

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

1

январь–февраль

Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2026

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. Дананлов** (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. Шуварики**;
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Ю.А. Юлдашбаев**

Редакция

Научный редактор – **А.В. Лебедев**

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://izvestiia.fimacad.ru/jour/manager/files/1603286771_treb_stat.pdf)

Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается

ISSN 0021-342X

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

1

January–February

Moscow
Publishing house of Russian Timiryazev State Agrarian University
2026

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);
Rishat A. Migunov, CSc (Econ), PhD MSU; **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 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 – **Aleksandr V. Lebedev**

Editor – **Vera I. Markovskaya**

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

Computer design and making-up – **Annetta 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

УЧЕННЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

**Петровцы В.Т. Шацкий и И.Н. Клинген на службе науки и образования.
Посвящается 160-летию Российского государственного
аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева**

**Галина Игоревна Ерофеева^{1✉}, Ирина Борисовна Кузнецова²,
Олеся Валентиновна Азарова¹, Сергей Васильевич Золотарёв¹,
Ирина Васильевна Портнова¹, Татьяна Васильевна Портнова¹**

¹Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
Каравасово, Кострома, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** g.erofeeva@rgau-msha.ru

Аннотация

В 2025 г. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ранее Петровская земледельческая и лесная академия) отметил свой 160-летний юбилей. В статье содержится анализ роли академии в подготовке управленческих кадров лесохозяйственного сектора дореволюционной России. Для исследований был применен проблемно-хронологический метод. Многие из выпускников Петровки достигли значительных карьерных высот. Статья содержит биографические сведения о видных отечественных деятелях сельского и лесного хозяйства: И.Н. Клингене и В.Т. Шацком. Отмечается, что годы учебы в академии заложили основу, фундамент их дальнейшего научного пути. Валентин Телесфорович Шацкий – лесовод, кандидат сельского хозяйства, генеральный уполномоченный владений великого князя Михаила Александровича. Находясь в эмиграции, он проводил генеральную ревизию лесов Боснии и Герцеговины. Иван Николаевич Клинген – ученый с мировым именем, специалист по субтропическим культурам, автор ряда научных изданий. Он внес значительный научно-практический вклад в развитие опытного дела. И.Н. Клинген – автор капитального трехтомного труда «Среди патриархов земледелия народов Ближнего и Дальнего Востока: Египет, Индия, Цейлон, Китай и Япония». Источниковую базу исследований составили малоизвестные документы, хранящиеся в отечественных и зарубежных архивах. Также были использованы личные архивы Б.Э. Шацкого, И.Е. Клингена и П.П. Пагануцци. Выявленные материалы будут полезны при изучении истории академии и отечественного агрономического образования конца XIX столетия.

Ключевые слова

Петровская земледельческая и лесная академия, сельскохозяйственное образование, опытное дело, И.Н. Клинген, В.Т. Шацкий

Для цитирования

Ерофеева Г.И., Кузнецова И.Б., Азарова О.В., Золотарёв С.В. и др. Петровцы В.Т. Шацкий и И.Н. Клинген на службе науки и образования. Посвящается 160-летию Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 5–23.

**Petrovtsy V.T. Shatsky and I.N. Klingen: contributions
to science and education.**

**Dedicated to the 160th anniversary of the Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy**

**Galina I. Erofeeva¹✉, Irina B. Kuznetsova², Olesya V. Azarova¹,
Sergey V. Zolotarev¹, Irina V. Portnova¹, Tatiana V. Portnova¹**

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

²Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Kostroma, Russia

✉ **Corresponding author:** g.erofeeva@rgau-msha.ru

Abstract

In 2025, the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (formerly the Petrovskaya Agricultural and Forestry Academy) celebrated its 160th anniversary. This article analyzes the Academy's pivotal role in training managerial personnel for the forestry sector of pre-revolutionary Russia. The problem-chronological method was employed for this research. Many Petrovka alumni (Petrovtsy) achieved prominent career milestones. The article provides biographical information on two distinguished Russian figures in agriculture and forestry: I.N. Klingen and V.T. Shatsky. It is emphasized that their years of study at the Academy laid the foundational groundwork for their subsequent scientific careers. Valentin T. Shatsky was a forester, Candidate of Agricultural Sciences, and general commissioner of Grand Duke Michael Alexandrovich's estates. While in exile, he conducted a comprehensive survey of the forests of Bosnia and Herzegovina. Ivan N. Klingen was a world-renowned scientist, a specialist in subtropical crops, and the author of numerous scientific publications. He made significant scientific and practical contributions to the development of experimental agricultural practices. Klingen authored the seminal three-volume work "Among the Patriarchs of Agriculture of the Peoples of the Near and Far East: Egypt, India, Ceylon, China, and Japan." The research source base comprised little-known documents preserved in domestic and foreign archives, supplemented by the personal archives of B.E. Shatsky, I.E. Klingen, and P.P. Paganuzzi. The uncovered materials will be valuable for studying the history of the Academy and Russian agronomic education of the late 19th century.

Keywords

Petrovskaya Agricultural and Forestry Academy, agricultural education, experimental work, I.N. Klingen, V.T. Shatsky

For citation

Erofeeva G.I., Kuznetsova I.B., Azarova O.V., Zolotarev S.V. et al. Petrovtsy V.T. Shatsky and I.N. Klingen: contributions to science and education. Dedicated to the 160th anniversary of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):5–23.

*«Завет мой – стремитесь прежде всего и больше
всего к знанию, образованию и взаимопомощи».*

И.Н. Клинген

Введение

Introduction

В 2025 г. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева отметил свой 160-летний юбилей. Этот старейший аграрный вуз России был основан в 1865 г. по Указу Императора Александра II как Петровская земледельческая и лесная академия. В течение многих десятилетий Тимирