msha.ru

Irina E. Bystrenina, CSc (Ped), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Applied Information Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (905) 714–61–25; e-mail: iesh@rambler.ru

Maria V. Kagirova, CSc (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Statistics and Cybernetics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–07–48; e-mail: mkagirova@rgau-msha.ru

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРНОЙ КОМПОНЕНТЫ ИНВЕСТИЦИЙ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

О.Д. ЕРМОЛЕНКО

(Ростовский государственный экономический университет)

В современном мире роль человеческого капитала в стабильном развитии сельского хозяйства страны огромна. Проблемы развития сельского хозяйства нельзя решить исключительно путем усовершенствования материальных факторов производства. Важное значение имеет развитие трудового фактора, основанного на человеческих ресурсах. В связи с этим человеческий капитал можно считать ключевым элементом успешного развития сельского хозяйства. Однако сегодня наблюдается устойчивая негативная тенденция оттока человеческого капитала из сельских районов, что только усугубляет сложности в развитии как сельских территорий, так и агропромышленного комплекса. Эти проблемы приводят к спаду трудовой активности сельского населения, росту социального иждивенчества и крайне низкой степени заинтересованности в проводимых правительством реформах в АПК. Для преодоления негативных тенденций и устойчивого развития сельского хозяйства необходимо принимать комплексные меры, направленные на решение проблем, связанных с развитием человеческого капитала в сельских районах, расширение и развитие инфраструктурной компоненты инвестиций. Развитие человеческого капитала в сельских районах является ключевым фактором устойчивого развития сельского хозяйства и агропромышленного комплекса. Целью исследований стало определение роли и значимости инфраструктурных инвестиций в человеческий капитал сельских территорий. В процессе работы были использованы методы логического и сравнительного анализа, систематизации информации и обработки статистических данных. В статье рассматриваются основные факторы, влияющие на формирование человеческого капитала сельских территорий. Среди наиболее острых проблем выделяются отсутствие системности и комплексности в реализации инвестиционных программ и государственной поддержке развития сельских территорий, а также различия в уровне и качестве жизни сельского и городского населения. В работе подчеркивается необходимость активного участия предпринимателей в развитии человеческого капитала сельского хозяйства для устойчивого развития сельских территорий.

Ключевые слова: человеческий капитал, сельское хозяйство, трудовые ресурсы села, инфраструктурные объекты, инвестиции.

Введение

Человеческий капитал представляет собой ключевой элемент, который влияет на социально-экономическое развитие сельских районов и включает в себя совокупность знаний, умений, личных качеств и способностей людей, что позволяет им зарабатывать и достигать различных социальных результатов. Инвестиции в человеческий капитал способствуют повышению образовательного уровня, профессиональной подготовки и поддержанию здоровья населения, что в свою очередь приводит к росту производительности труда, улучшению жизненных условий и развитию сельских территорий.

Вложения в человеческий капитал имеют большое значение для сельских районов по ряду причин:

– Улучшение образования и профессиональной подготовки. Образование является основой формирования человеческого капитала. Вложения в образовательные

программы способствуют повышению уровня знаний и навыков, что позволяет людям успешно адаптироваться к изменениям на рынке труда и повышать свою конкурентоспособность.

– Поддержка здоровья населения. Здоровье является ключевым аспектом качества человеческого капитала. Инвестиции в систему здравоохранения помогают снизить уровень заболеваемости и смертности, что увеличивает продолжительность жизни и работоспособность людей.

– Развитие социальной инфраструктуры. Социальная инфраструктура: образование, здравоохранение, культура и спорт – играет важную роль в формировании человеческого капитала. Инвестиции в эту сферу улучшают доступность и качество услуг, что в свою очередь способствует развитию человеческого потенциала.

Государство занимает центральное место в процессе инвестирования в человеческий капитал сельских районов, финансируя образовательные и медицинские учреждения, а также другие объекты социальной инфраструктуры. Кроме того, государственные органы разрабатывают программы поддержки малого и среднего бизнеса, что способствует созданию новых рабочих мест и увеличению доходов населения. Бизнес также играет важную роль в этих инвестициях. Компании вкладывают средства в обучение и повышение квалификации своих сотрудников, что повышает их производительность и конкурентоспособность. Кроме того, бизнес активно участвует в финансировании социальных проектов, направленных на развитие образования, здравоохранения и культуры в сельских районах.

Одной из основных проблем инвестиций в человеческий капитал сельских территорий является недостаток финансирования. Как государственные, так и частные инвестиции часто не соответствуют требованиям для обеспечения нужного уровня развития. Тем не менее существуют возможности для улучшения ситуации. Например, развитие государственно-частного партнерства, привлечение иностранных инвестиций и внедрение инновационных технологий могут способствовать увеличению объемов вложений в человеческий капитал сельских территорий.

Цель исследований: определение роли и значимости инфраструктурных инвестиций в человеческий капитал сельских территорий.

Материал и методы исследований

Анализ эффективности инфраструктурной компоненты инвестиций в человеческий капитал сельских территорий основывается на методах логического и сравнительного анализа, систематизации обзора информации и обработки статистических данных, что позволяет выявить основные факторы, влияющие на формирование человеческого капитала, и определить приоритетные направления как государственной поддержки развития сельских территорий, так и частных инвесторов.

Результаты и их обсуждение

В условиях постоянного усложнения технологий и организации производства происходит повышение роли человека, поскольку для управления производственными и экономическими процессами требуются все большая компетенция и профессиональная подготовка. Одним из направлений научного анализа возрастающей роли человеческих качеств в развитии хозяйственной жизни стало формирование категории человеческого капитала. Формирование и развитие человеческого капитала сегодня актуальны также и для сельскохозяйственного производства.

Особенности сельскохозяйственного производства значительны. Более того, каждая из отраслей сельскохозяйственного производства не только требует формирования собственного технологического цикла производства, но и основывается на укладе жизни сельской территории, в рамках которой осуществляется данный вид производства.

Сельскохозяйственное производство реализуется в максимально полном из всех видов производственной деятельности взаимодействии человека с природой, когда сам технологический процесс включает в себя природные условия и базируется на основном факторе производства – земле, плодородие которой основывается на жизни всех населяющих ее существ: от микроорганизмов до домашних животных. Иные производства сводятся только к извлечению человеком сырья из природных ресурсов, не основываются на жизненных циклах и кругообороте всех природных веществ [4].

Подходы к определению человеческого капитала в аграрной сфере многообразны. Но в качестве наиболее краткого можно использовать его понимание как совокупность свойств сельского населения, которое определяет особенности данного вида капитала и требует разработки дополнительных аналитических подходов. Так, для его оценки возможен, например, подход «Количественная и стоимостная оценка человеческого капитала недостаточна в отношении сельчан». Эти особенности объективно детерминируются спецификой аграрной деятельности, значительными инфраструктурными ограничениями сельскохозяйственных территорий (обеспеченность образовательными и медицинскими учреждениями, электроснабжение, транспортное сообщение и пр.), а также такими социальными проблемами, как:

- низкий уровень оплаты труда в сельскохозяйственном производстве;
- отсутствие предприятий торговли, общественного питания, бытового обслуживания;
- сложные условия работы (ненормированный рабочий день, возможность отравления от контакта с ядохимикатами, высокие требования к безопасности труда).

На формирование и использование человеческого капитала в аграрном секторе оказывают влияние также природные особенности размещения человеческого капитала, сезонность, необходимость совмещения профессий.

Одной из ключевых особенностей формирования человеческого капитала в сельском хозяйстве является то, что работники живут и трудятся за пределами городских поселений, где все необходимые условия для жизни обеспечиваются благодаря мощным инфраструктурным комплексам. На селе инфраструктурные возможности обеспечения жизнедеятельности значительно меньше, что является объективной причиной отставания качества жизни на селе, чем в городских условиях. При этом труд является более напряженным, с невысокой оплатой, а условия труда значительно уступают многим профессиям в промышленности, транспорте, сфере услуг. Недостаточные инфраструктурные условия затрудняют формирование человеческого капитала сельскохозяйственного производства, поскольку сдерживают приток высококвалифицированных специалистов. Изменение данной ситуации требует кардинального изменения в управленческих подходах к формированию инфраструктуры села, выделения ее в качестве значимого социально-экономического фактора развития, что отражается на уровне инфраструктурной компоненты инвестиций в человеческий капитал сельских территорий [1].

При раскрытии особенностей инвестирования в человеческий капитал необходимо учитывать значительную теоретическую разработку ключевых аспектов инвестиционной деятельности применительно к аналогичным видам капитала.

Вопросам теории и методологии инвестирования в сельскохозяйственное производство посвящен ряд исследований. Выделяются такие функциональные сферы

сельских территорий, как здравоохранение, образование, мобильность, рождение и воспитание детей. Эти области имеют решающее значение для воспроизводства и могут быть расширены за счет других сфер инвестирования в развитие человеческого капитала сельских регионов включая создание благоприятных условий для жизни и деятельности людей, обладающих этим капиталом.

Оценка результатов инвестиций в человеческий капитал сельских территорий может быть проведена с использованием показателей, влияющих на его формирование:

- расходы на общее и специальное образование, специальную подготовку на производстве;
- расходы на поддержание здоровья;
- издержки, связанные с перемещением рабочей силы и поиском актуальной информации об экономическом положении и уровне оплаты труда;
- развитие самого человека и его семьи, а также предприятия.

Данные способы оценки человеческого капитала на селе основаны на определении цели инвестирования для его всестороннего развития, увеличении его индивидуальной доходности и росте социальной отдачи. Оценка человеческого капитала включает в себя анализ информационных и коммуникационных параметров, но представленные показатели учета компетенции сотрудников достаточно полно характеризуют состав и структуру человеческого капитала.

Инвестирование в человеческий капитал является одной из ключевых стадий его кругооборота и включает в себя вложения как в знания и навыки человека, так и в качество его жизни в сфере сельскохозяйственного производства (рис. 1).



Рис. 1. Стадии функционального кругооборота человеческого капитала

Инвестиции в инфраструктурной сфере сельскохозяйственного производства можно охарактеризовать следующими специфическими особенностями:

- долгосрочная ориентация на решение масштабных для конкретной территории задач;
- нацеленность на решение ключевых задач функционирования отдельных сфер, обеспечение их устойчивого долговременного функционирования;
- значительная финансовая ограниченность и сложность привлечения заемных средств в область хозяйствования с низким уровнем рентабельности;
- необходимость всестороннего и системного учета большого числа факторов, воздействующих на состояние управляемых объектов, прогнозирования их состояния [6].

На уровне предприятия основными этапами осуществления инвестиционной деятельности являются:

- разработка и реализация стратегии инвестирования как направления генеральной стратегии развития фирмы;
- разработка и отбор инвестиционных проектов;
- поиск финансирования проектов;
- реализация проектов, мониторинг изменений состояния проектов по сравнению с первоначальными планами, внесение коррективов в проекты.

Инвестиции сельхозпредприятий в инфраструктурные проекты являются редко реализуемой практикой, поэтому данные этапы должны быть детально разработаны, определены этапы реализации проекта. И тем больше будет вероятность достижения запланированных результатов при его осуществлении. В качестве основных результатов инвестиционной деятельности в литературе выделяются достигаемые в большей части инвестиционных проектов, а именно:

- производственное развитие фирмы, перевооружение, освоение инновационных технологий;
- повышение конкурентоспособности продукции в результате ее совершенствования, повышения качества, выпуска новых товаров, расширения ассортиментного ряда, а также за счет улучшения обслуживания потребителей, условий доставки, иных сервисов;
- более рациональное использование ресурсов фирмы в результате внедрения береговых технологий, совершенствования организации производства.

Это основные виды результатов инвестирования, кроме собственно получения дохода от предпринимательской деятельности, реализуемой на основе воплощения в жизнь инвестиционного проекта. Безусловно, спектр возможных результатов инвестирования значительно шире и может включать в себя частные задачи: например, повышение экологической безопасности, улучшение условий труда и иные аспекты, связанные с обеспечением развития человеческого капитала.

Инвестирование в качество жизни сельских жителей включает в себя капиталовложения в инфраструктурные системы, что еще раз подчеркивает обоснованность изучения инфраструктурной обеспеченности человеческого капитала как одного из ключевых факторов его воспроизводства.

Исследователи считают, что разнообразные субъекты экономической деятельности – такие, как государство, общественные организации, международные структуры, компании и домохозяйства, вносят вклад в инвестиции в человеческий капитал. Это подчеркивает значимость согласования интересов между бизнесом и обществом и необходимость усовершенствования методов воспроизводства трудовых ресурсов.

Оптимальное сочетание корпоративных и общественных экономических интересов может быть достигнуто через функционирование социально ориентированного

механизма отчуждения прав собственности на компоненты человеческого капитала корпораций, так как процесс воспроизводства начинается с индивидуального человеческого капитала каждого работника включая его самооценку.

В представленном выше широком спектре субъектов инвестирования в человеческий капитал сельских территорий основные инвестиционные процессы рассматриваются с точки зрения их образования и развития на уровне предприятия, в рамках которого формируются соответствующие финансовые и реальные активы, реализуются инвестиционные мероприятия по каждому направлению воспроизводства человеческого капитала.

Для предприятия ведущим видом инвестиций является вложение в квалификационные составляющие человеческого капитала (которые могут быть масштабированы при помощи государства в рамках частно-государственного партнерства). Но такие аспекты, как поддержка здоровья и работоспособности, обладают не меньшим значением (наличие квалифицированного, но часто болеющего работника не даст ожидаемого эффекта), поэтому инфраструктурная компонента также должна быть учтена в составе структуры инвестиций в человеческий капитал, являться элементом инвестиционной и социальной политики предприятий. Многие из них уже проводят данную работу, но в специфичной форме предоставления сотрудникам компенсаций на покрытие расходов на инфраструктурные сервисы [2].

Измерить эффективность существования развитой инфраструктуры воспроизводства человеческого капитала можно с помощью сопоставления предоставляемых предприятию сервисов при функционировании данной инфраструктуры и размером необходимых компенсаций, которые предприятия должны предоставлять работникам для снижения текучести. Для сельскохозяйственных предприятий такой подход представляется рациональным, поскольку они обладают достаточной информацией о потребностях своих сотрудников, могут оценить эффективность предоставляемой им помощи.

На сегодняшний день для сельской местности России характерен комплекс проблем, не позволяющих развиваться инфраструктуре и повышать уровень жизни населения. Развитие сельских территорий в современных условиях хозяйствования является одним из основных приоритетов аграрной политики государства и стратегии социально-экономического развития агропромышленного комплекса страны.

Важно отметить, что участие предпринимателей в развитии социальной инфраструктуры сельских районов не является новой практикой для российского менеджмента. В советское время многие крупные предприятия строили санатории, детские лагеря, медицинские клиники и спортивные комплексы. Для крупных промышленных предприятий это была распространенная практика. Не будет ошибочным утверждение того, что практически каждое предприятие обладало инфраструктурой для отдыха и восстановления сил и здоровья своих сотрудников, то есть инфраструктура воспроизводства человеческого капитала создавалась непосредственными усилиями предприятий, на которых он использовался.

Возведение объектов инфраструктуры в сельском хозяйстве в советский период в значительной степени зависело от возможностей сельскохозяйственного предприятия, и в результате оно имело значительно большие издержки в социальной сфере, чем промышленные предприятия, размещавшиеся в городах и использовавшие городскую инфраструктуру для удовлетворения запросов своих трудовых коллективов.

Испытывая на себе значительное бремя социальных издержек, сельскохозяйственные предприятия советского периода не могли сконцентрировать усилия на создании эффективных сервисных систем, хотя потребности в воспроизводстве человеческого капитала на селе всегда были значительными, и руководители уделяли внимание этой сфере, постоянно предпринимая попытки развития социальной инфраструктуры.

Примером реализации масштабной сервисной системы воспроизводства человеческого капитала, реализованного усилиями сельскохозяйственных предприятий, может служить создававшаяся с 1960-х гг. система санаториев «Донагрокурорт», возводимая долевым участием сельскохозяйственных предприятий Азовского, Зерноградского, Кагальницкого и Неклиновского районов Ростовской области. С 1970-х гг. участниками формирования данного комплекса санаториев стали предприятия Егорлыкского, Песчанокского, Целинского и Ремонтненского районов. В настоящее время санатории «Тихий Дон» (Черноморское побережье, пос. Лазаревское), «Дон» и «Руно» (г. Пятигорск) объединены в рамках сельскохозяйственного кооператива «Донагрокурорт», который является единственным в России санаторно-курортным объединением для работников сельского хозяйства, созданным сельхозпредприятиями и сохранившим коллективную собственность.

Применение накопленного опыта инфраструктурного развития имеет огромное значение, так как рыночные механизмы не могут гарантировать создание оптимальных условий для воспроизводства человеческого капитала в сельской местности. Даже если сельский житель обеспечен жильем и высоким доходом, недостаток инфраструктуры может подтолкнуть его к переезду в город для получения качественного образования детьми, медицинской помощи, доступа к торговым, рекреационным и другим услугам. Развитие современной инфраструктуры села требует модернизации существующих механизмов совместной инвестиционной деятельности государства и бизнеса, а для этого необходимо уточнить ряд специфических особенностей инвестирования в данный вид активов.

Рассмотрим примеры современной практикой участия предпринимателей в развитии социальной инфраструктуры.

Реализуемые государственные программы предполагают привлечение сельхозпредпринимателей к развитию инфраструктуры. Так, в 2021 г. удалось привлечь средства внебюджетных источников на мероприятия по созданию современного облика сельских территорий (25,5 млн руб.), на благоустройство (3,5 млн руб.). Следует отметить, что это значимые для отдельных проектов суммы, но они не столь велики по сравнению с общими объемами финансирования проектов, тем более что уже имеется опыт привлечения средств предпринимателей для развития социальной инфраструктуры села. Так, во многих субъектах Российской Федерации были реализованы программы равно долевого финансирования работ по обустройству сельских объектов образовательной и медицинской инфраструктуры. Суть программ заключалась в том, что объем денежных средств, выделенных из регионального бюджета, зависел от привлечения средств на решение задач инфраструктурного развития. Примеры реализации подобной практики имеются во многих субъектах Российской Федерации. Например, в Воронежской области с участием сельскохозяйственных предприятий были отремонтированы Гвазденская, Великоархангельская и Бутурлиновская средние школы. Для Воронежской области данный случай не является единичным: в с. Ростоши была отремонтирована школа за счет областного бюджета (2 млн руб.) и такого же объема средств сельхозпредприятия «Агротех-Гарант». Такие же суммы в 2018 г. были израсходованы на создание Битюг-Матреновского детского сада, когда в качестве внебюджетного источника выступил Эртильский филиал предприятия «Агрокультура Воронеж». Меньшие суммы (по 100 тыс. руб.) были затрачены на ремонт детского сада в пос. МТФ «Восход» областным бюджетом и сельхозпредприятием «Нива».

Совместная деятельность по развитию инфраструктуры образования может не ограничиваться двумя участниками. Так, в 2019 г. в Марьевском районе был открыт детский сад «Радуга» на 16 мест, который оборудован за счет областного бюджета, муниципальных средств и затрат сельскохозяйственного предприятия «Ленинский путь» [5].

Совместная деятельность по инфраструктурному развитию может реализовываться не только в финансовой форме, но и путем объединения усилий и технических средств. Например, в Николаевском районе Ульяновской области в с. Рызлей сельхозпредприятие «Наша Родина» вложило средства в создание детского сада, а региональные власти оснастили его оборудованием.

Для сельскохозяйственной инфраструктуры важно учитывать данные возможности привлечения не только финансовых средств, но и производственно-технических, транспортных, трудовых и иных возможностей предприятий (рис. 2). Например, в кантемировском селе Гармашевка Воронежской области был возведен фельдшерско-акушерский пункт, на благоустройство территории которого и подключение в инженерным сетям сельхозпредприятие «РАВ Агро Про» выделило 1 млн руб., а местные фермеры ежедневно оказывали помощь техникой.

Необходимо сформировать новые инвестиционные механизмы модернизации инфраструктуры, так как обеспечение условий жизни на селе отличается от практики инфраструктурного развития в городах, которое основывается на привлечении инвесторов, извлекающих доходы от функционирования инфраструктурных комплексов. Инфраструктурные комплексы городов масштабны, окупаемы в средне- и долгосрочной перспективе, многие из них могут функционировать в конкурентной среде. По экономическому содержанию городские инфраструктурные комплексы представляют собой один из видов платных сервисов массового обслуживания, в предоставлении которых участвуют местные власти – на уровне регулирования, формирования спроса на услуги обеспечения бесперебойности функционирования. Высокий уровень гарантий получения дохода от предоставляемых населению и бизнесу инфраструктурных сервисов позволяет реализовывать механизмы государственно-частного партнерства в многообразных формах: от производственно-организационной интеграции с концессионером при возведении инфраструктурных объектов до финансовой кооперации в виде выпуска инфраструктурных облигаций.

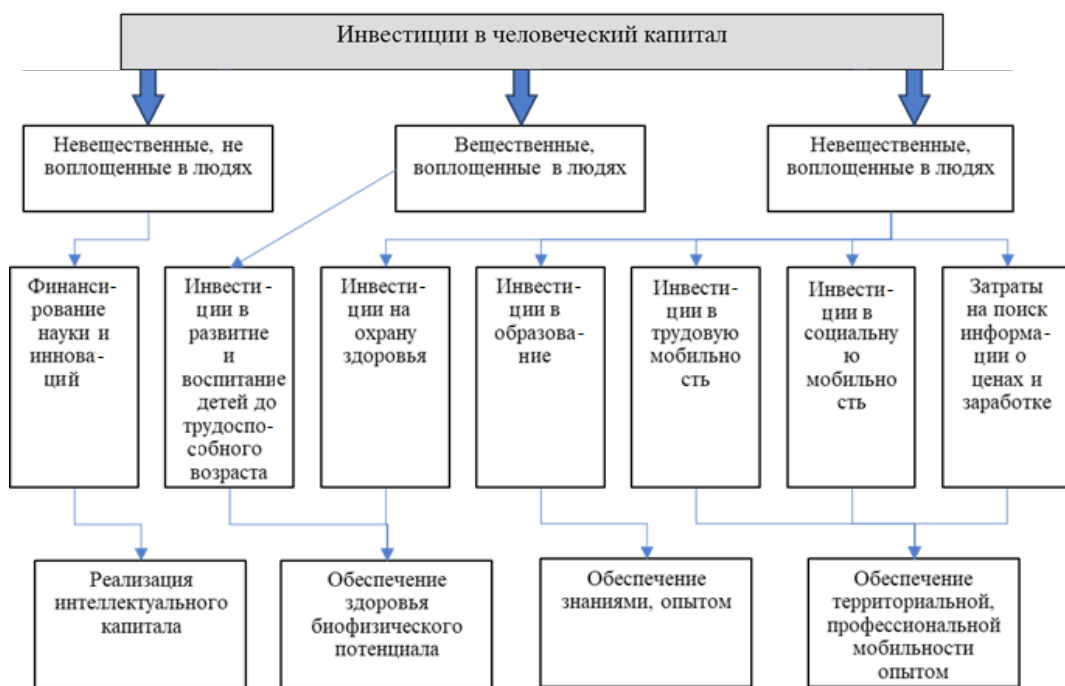


Рис. 2. Инвестиции в индивидуальный человеческий капитал

Сельские территории не способны сформировать столь масштабный платежеспособный спрос, который обеспечит привлечение инвесторов в сферу инфраструктурного развития. Поэтому реализовывать функции инфраструктурного развития сельских территорий необходимо иными способами, используя потенциал объединения усилий государства и предпринимателей, занимающихся бизнесом на данных территориях. В механизмах реализации отмеченных выше государственных программ развития сельских территорий процессы выстраивания взаимодействия с сельскохозяйственным предпринимательством разработаны слабо, но они обладают значительным потенциалом.

Основное внимание мер кадрового обеспечения села в настоящее время сосредоточено на предоставлении жилья специалистам, на повышении их доходов, а также на усилении образовательной работы. Однако если условия жизни и труда будут некомфортными, сохранить трудовые кадры, а тем более привлечь новые, не удастся. Поэтому на всех уровнях хозяйственного управления необходимо проведение работы по повышению качества жизни на селе. У большинства сельскохозяйственных предприятий нет значительных финансовых средств на укрепление собственной социальной базы и развитие инфраструктуры населенных пунктов. Более того, значительное число предприятий находится в сложном финансовом положении, с трудом изыскивая средства на поддержание производственно-коммерческой деятельности. В то же время даже в сложных экономических условиях многие сельскохозяйственные предприятия приобретают новую технику, реализуют инвестиционные проекты развития.

По нашему мнению, любое расширение сельскохозяйственного производства должно быть связано с оценкой его результатов для воспроизводства человеческого капитала, в том числе с позиции укрепления инфраструктуры проживания, поскольку специфика сельского хозяйства в осуществлении производственной деятельности на территории проживания трудового коллектива напрямую определяет важность обеспечения условий его воспроизводства.

Оценка социальных эффектов и необходимых мероприятий по развитию персонала должна стать обязательной для бизнес-планов развития сельскохозяйственных предприятий. В настоящее время содержание аграрных бизнес-планов воспроизводит систему оценок социальных эффектов, применяемых для предприятий промышленности, транспорта, сферы услуг. В основном это показатели занятости и уровня оплаты труда. Для сельскохозяйственного предприятия этих оценок недостаточно, поскольку они не позволяют разрабатывать комплексные меры по кадровому обеспечению сельскохозяйственного производства, а без внутрифирменных механизмов развития персонала невозможно полноценное развитие человеческого капитала. На это обращают внимание специалисты, отмечая, что только «...институт "внутрифирменной подготовки кадров" оказывает конструктивное влияние на воспроизводство человеческого капитала».

Для предприятий промышленности, транспорта, услуг и других сфер, функционирующих преимущественно в населенных пунктах городского типа, указание числа необходимых работников и уровня оплаты их труда в большинстве случаев является достаточным для обоснования кадрового обеспечения бизнес-планов, поскольку все инфраструктурные сервисы находятся в территориальных рамках данных пунктов и для их получения достаточно только получения работниками соответствующих объемов денежных средств. Для сельскохозяйственного производства этих параметров недостаточно – даже в случае предложения высокого уровня заработной платы отсутствие медицинских, коммуникационных, образовательных и иных сервисов может стать препятствием для привлечения кадров. Поэтому на уровне планирования развития персонала необходимо не только определять потребность в кадрах, но и формировать запрос по уровню обеспечения их жизнедеятельности, даже если этот уровень не может быть достигнут силами предприятия. Но понимание

необходимых мер по обеспечению воспроизводства человеческого капитала позволит обратиться за мерами государственной поддержки, уточнить и конкретизировать направления их реализации. В связи с этим для контроля над процессом воспроизводства человеческого капитала в сельскохозяйственных компаниях необходимо значительно улучшить планирование кадровой политики, перейти от решения текущих кадровых вопросов к прогнозированию будущих изменений во внешней среде и внутри организации. Важно заблаговременно определить оптимальный состав персонала, а также методы, способы и формы обеспечения компании сотрудниками и их эффективного использования. Следует запланировать и внедрить мероприятия, способствующие адаптации человеческих ресурсов к изменяющимся условиям.

Важно отметить, что проблемы, связанные с планированием персонала, являются актуальными для компаний разных отраслей: в большинстве организаций это не стало общепринятой практикой, и даже если применяется, то не всегда интегрировано в общую бизнес-стратегию, в отличие от планирования производства, сбыта товаров, инвестиций в развитие и других аспектов. Однако для предприятий, располагающихся в городских населенных пунктах, обеспечивающих свою потребность на рынке труда, недостатки в решении кадровых проблем могут быть компенсированы избыточным рыночным предложением рабочей силы, условиями, в которых предприятие всегда может найти недостающих специалистов. Для сельскохозяйственного производства такая ситуация является редкостью – в большинстве случаев кадры предприятий формируются из населения территорий производственной деятельности, численность и профессиональный состав которого и определяют возможности формирования человеческого капитала предприятия.

Зависимость кадрового обеспечения сельскохозяйственного предприятия от возможностей населения территории производственной деятельности сформировать требуемую профессиональную структуру предопределяет необходимость выстраивания таких трудовых отношений, которые не только ориентированы на компенсацию затрат рабочей силы, но и способны обеспечить уверенность сотрудников в будущем, создать предпосылки для воспроизводства человеческого капитала на территории функционирования предприятия. Для этого необходимо проводить кадровое планирование на индивидуальном уровне, анализировать жизненные ситуации работников, которые зависят как от уровней доходов, так и от условий труда и проживания. Результаты анализа должны стать основой для разработки мероприятий развития инфраструктуры сельских территорий, обеспечивающей воспроизводство человеческого капитала [7].

Несмотря на все рассмотренные выше сложности развития человеческого капитала отечественного сельского хозяйства, оно имеет значительный потенциал и способно стать сферой привлечения высокопрофессиональных специалистов, сделать территории сельскохозяйственного производства привлекательными для проживания.

Выводы

Практика инвестирования сельскохозяйственных предпринимателей в инфраструктуру сельских территорий показала эффективность данных усилий и одновременно – отсутствие необходимых масштабов и распространения передового опыта, которые начали формироваться еще в советский период. Для формирования полноценной системы инфраструктурного развития необходимо совершенствование существующих механизмов инвестиций в человеческий капитал сельских территорий. Это касается прежде всего разрабатываемых бизнес-планов сельскохозяйственных предприятий. Социальные разделы данных бизнес-планов воспроизводят аналогичные положения проектных документов предприятий других сфер хозяйствования и сводятся к планированию численности и уровня оплаты труда персонала.

Для сельскохозяйственных предприятий данные показатели должны быть дополнены характеристиками условий воспроизводства трудовых ресурсов, которые также должны учитываться при формировании планов производственного развития. Ограниченность финансовых ресурсов сельскохозяйственных предприятий может не позволить им влиять на улучшение условий воспроизводства, но анализ их состояния является исходным для разработки планов инфраструктурного развития, которые могут быть реализованы совместно с местными и региональными властями, внешними инвесторами.

Библиографический список

1. Барлыбаев У.А., Нусратуллин И.В. Механизм управления привлечением молодых специалистов в сельскую местность: проблемы и перспективы // Московский экономический журнал. – 2019. – № 11. – С. 374-380.
2. Грузков И.В. Воспроизводство человеческого капитала в условиях формирования инновационной экономики России: теория, методология, управление: Монография. – М.: Экономика, 2019. – 384 с.
3. Дорофеев А.Ф. Стратегия инновационного развития человеческого капитала аграрного сектора России // Инновации. – 2016. – № 12 (218). – С. 46-54.
4. Ермоленко О.Д. Инфраструктурный аспект планирования воспроизводства человеческого капитала сельского хозяйства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2023. – № 5 (99). – С. 196-205.
5. Закшевский В.Г., Гаврилова З.В. Методические подходы к измерению человеческого капитала сельских территорий // Продовольственная политика и безопасность. – 2019. – № 4. – С. 203-218.
6. Иванова Т.А., Трофимова В.Ш., Валяева Г.Г., Хейнонен В.А. Экономико-статистическое моделирование стоимости человеческого капитала в РФ согласно подходу Критского // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 47-52.
7. Игошин А.Н., Черемухин А.Д. Особенности воспроизводства человеческого капитала в контексте оценки эффективности работы организации // Вестник НГИ-ЭИ. – 2017. – № 5 (72). – С. 96-113.
8. Леденева М.В., Шамрай-Курбатова Л.В., Столярова А.Н. Проблема оттока молодежи из регионов России в крупнейшие центры притяжения и пути ее решения // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 10. – С. 3613-3628.
9. Оборин М.С. Социально-экономические проблемы развития сельского хозяйства в российских регионах // Вестник Марийского государственного университета. – 2019. – № 3. – С. 349-357.
10. Подгорская С.В., Бахматова Г.А. Человеческий капитал сельских территорий: потенциал, проблемы, перспективы: Монография. – Ростов-на-Дону: Азов-Принт, 2020. – 88 с.
11. Сутыгина А.И., Кудрявцева Н.Ю. Человеческий капитал в сельском хозяйстве: формирование и оценка // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2019. – № 2. – С. 60-65.
12. Пекуровский Д.А., Лебедев А.Л., Семикова О.Р. Особенности формирования и использования человеческого капитала в аграрном секторе, занятость и доходы сельского населения // Экономические науки. – 2021. – № 3 (196). – С. 139-145.
13. Платонова И.В., Горковенко Е.В. Оценка системы экономической безопасности организации // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 3 (81). – С. 267-275. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-3-267-275.

14. Полтарыхин А.Л., Головина С.Г., Шелковников С.А. Концептуальный подход развития человеческого капитала сельских территорий на основе государственной поддержки // Символ науки: Международный научный журнал. – 2021. – № 8-1. – С. 45-47.

15. Серебрякова Н.А., Волкова С.А., Волкова Т.А. Методика интегральной оценки человеческого капитала региона // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 3 (81). – С. 375-380. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-3-375-380.

ROLE AND SIGNIFICANCE OF THE INFRASTRUCTURE COMPONENT OF INVESTMENT IN HUMAN CAPITAL OF RURAL AREAS

O.D. ERMOLENKO

Rostov State University of Economics

In the modern world, the role of human capital in the stable development of the country's agriculture is enormous. The problems of agricultural development cannot be solved only by improving the material factors of production. The development of the labor factor based on human resources is of great importance. In this regard, human capital can be considered as a key element for the successful development of agriculture. However, today there is a stable negative trend of the human capital outflow from rural areas, which only aggravates the difficulties of development of both rural areas and the agro-industrial sector. These problems lead to a decrease in the labor activity of the rural population, an increase in social dependency and an extremely low level of interest in the reforms carried out by the government in the agro-industrial sector. To overcome negative trends and sustainable development of agriculture, it is necessary to take comprehensive measures aimed at solving problems associated with the development of human capital in rural areas, it is necessary to expand and develop the infrastructure component of investment. The development of human capital in rural areas is a key factor in the sustainable development of agriculture and the agro-industrial sector. The aim of the study was to determine the role and significance of infrastructure investments in human capital in rural areas. The methods of logical and comparative analysis, systematization of information and processing of statistical data were used in the process of work. The article examines the main factors influencing the formation of human capital in rural areas. Among the most acute problems are the lack of systematic and comprehensive implementation of investment programs and state support for the development of rural areas, as well as differences in the level and quality of life of the rural and urban population. The work emphasizes the need for active participation of entrepreneurs in the development of human capital in agriculture for the sustainable development of rural areas.

Key words: human capital, agriculture, rural labor resources, infrastructure facilities, investments.

References

1. Barlybaev U.A., Nusratullin I.V. Mechanism for managing the involvement of young specialists in rural areas: problems and prospects. *Moscow Economic Journal*. 2019;11:374-380. (In Russ.)

2. Gruzkov I.V. *Reproduction of human capital in the conditions of the formation of the innovative economy of Russia: theory, methodology, management*. Moscow, Russia: Ekonomika, 2019:384. (In Russ.)

3. Dorofeev A.F. Strategy of innovation development the human capital of agricultural sector of Russia. *Innovations*. 2016;12(218):46-54. (In Russ.)

4. Ermolenko O.D. Infrastructural aspect of agricultural human capital reproduction planning. *Ekonomika, trud, upravlenie v selskom khozyaystve*. 2023;5(99):196-205. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/235-196>
5. Zakshevskiy V.G., Gavrilova Z.V. Methodological approaches to measuring human capital of rural areas. *Food Policy and Security*. 2019;4:203-218. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/ppib.6.4.41546>
6. Ivanova T.A., Trofimova V.Sh., Valiaeva G.G., Kheinonen V.A. Economic and statistical modeling of cost of human capital in Russia using M.M. Kritskiy's approach. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*. 2021;2:47-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.14529/em160206>
7. Igoshin A.N., Cheryomukhin A.D. Features of reproduction of human capital in the context of the assessment of the effectiveness of the organization. *Vestnik NGIEI*. 2017;96-111. (In Russ.)
8. Ledeneva M.V., Shamray-Kurbatova L.V., Stolyarova A.N. Emigration of young people from Russian regions to the largest centers of attraction: problem and solutions. *Creative Economy*. 2023;17(10):3613-3628. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/ce.17.10.119241>
9. Oborin M.S. Socio-economic problems of agricultural development in the Russian regions. *Vestnik of Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2019;3:349-357. (In Russ.) <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-349-357>
10. Podgorskaya S.V., Bakhmatova G.A. *Human capital of rural territories: potential, problems, prospects*: a monograph. Rostov-on-Don, Russia: AzovPrint, 2020:88. (In Russ.)
11. Sutygina A.I., Kudrjajtseva N.Yu. The human capital in agriculture: formation and assessment. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Ekonomika i pravo*. 2019;2:60-65. (In Russ.)
12. Pekurovskii D.A., Lebedev A.L., Semikova O.R. Features of the formation and use of human capital in the agricultural sector, employment and income of the rural population. *Ekonomicheskie nauki*. 2021;3(196):139-145. (In Russ.) <https://doi.org/10.14451/1.196.139>
13. Platonova I.V., Gorkovenko E.V. Assessment of the organization's economic security system. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019;81(3):267-275. (In Russ.) <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-3-267-275>
14. Poltarykhin A.L., Golovina S.G., Shelkovnikov S.A. A conceptual approach to the development of human capital in rural areas based on state support. *Symbol of Science: International Scientific Journal*. 2021;8-1:45-47. (In Russ.)
15. Serebryakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A. Human integral assessment methodology capital of the region. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019;81(3):375-380. (In Russ.) <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-3-375-380>

Сведения об авторе

Ермоленко Ольга Дмитриевна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики региона, отраслей и предприятий, Ростовский государственный экономический университет» (РИНХ); 344000, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 69; e-mail: olenka_er@mail.ru; тел.: (863) 240–89–70; <https://orcid.org/0000-0002-3558-6852>

Information about the authors

Olga D. Ermolenko, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Regional Economics, Industries and Enterprises, Rostov State University of Economics (69 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation); phone: (863) 240–89–70; e-mail: olenka_er@mail.ru

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВОСПРОИЗВОДСТВА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ ЗА САНКЦИОННЫЙ ПЕРИОД

А.Г. ИБРАГИМОВ, В.В. ДЕМИЧЕВ, В.В. МАСЛАКОВА,
М.К. ДЖИКИЯ, В.С. ТОКАРЕВ

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Достижение приоритетных задач обеспечения продовольственной безопасности страны, расширения экспортного потенциала сельского хозяйства, а также поддержания экономической стабильности и социального развития в условиях санкций напрямую зависит от характера и эффективности воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве. В санкционный период значимость воспроизводства сельского хозяйства России возрастает, так как возрастает спрос на отечественные продукты по причине снижения импорта, возникает необходимость перехода на отечественный семенной материал, комплектующие и другие ресурсы. Именно расширенное воспроизводство обеспечивает сельское хозяйство дополнительными инвестиционными ресурсами, которые могут быть направлены на развитие отрасли. Для решения задачи импортозамещения необходимо стимулировать расширенное воспроизводство в сельском хозяйстве путем разработки и внедрения достижений отечественной селекции, наукоемких технологий, подготовки кадров, проведения цифровизации отрасли. В статье проведен анализ воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве России за санкционный период с 2014 по 2022 гг. на основании оценки динамики ключевых индексов производства продукции сельского хозяйства и факторов воспроизводства; изучен характер динамики объемов производства продукции сельского хозяйства и выявлена тенденция развития данного показателя; дана характеристика воспроизводственных процессов и их эффективности по временным периодам. Результаты исследований показали, что российское сельское хозяйство в период санкционного давления достаточно успешно адаптируется к внешней конъюнктуре и при определенном улучшении условий воспроизводственного процесса может не только сохранить существующий тренд, но и развиваться опережающими темпами. Для этого отрасли необходимы устойчивые инвестиции, обеспечивающие снижение импорта продукции сельского хозяйства, повышение производительности труда, интенсификацию производства, привлечение квалифицированных трудовых ресурсов, экологизацию производства. При проведении исследований использованы специальные статистические методы – такие, как моделирование тенденции временного ряда, аналитическое выравнивание и метод средней скользящей, анализ автокорреляционных функций, построение корреляционно-регрессионных моделей, нелинейных динамических моделей и др.

Ключевые слова: анализ динамики в сельском хозяйстве, воспроизводственные процессы, индекс факторов производства, факторы воспроизводства ресурсов, индекс физического объема инвестиций.

Введение

Расширенное воспроизводство предоставляет дополнительные возможности для развития отечественного сельского хозяйства, увеличивает конкурентоспособность местных производителей и способствует сокращению зависимости от импорта. Воспроизводство в сельском хозяйстве играет огромную роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий [18]. С учетом санкционного давления на отечественный АПК только наличие расширенного

воспроизводства позволит преодолеть все указанные обстоятельства, что и определило акцент исследований на данном типе воспроизводства.

Изучением проблемы расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве в 1970-1980-е гг. занимались заслуженные деятели науки В.И. Юшков, В.П. Подоплелов. В дальнейшем проблемы воспроизводства в сельском хозяйстве изучали выдающиеся ученые, доктора экономических наук Н.А. Борхунов, Н.Н. Бондина, В.С. Балабанов, член-корреспондент РАН А.П. Зинченко [9, 11, 18] и др.

Среди ученых-современников, исследующих вопросы воспроизводства производственных фондов, технических и инвестиционных ресурсов в сельском хозяйстве, – академик Российской академии сельскохозяйственных наук И.Г. Ушаев [18], доктора экономических наук А.И. Алтухов, О.А. Родионова, Е.И. Семенова, К.С. Терновых, Г.В. Маркова, Н.Ф. Зарук [6, 10, 13] и др.

Процесс расширенного воспроизводства представляет собой необходимую основу существования человеческого общества и включает в себя 4 взаимосвязанные стадии: производство, обмен, распределение и потребление. От стадии производства товаров зависит поддержание жизнедеятельности общества, создание источников интенсификации экономического развития, и как следствие – расширенное воспроизводство [9, 11, 13, 16, 18]. Иными словами, экономический рост зависит от состояния производства и наличия расширенного воспроизводства.

Расширенное воспроизводство способствует повышению занятости на селе, а также позволяет укрепить социальную структуру сельских сообществ. Эффективные воспроизводственные процессы необходимы для повышения уровня жизни сельского и всего населения, для достижения продовольственной безопасности страны [13].

Кроме того, без расширенного воспроизводства невозможно усиление экспортного потенциала нашей страны, способствующего в свою очередь развитию самой отрасли и пополнению доходной части бюджета нашей страны. Повышение доходности сельскохозяйственных производителей наряду с расширением мер и увеличением объемов государственной поддержки позволит обеспечить расширенное воспроизводство в сельском хозяйстве нашей страны, а также способствует развитию ее сельских территорий, в том числе в форме сельских агломераций [6].

Особое внимание уделено в статье именно расширенному воспроизводству, поскольку только данный тип воспроизводства может обеспечить отечественный АПК дополнительными ресурсами и позволит преодолеть действующие условия санкционного давления.

Важно отметить, что воспроизводственные процессы в сельском хозяйстве должны сопровождаться бережным отношением к природным ресурсам и окружающей природной среде [14]. Это объясняется природой понятия воспроизводства в сельском хозяйстве, которое связано не только с возобновлением производственных основных и оборотных фондов, но и с обновлением природных ресурсов, в том числе земельных ресурсов, растений и животных. В подобном контексте особую роль играют инвестиции в АПК страны, способные обеспечить устойчивое развитие отрасли [10].

Современными реалиями продиктована необходимость устойчивого развития сельского хозяйства без ущерба интересов для последующих поколений. Таким образом, на первый план выходит задача эффективного управления воспроизводственными процессами в сельском хозяйстве, которое позволит обеспечить устойчивое развитие отрасли, сохранить природные ресурсы, плодородие почвы, водные ресурсы и биоразнообразие, обеспечить продовольственную безопасность для населения.

Цель исследований: анализ динамики и выявление особенностей тенденций воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве России за период санкционной политики в отношении Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели необходимо было решение следующих задач:

- провести анализ динамики индекса производства продукции сельского хозяйства и индексов факторов производства;
- изучить характер временного ряда объемов производства продукции сельского хозяйства, выявить тенденции развития временного ряда и сформулировать прогноз;
- охарактеризовать воспроизводственные процессы в сельском хозяйстве и их эффективность за период санкционной политики в отношении России.

Материалы и методы исследований

Теоретические исследования воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве России проводились на основе трудов отечественных ученых [1, 2, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 18].

Ключевыми источниками для исследований послужили открытые данные, представленные на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики [19], в Единой межведомственной информационно-статистической системе [8], а также данные Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (далее – Минсельхоз РФ), опубликованные в национальных докладах о ходе и результатах реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [12] и в сборнике «Агропромышленный комплекс России» за период с 2013 по 2023 гг. [3-5].

Основными методами в исследованиях стали: аналитический и сравнительный, табличный и графический, с последующим обобщением данных; расчет относительных показателей; специальные статистические методы – такие, как моделирование тенденции временного ряда, аналитическое выравнивание и метод средней скользящей; анализ автокорреляционных функций; построение корреляционно-регрессионных моделей, нелинейных динамических моделей и др. Факторный анализ валовой прибыли проведен с использованием метода экономического анализа цепных подстановок.

Все расчеты в исследовании производились с применением пакета прикладных программ StatSoft Statistica v13.3.

Результаты и их обсуждение

За 10 лет (с 2013 по 2022 гг.) объем производства сельскохозяйственной продукции в России увеличился на 3,5% в сопоставимых ценах. Среди основных факторов, влияющих на объемы и динамику производства продукции сельского хозяйства, – инвестиции в основной капитал сельского хозяйства и импорт продовольственных товаров [7]. Сопоставление динамических рядов индекса производства продукции сельского хозяйства (далее – Индекс производства) и индексов факторов производства (далее – Индексы факторов) приводит к выводу о высокой согласованности динамики индексов (рис. 1), что в свою очередь подтверждается результатом анализа коэффициента конкордации Кенделла.

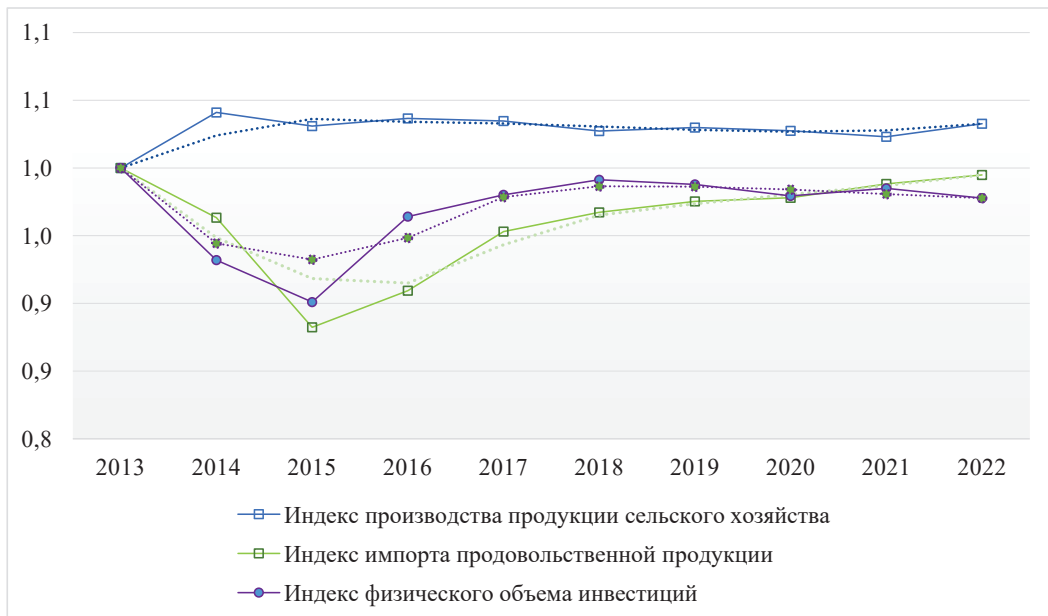


Рис. 1. Динамика индексов производства продукции сельского хозяйства, инвестиций и импорта продовольствия в России за 2013-2022 гг. (расчеты авторов [8, 19])

Рассчитанный коэффициент конкордации индекса производства и индексов факторов является значимым и равным 0,9, что указывает на наличие высокой синхронности временных рядов.

Согласованность динамики индексов производства и факторов также проявляется в годы спада объемов производства продукции сельского хозяйства в 2015, 2018, 2021 гг. Спад в объеме инвестиций в 2015 г. составил 12,9%, а импорт продовольственных товаров снизился на 16,1% (рис. 1). Данная динамика привела к уменьшению объемов производства. На сокращение инвестиций повлияли в свою очередь существенный рост ключевой ставки Банка России и удорожание кредитных ресурсов. В 2015 г. ключевая ставка достигла пика 17% за 12 лет (с 2003 г.), сократился потребительский спрос на фоне импортозамещения.

В 2018 г. объем производства продукции сельского хозяйства сократился на 0,2% в сопоставимых ценах – преимущественно за счет снижения урожайности основных сельхозкультур. За год существенно сократился валовый сбор зерна (–16,7%) и сахарной свеклы (–20,6%) [4].

Объем производства сельхозпродукции в 2021 г. сократился на 0,7% – преимущественно за счет отрицательной динамики растениеводства (–1,2% в сопоставимых ценах) на фоне снижения инвестиций и роста импорта. На отрицательную динамику производства продукции растениеводства повлияли: во-первых, погодные условия (в 16 регионах был объявлен режим чрезвычайной ситуации природного характера [5]); во-вторых, последствия пандемии, которые претерпела отрасль, как и многие другие.

С целью выявления закономерностей воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве России за санкционный период необходимо изучить характер временного ряда объемов производства продукции сельского хозяйства, дать всестороннюю характеристику подпериодов на основании групп показателей, характеризующих воспроизводство ресурсов и их факторы, а также показателей эффективности сельского хозяйства.

Оценку наличия компонентов временного ряда (тенденции, цикличности) позволяет осуществить анализ автокорреляционных функций первого, второго, третьего и четвертого порядков по временному ряду показателя «Объем производства продукции сельского хозяйства» (рис. 2). Высокий уровень показателя автокорреляции первого порядка с последующим равномерным линейным снижением показателей более высоких порядков позволяет сделать вывод о наличии устойчивой тенденции (линейного тренда) изучаемого показателя и об отсутствии цикличности в исследуемый период.

Выводы анализа автокорреляционных функций также подтверждаются при моделировании тенденции временного ряда на основании дисперсионного анализа с использованием критерия *F*-Фишера. Нами отобрано 5 моделей временного ряда с наибольшим значением коэффициента детерминации (табл. 1).

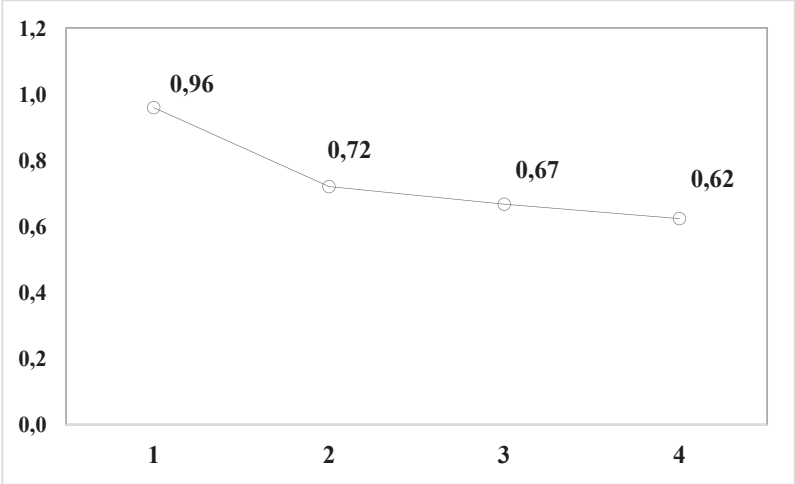


Рис. 2. Коррелограмма объема производства продукции сельского хозяйства России за 2013-2022 гг. (расчеты авторов [8, 19])

Таблица 1

Обоснование выбора модели прогноза объема производства продукции сельского хозяйства в России
(расчеты авторов [3-5, 8, 19])

Выбор тренда	Коэффициент детерминации	Дисперсия остатков	Дисперсия остатков, несмещенная	Критерий Фишера	
	R^2	σ_e^2	S_e^2	F_f	F_t
$y = 497,68x + 2898,89$	0,92	176 800,8	221 001,0	-	-
$y = 3349,89e^{0,09x}$	0,95	110 500,5	138 125,6	1,6	3,4
$y = 1890,73\ln(x) + 2780,29$	0,78	486 202,3	607 752,8	2,8	3,4
$y = 36,74x^2 + 93,49x + 3707,27$	0,96	88 400,4	126 286,3	1,8	3,5
$y = 3203,35x^{0,35}$	0,85	331 501,5	414 376,9	1,9	3,4

Дисперсионный анализ показал, что при уровне доверия 95% различия между моделями временного ряда являются незначительными. Предпочтение стоит отдать наиболее простой модели линейной регрессии для выравнивания уровней ряда. Парная регрессионная модель пригодна для прогнозирования: модель значима в целом, а также значимы ее параметры.

В Указе Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309 предусмотрена задача увеличения к 2030 г. объема производства продукции АПК не менее чем на 25% по сравнению с уровнем 2021 г. [17]. На основе выбранной ранее модели линейной регрессии построен прогноз объема производства продукции сельского хозяйства для 2030 г. С вероятностью суждения 95% индивидуальное прогнозное значение объема производства будет находиться в интервале от 10036 до 13678 млрд руб. (рис. 3). Следовательно, при сохранении тенденции временного ряда объем производства продукции сельского хозяйства увеличится к 2030 г. как минимум на 30,8%, что говорит о высокой вероятности выполнения задачи, предусмотренной Указом [17].

Проведем характеристику динамики ресурсов, источников финансирования и результатов воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве России в течение санкционного периода на основании данных Российского совета по международным делам [15], позволяющих выделить этапы (периоды) агрессивной санкционной политики против России.

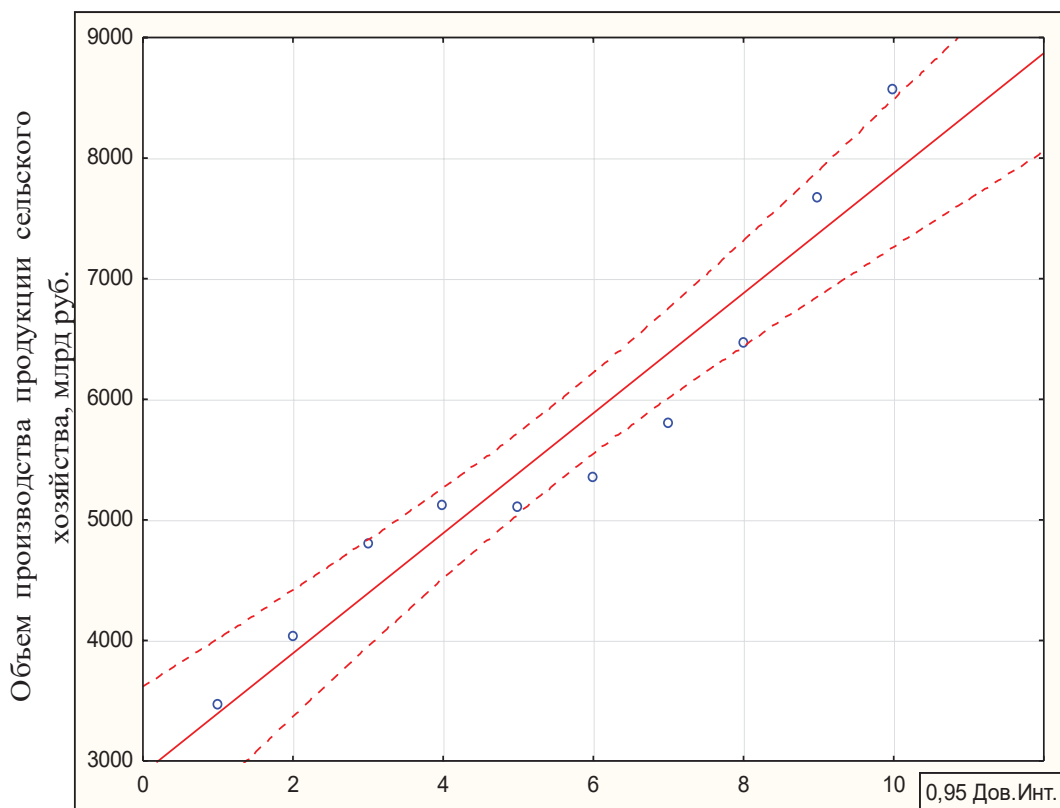


Рис. 3. Границы доверительного интервала прогноза объемов производства сельскохозяйственной продукции в России (расчеты авторов с использованием программы StatSoft Statistica)

Период с 2014 по 2015 гг. (далее – период I) характеризуется введением первых санкций в отношении официальных должностных лиц, экономических санкций США, Евросоюза и Канады, ограничениями на проведение финансовых операций. Для периода с 2016 по 2019 гг. (далее – период II) характерны расширение санкций, запрет экспорта товаров, связанных с национальной безопасностью (авионики, подводных аппаратов, газовых турбин и др.). В рассматриваемый период наблюдается адаптация национальной экономики к агрессивной санкционной политике. В период с 2020 по 2021 гг. (далее – период III) распространилась эпидемия ковида на фоне продления агрессивной санкционной политики в отношении России. В 2022 г. (далее – период IV) заложено начало периода беспрецедентного в мировой практике ужесточения санкционной политики: введено 13 пакетов экономических и индивидуальных санкций США, 636 санкций Евросоюза против российских юридических лиц.

В условиях санкционного давления России удалось нарастить ресурсную базу в сельском хозяйстве. В период IV (2022 г.) по сравнению с периодом I (с 2014 по 2015 гг.) на 5,2% возросла посевная площадь – преимущественно за счет роста площади технических культур на 40,1% и зерновых культур на 2,4% (табл. 2). В животноводстве наблюдалось увеличение поголовья свиней на 35,1%. Существенно возрос объем основных фондов (в 2 раза).

Таблица 2

Динамика ресурсов в сельском хозяйстве России за период с 2014 по 2022 гг.*
(расчеты авторов [3-5, 8, 19])

Показатели	Периоды				IV, % к I
	I	II	III	IV	
Посевные площади – всего, тыс. га	78 244,3	79 720,7	80 165,4	82 290,4	105,2
в том числе зерновые	46 382,9	46 951,2	47 453,6	47 504,2	102,4
технические	7 982,8	9 277,9	10 160	11 183,9	140,1
картофель	1 580,3	1 342,5	1 147,6	1 101,6	69,7
Удобрения на 1 га посевов: минеральные, кг д.в.	41,1	55,3	71,6	74,4	181,0
органические, т	1,4	1,5	1,6	1,5	114,7
Поголовье животных, млн гол.: крупный рогатый скот	18,8	18,2	17,8	17,5	93,2
свины	20,4	23,5	26,0	27,6	135,1
овцы и козы	24,5	23,7	21,3	20,8	84,9
Корма на 1 условную гол., ц к.ед.	28,9	28,6	28,7	28,6	98,9
Занятые в сельском хозяйстве, тыс. чел.	5 757,4	4 487,6	3 979,1	3 931,3	68,3
Основные фонды, млрд руб.	2 198,7	2 963,3	3 997,2	4 675,9	212,7
Фондовооруженность, млн руб.	0,4	0,7	1,0	1,2	311,5

*В среднем за период.

С другой стороны, поголовье крупного рогатого скота снизилось за анализируемый период на 6,8%, как и поголовье овец и коз (–15,1%). Важно отметить, что сократилось число рабочих мест в анализируемые периоды (на 31,7%) на фоне значительного роста фондовооруженности (в 3,1 раза).

Формирование ресурсной базы сельского хозяйства напрямую зависит от объемов и источников финансирования отрасли (табл. 3). Динамика источников финансирования сельского хозяйства неоднородна. Тем не менее в период с 2014 по 2022 гг. можно отметить общие тенденции. Во-первых, наблюдается отрицательная динамика объемов инвестирования в отрасль в периоды I и IV. С другой стороны, темп снижения инвестиций замедлился на 5,1%. На снижение инвестиций повлияли санкционная политика, повышение процентных ставок, особенно в 2015 г., погодные условия, а также последствия пандемии в период III.

Во-вторых, основным источником финансирования сельского хозяйства остается кредитование. Государство в свою очередь софинансирует расходы фермеров, субсидируя обслуживание долговых обязательств. В период IV по сравнению с периодом I ссудная задолженность возросла практически в 2 раза, тогда как объем бюджетных субсидий, относимых на финансовый результат сельскохозяйственных производителей, снизился на 5,8%. Вместе с тем растет прибыль как приоритетный внутренний источник финансирования воспроизводства, что положительно характеризует инвестиционный потенциал сельского хозяйства.

В-третьих, за период с 2014 по 2022 гг. удалось сократить импорт продовольственных товаров на 12,7%. Одновременно цены на реализацию сельскохозяйственной продукции возросли за анализируемый период на 4,3%; цены на приобретение ресурсов возросли на 7,5%, что свидетельствует о сохранении диспаритета цен, так как цены на приобретение ресурсов растут опережающими темпами по сравнению с ценой реализации сельскохозяйственной продукции. Однако в период IV по сравнению с периодом I импорт возрос на 5,4% на фоне снижения цен на реализацию продукции сельского хозяйства (–10,4%), цен на ресурсы (–8,6%).

Таблица 3

**Динамика источников финансирования сельского хозяйства России
за период с 2014 по 2022 гг.*
(расчеты авторов [3-5, 8, 19])**

Показатели	Периоды				IV, % к I
	I	II	III	IV	
Прибыль (убыток) сельхозорганизаций, млрд руб.	218,2	181,6	475,5	511,7	134,5
Субсидии из бюджетов, млрд руб.	160,2	151,1	144,7	151,0	94,3
Ссудная задолженность, млрд руб.	1 340,9	1 619,4	2 314,5	2 621,8	195,5
Индексы роста: физического объема инвестиций в сельском хозяйстве	87,1	101,2	102,5	92,2	5,1 ¹
цен реализации продукции сельского хозяйства	108,0	100,1	117,3	97,7	–10,4 ¹
цен приобретение ресурсов	115,5	104,1	117,8	106,9	–8,6 ¹

*В среднем за период.

¹Темп прироста, %.

За период с 2014 по 2022 гг. наблюдалась положительная динамика объемов производства продукции сельского хозяйства (табл. 4). Производство продукции в сопоставимых ценах увеличилось на 3,2%, главным образом – за счет наращивания производства продукции растениеводства (+4,3%). Положительный результат в растениеводстве связан с ростом интенсификации подотрасли: объем вносимых минеральных удобрений на 1 га возрос на 81,0%, органических – на 14,7% (табл. 2). В период IV по сравнению с периодом I объем валовой продукции сельского хозяйства увеличился на 8,2%.

Процесс сокращения числа рабочих мест сопровождается ростом производительности труда, которая за период с 2014 по 2022 гг. увеличилась на 3,4% в сопоставимых ценах. Производительность труда в период IV по сравнению с периодом I возросла на 5,5%.

Рентабельность растениеводства в период IV стала выше рентабельности периода I на 7,1%. На динамику рентабельности повлиял рост урожайности на 40,7%. Однако рентабельность животноводства снизилась в период IV по сравнению с периодом I на 5,4% несмотря на то, что продуктивность животных возросла (надой на одну среднегодовую корову увеличился на 49,1%).

Факторный анализ валовой прибыли показал, что на рост дохода (прирост – 293,5 млрд руб., или 134,5%) в период IV по сравнению с периодом I повлияли такие факторы, как повышение производительности труда и экономия материальных затрат (табл. 5). Негативное влияние на динамику прибыли оказало снижение численности работников. За счет повышения производительности труда прибыль возросла на 274,5 млрд руб., или на 93,5%. Экономия материальных затрат принесла 88,2 млрд руб. прибыли, или 30,1%, что обусловлено ростом интенсификации производства, в первую очередь – в растениеводстве. Снижение численности работников привело к сокращению прибыли на 69,2 млрд руб., или на 23,6%.

Таблица 4

**Динамика результатов воспроизводства в сельском хозяйстве России
за период с 2014 по 2022 гг.*
(расчеты авторов [3-5, 8, 19])**

Показатели	Периоды				Прирост, %
	I	II	III	IV	
Рентабельность сельхозорганизаций, %: растениеводства	27,8	22,2	42,6	34,9	7,1
животноводства	16,9	11,4	11,7	11,5	-5,4
Индексы роста, %: валовой продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах – всего	103,1	102,3	99,3	111,3	8,2
продукции растениеводства	103,7	102,7	98,8	117,6	13,9
продукции животноводства	102,4	101,9	100,0	102,5	0,1
производительности труда	103,2	103,9	100,0	108,7	5,5
Надой на 1 среднегодовую корову, т	5,0	5,8	6,9	7,4	49,1
Урожайность зерновых, ц/1 га	23,9	26,9	27,7	33,6	40,7

* В среднем за период.

Факторный анализ валовой прибыли в сельском хозяйстве России*
(расчеты авторов [3-5, 8, 19])

Формулы расчета	Показатель периода		Прирост прибыли	
	I	IV	+/-	%
Продукция сельского хозяйства, млрд руб. (<i>W</i>)	4412,8	8563,5	-	-
Доля прибыли от объема реализации (<i>d</i>)	0,05	0,06	-	-
Валовая прибыль сельского хозяйства, млрд руб. (<i>P</i>)	218,2	511,7	293,5	134,5
<i>Прирост массы валовой прибыли за счет:</i>				
численности работников, тыс. чел. (<i>T</i>): $\Delta P = (T_1 - T_0) \cdot l_0 \cdot v_0$	5757,4	3931,3	-69,2	23,6
производительности труда, млн руб. на 1 раб. (<i>l</i>): $\Delta P = T_1 \cdot (l_1 - l_0) \cdot d_0$	0,77	2,18	274,5	93,5
экономии материальных затрат, млрд руб. (<i>MI</i>): $\Delta P = W_1 \cdot (1 - d_0) - MI_1$	4194,6	8051,7	88,2	30,1
Итого:	-	-	293,5	134,5

*В среднем за период.

Стоит сделать вывод о том, что в настоящее время существенный рост объемов производства продукции сельского хозяйства, как и эффективность отрасли в целом, обеспечен повышением интенсификации использования ресурсов. Важно помнить о ключевом ориентире устойчивого развития отрасли, предусматривающем бережное отношение к природным ресурсам. Этим подтверждается необходимость углубления настоящих исследований в поиске путей экологизации сельского хозяйства.

Выводы

За 10-летний период, с 2013 по 2022 гг., объем производства сельскохозяйственной продукции в России увеличился на 3,5% в сопоставимых ценах. Высокая синхронность временных рядов индексов производства и факторов производства свидетельствует о том, что на динамику производства продукции сельского хозяйства оказывают значительное влияние объемы инвестиций и импорта продовольственных товаров. Однако несмотря на то, что динамика сельскохозяйственного производства является положительной, санкции в отношении страны, сокращение инвестиций в сельское хозяйство, погодные условия, а также последствия пандемии привели к спаду объемов производства в 2015, 2018, 2021 гг.

Основной причиной снижения производства в 2015 г. являлся спад в объеме инвестиций, опережающий снижение импорта, что в свою очередь вызвано ростом процентных ставок и удорожанием кредитных ресурсов. На снижение объема сельхозпродукции в 2018 г. повлияли отрицательная динамика в растениеводстве,

уменьшение урожая основных агрокультур по сравнению с предыдущим годом. Сокращение производства в 2021 г. обусловлено погодными условиями, а также последствиями пандемии.

В результате анализа временного ряда объемов производства продукции сельского хозяйства за санкционный период нами выявлен ярко выраженный линейный тренд. При сохранении тенденции временного ряда объем производства продукции сельского хозяйства увеличится к 2030 г. как минимум на 30,8%, что говорит о высокой вероятности выполнения задачи, предусмотренной Указом Президента о национальных целях развития страны.

За исследуемый санкционный период выявлены следующие положительные тенденции в воспроизводстве сельского хозяйства.

Во-первых, возросла интенсификация использования ресурсов: увеличились площадь посевов сельскохозяйственных культур и поголовье свиней. За санкционный период повысилась оснащенность основными производственными фондами в сельском хозяйстве.

Во-вторых, финансирование отрасли нарастает главным образом за счет стимулирования кредитования и софинансирования расходов фермеров, связанных с обслуживанием долговых обязательств.

В-третьих, за анализируемый период удалось сократить импорт продовольственных товаров. Так, за период с 2014 по 2022 гг. он уменьшился на 12,7% на фоне роста цен на реализацию продукции сельского хозяйства, что свидетельствует об успехах импортозамещения сельскохозяйственной продукции.

В-четвертых, существенно возросла рентабельность в растениеводстве. Рост обеспечен за счет прибавки урожайности сельскохозяйственных культур. В животноводстве, несмотря на снижение рентабельности, продуктивность животных возросла. Факторный анализ показал, что рост валовой прибыли в сельском хозяйстве во многом обеспечен повышением производительности труда на 3,2% за санкционный период в сопоставимых ценах и экономией материальных затрат за счет повышения интенсификации использования ресурсов.

Стоит отметить, что остались нерешенными задачи управления воспроизводственными процессами в сельском хозяйстве.

Во-первых, это создание новых рабочих мест и стимулирование занятости. Число рабочих мест в анализируемых периодах сократилось на 28,7%.

Во-вторых, сохраняется диспаритет цен, так как цены на приобретение ресурсов растут опережающими темпами по сравнению с ценой реализации сельскохозяйственной продукции.

В-третьих, как уже отмечалось, существенный рост рентабельности производства продукции сельского хозяйства обеспечен повышением интенсификации использования ресурсов. Это в свою очередь приводит к истощению природных ресурсов и к возникновению рисков, связанных с удовлетворением потребностей будущих поколений в необходимом объеме продуктов питания и с поддержанием достойного уровня жизни.

Таким образом, российское сельское хозяйство в период санкционного давления достаточно успешно адаптируется к внешней конъюнктуре и при определенном улучшении условий воспроизводственного процесса может не только сохранить существующий тренд, но и развиваться опережающими темпами. Для этого отрасли необходимы устойчивые инвестиции, обеспечивающие снижение импорта продукции сельского хозяйства, повышение производительности труда, интенсификацию производства, привлечение квалифицированных трудовых ресурсов, экологизацию производства.

Библиографический список

1. Vorozheykina T.M., Demichev V.V., Maslakova V.V., Leshcheva M.G. Algorithmization for processes of regional differentiation and concentration of investments in Russian agriculture // International Transaction Journal of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies. – 2020. – Vol. 11, № 6. – Art. 11A06N. – Режим доступа: <https://tuengr.com/V11/11A06N.pdf> (дата обращения: 20.05.2024).
2. Demichev V.V., Maslakova V.V. Influence of investments and subsidies on the efficiency of agriculture in Russia during the implementation of state programs // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 699. – Art. 012012. DOI: 10.1088/1755-1315/699/1/012012. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/699/1/012012/meta> (дата обращения: 20.05.2024).
3. Агропромышленный комплекс России в 2015 году: Статистический сборник / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва, 2016. – 704 с.
4. Агропромышленный комплекс России в 2018 году: Статистический сборник / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва, 2019. – 536 с.
5. Агропромышленный комплекс России в 2021 году: Статистический сборник / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва, 2022. – 533 с.
6. Алтухов А.И. Упущенные возможности обеспечения продовольственной безопасности России в условиях усиления санкционного давления // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 3 (102). – С. 120-132.
7. Демичев В.В. Эконометрическое моделирование влияния факторов на развитие сельского хозяйства в регионах России // Менеджмент в АПК. – 2023. – № 3. – С. 16-23.
8. ЕМИСС: официальный сайт. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 20.05.2024).
9. Ахметов Л.А., Балабанов В.С., Балабанова А.В., Датченко И.В. Закономерности регионального развития: условия и факторы экономического роста: Монография. – М.: Институт мировых цивилизаций, 2021. – 140 с.
10. Зарук Н.Ф. Проблемы и перспективы развития инвестиционной деятельности в молочно-продуктовом подкомплексе России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 11 (80). – С. 55-63.
11. Зинченко А.П., Демичев В.В. Изменение климата и инклюзивное развитие сельского хозяйства в регионах России // Доклады ТСХА. – 2021. – Вып. 293. – Ч. II. – С. 278-281.
12. Национальный доклад Российской Федерации о ходе и результатах реализации в 2022 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, за 1990-2021 гг. // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. – М., 2023. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/8b5/yvt18slkd24xjlxudr56sy9nvxnrrfuu.pdf> (дата обращения: 20.05.2024).
13. Родионова О.А., Эрюкова И.Д., Юрков Е.П. Воспроизводственный подход к оценке эквивалентности обменных отношений хозяйствующих субъектов молочно-продуктовой цепочки // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 10. – С. 2-6.
14. Романцева Ю.Н., Бодур А.М., Маслакова В.В., Кагирова М.В. Анализ динамики и структуры эмиссии парниковых газов в сельском хозяйстве России // Аграрная наука. – 2024. – № 2. – С. 139-146.
15. Российский совет по международным делам. Официальный сайт. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russiancouncil.ru/sanctions-russiaobj> (дата обращения: 20.05.2024).
16. Семенова Е.И., Милосердов В.В. Методология исследования адаптации субъектов аграрного предпринимательства в условиях трансформации // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 10. – С. 45-51.

17. О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309.

18. Ушачев И.Г., Колесников А.В., Здоровец Ю.И. Состояние и стратегические направления развития агропродовольственной и экспортной политики России // АПК: экономика, управление. – 2022. – № 10. – С. 3-21.

19. Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2024).

ANALYSIS OF REPRODUCTION DYNAMICS IN RUSSIAN AGRICULTURE DURING THE SANCTIONS PERIOD

A.G. IBRAGIMOV, V.V. DEMICHEV, V.V. MASLAKOVA,
M.K. DZHIKIYA, V.S. TOKAREV

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Achieving the priorities of ensuring the country's food security, expanding the export potential of agriculture, as well as maintaining economic stability and social development under sanctions directly depends on the nature and effectiveness of reproduction processes in agriculture. During the sanctions the importance of reproduction in Russian agriculture increases, as the demand for domestic products increases due to the decrease in imports, there is a need to switch to domestic seeds, components and other resources. It is the expanded reproduction that provides agriculture with additional investment resources that can be directed to the development of the industry. To solve the problem of import substitution it is necessary to stimulate expanded reproduction in agriculture through the development and implementation of domestic breeding achievements, high-tech technologies, personnel training, and digitalization of the industry. The article analyzes the reproduction processes in Russian agriculture for the sanctions period from 2014 to 2022 on the basis of assessing the dynamics of key indices of agricultural production and reproduction factors; the nature of the dynamics of agricultural production is studied and the trend of development of this indicator is revealed; the characteristic of the reproduction processes and their effectiveness over time periods are characterized. The results of the study have shown that Russian agriculture, in the period of sanctions pressure adapts quite successfully to the external environment and with a certain improvement in the conditions of the reproduction process can not only maintain the existing trend, but also develop at a faster pace. For this purpose, it is necessary to provide the industry with sustainable investments that reduce imports of agricultural products, increase labor productivity, intensify production, attract qualified labor resources, and greenize production. As research methods, the article uses special statistical methods such as modeling the trend of a time series, analytical alignment and the moving average method, analysis of autocorrelation functions, construction of correlation and regression models, nonlinear dynamic models, etc.

Key words: analysis of agricultural dynamics, reproduction processes, index of production factors, factors of resource reproduction, index of physical volume of investments.

References

1. Vorozheykina T.M., Demichev V.V., Maslakova V.V., Leshcheva M.G. Algorithmization for processes of regional differentiation and concentration of investments in Russian agriculture. *International Transaction Journal of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies*. 2020;11(6):11A06N. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.114>

2. Demichev V.V., Maslakova V.V. Influence of investments and subsidies on the efficiency of agriculture in Russia during the implementation of state programs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;699:012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/699/1/012012>
3. *Agro-industrial sector of Russia in 2015: a statistics digest*. Moscow, Russia: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2016:704. (In Russ.)
4. *Agro-industrial sector of Russia in 2018: a statistics digest*. Moscow, Russia: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2019:536. (In Russ.)
5. *Agro-industrial sector of Russia in 2021: a statistics digest*. Moscow, Russia: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2022:533. (In Russ.)
6. Altukhov A.I. Lost opportunities for food ensuring security in Russia in conditions of increased sanction pressure. *Bulletin of Agrarian Science*. 2023;3(102):120-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2023.3.120>
7. Demichev V.V. Econometric modeling of the influence of factors on the development of agriculture in the regions of Russia. *Management in Agriculture*. 2023;3:16-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.35244/2782-3776-2023-3-3-16-23>
8. EMISS: official website. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://www.fedstat.ru>
9. Akhmetov L.A., Balabanov V.S., Balabanova A.V., Datchenko I.V. *Patterns of regional development: conditions and factors of economic growth: a monograph*. Moscow, Russia: Zhirinovsky University of World Civilizations, 2021:140. (In Russ.)
10. Zaruk N.F. Problems and prospects for the development of investment activities in the dairy subcomplex of Russia. *Ekonomika, trud, upravlenie v selskom khozyaystve*. 2021;11(80):55-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/2111-55>
11. Zinchenko A.P., Demichev V.V. Climate change and inclusive development of agriculture in the regions of Russia. In: *Reports of MTAA*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2021;293:278-281. (In Russ.)
12. National report of the Russian Federation on the progress and results of the implementation in 2022 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Markets for agricultural Products, raw materials and Food, for 1990-2021: an official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow, Russia, 2023. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/8b5/yvt18slkd24xjlxudr56 sy9nvxnrrfu.pdf>
13. Rodionova O.A., Eryukova I.D., Yurkov E.P. A reproductive approach to assessing the equivalence of exchange relations of economic entities of the dairy product chain. *Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii*. 2023;10:2-6. (In Russ.) <https://doi.org/10.32651/2310-2>
14. Romantseva Yu.N., Bodur A.M., Maslakova V.V., Kagirowa M.V. Analysis of the dynamics and structure of greenhouse gas emissions in Russian agriculture. *Agrarian science*. 2024;(2):139-145. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-139-145>
15. Russian Council for International Affairs: an official website. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://russiancouncil.ru/sanctions-russiaobj>
16. Semenova E.I., Miloserdov V.V. The methodology for studying the adaptation of agricultural entrepreneurship subjects in transformation. *Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii*. 2022;10:45-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.32651/2210-45>
17. Decree of the President of the Russian Federation dated May 7, 2024 No. 309 "On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future up to 2036". (In Russ.)

18. Ushachev I.G., Kolesnikov A.V., Zdorovets Yu.I. State and strategic directions for the development of the agri-food and export policy of Russia. *AIC: Economics, Management*. 2022;10:3-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/2210-3>

19. Federal State Statistics Service: an official website. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://rosstat.gov.ru>

Сведения об авторах

Ибрагимов Ариф Гасанович, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры управления, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: Ibragimov@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–20–61

Демичев Вадим Владимирович, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры статистики и кибернетики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: demichev_v@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–12–53

Маслакова Веста Владимировна, доцент кафедры статистики и кибернетики, канд. экон. наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: maslakovavv@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–12–53

Джикия Мери Константиновна, ассистент кафедры статистики и кибернетики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dzhikiya@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–12–53

Токарев Виктор Сергеевич, ассистент кафедры статистики и кибернетики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: victokarev@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–12–53

Information about the authors

Arif G. Ibragimov, DSc (Econ), Associate Professor, Professor at the Department of Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–20–61; e-mail: Ibragimov@rgau-msha.ru

Vadim V. Demichev, CSc (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Statistics and Cybernetics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–12–53; e-mail: demichev_v@rgau-msha.ru

Vesta V. Maslakova, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Statistics and Cybernetics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–12–53; e-mail: maslakovavv@rgau-msha.ru

Meri K. Dzhikiya, Assistant at the Department of Statistics and Cybernetics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–12–53; e-mail: dzhikiya@rgau-msha.ru

Viktor S. Tokarev, Assistant at the Department of Statistics and Cybernetics, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation); phone: (499) 976–12–53; e-mail: victokarev@rgau-msha.ru

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕНЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

<i>Васильченко Т.А., Султанова И.В.</i> Методическая трансформация в ретроспективе: к 100-летию кафедры иностранных и русского языков	5
---	---

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

<i>Дергунов А.В., Лукьянов А.А., Михайловский С.С., Раджабов А.К.</i> Продуктивность виноградных насаждений и качество винопродукции сорта Красностоп АЗОС при некорневых подкормках разными группами веществ	20
<i>Орлова Е.Е., Кульчицкий А.Н., Сурина Е.А., Арженковский А.Г., Бесшапошный М.Н., Мырксина Ю.А.</i> Изучение хозяйственно-ценных признаков голубики узколистной (<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.) в условиях г. Москвы	31
<i>Османов Р.М.</i> Оценка изменчивости декоративных признаков видов рода <i>Dianthus</i> L. в условиях Горного ботанического сада (Республика Дагестан).....	47

ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

<i>Шиманская Н.С., Иванова С.В., Серков В.А., Уцаповский И.В.</i> Проблема снижения качества семян конопли посевной и пути ее решения.....	58
--	----

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

<i>Сидорова Т.М., Аллахвердян В.В., Асатурова А.М.</i> Бактериальные агенты как основа биофунгицидов, эффективных против токсинопродуцирующих грибов рода <i>Fusarium</i> (обзор)	68
---	----

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

<i>Гарт В.В., Куликова С.Г., Богданова О.В., Норкина В.М., Камалдинов Е.В., Петров А.Ф.</i> Полиномиальная сопряженная изменчивость признаков линейной оценки экстерьера и удоа высокопродуктивного голштинского скота	86
<i>Салагаева Е.К., Дюльгер Г.П., Акчурин С.В., Акчурина И.В.</i> Клинико-лабораторные проявления и ультразвуковая диагностика пиометры у собак	101
<i>Сазонова И.А., Пронина В.И., Ерохина А.В.</i> Рост, развитие и продуктивность бройлеров при использовании фитобиотических добавок	116

ЭКОНОМИКА

<i>Арзамасцева Н.В., Мигунов Р.А., Быстренина И.Е., Кагирова М.В.</i> Создание необходимых условий для вовлечения в оборот неиспользуемых сельхозугодий.....	126
<i>Ермоленко О.Д.</i> Роль и значение инфраструктурной компоненты инвестиций в человеческий капитал сельских территорий	140
<i>Ибрагимов А.Г., Демичев В.В., Маслакова В.В., Джикия М.К., Токарев В.С.</i> Анализ динамики воспроизводства в сельском хозяйстве России за санкционный период	153

CONTENTS

SCIENTISTS OF TIMIRYAZEV UNIVERSITY

<i>Vasilchenko T.A., Sultanova I.V.</i> Methodological transformation in retrospect: to the centenary of the Department of Russian and Foreign Languages	5
--	---

BOTANY, POMICULTURE

<i>Dergunov A.V., Lukyanov A.A., Mikhailovsky S.S., Radzhabov A.K.</i> Productivity of grape plantings and quality of wine products of the variety Krasnostop AZOS at foliar feeding with different groups of substances	20
<i>Orlova E.E., Kulchitsky A.N., Surina E.A., Arzhenovsky A.G., Besshaposhniy M.N., Myrksina Yu.A.</i> Study of economically valuable traits of lowbush blueberry (<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.) in Moscow conditions	31
<i>Osmanov R.M.</i> Assessment of the variability of decorative traits of species of the genus <i>Dianthus</i> L. in conditions of the Mountain Botanical Garden (Republic of Dagestan)	47

GENETICS, BIOTECHNOLOGY, SELECTION AND SEED BREEDING

<i>Shimanskaya N.S., Ivanova S.V., Serkov V.A., Uschapovsky I.V.</i> Problem of reducing the quality of hemp seeds and ways to solve it	58
---	----

AGRONOMY, CROP PRODUCTION, PLANT PROTECTION

<i>Sidorova T.M., Allakhverdyan V.V., Asaturova A.M.</i> Bacterial agents as the basis of biofungicides effective against toxin-producing fungi of the genus <i>Fusarium</i> (review) ...	68
---	----

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

<i>Gart V.V., Kulikova S.G., Bogdanova O.V., Norkina V.M., Kamaldinov E.V., Petrov A.F.</i> Polynomial conjugate variability of traits of linear assessment of the exterior and milk yield of highly productive Holstein cattle	86
<i>Salagaeva E.K., Dyulger G.P., Akchurin S.V., Akchurina I.V.</i> Clinical and laboratory manifestations and ultrasound diagnostics of pyometra in dogs	101
<i>Sazonova I.A., Pronina V.I., Erokhina A.V.</i> Growth, development and productivity of broilers using phytobiotic additives	116

ECONOMY

<i>Arzamastseva N.V., Migunov R.A., Bystrenina I.E., Kagirowa M.V.</i> Creating the necessary conditions for involving abandoned agricultural land in the turnover	126
<i>Ermolenko O.D.</i> Role and significance of the infrastructure component of investment in human capital of rural areas	140
<i>Ibragimov A.G., Demichev V.V., Maslakova V.V., Dzhikiya M.K., Tokarev V.S.</i> Analysis of reproduction dynamics in Russian agriculture during the sanctions period	153

Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»

e-mail: izvtsha@rgau-msha.ru

тел.: (499) 976–07–48

Подписано в печать 25.10.2024 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная
Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 10,6 печ. л.

Тираж 500 экз.

Отпечатано в ООО «ЭйПиСиПублишинг»
127550, г. Москва, Дмитровское ш., д. 45, корп. 1, оф. 8
Тел.: (499) 976–51–84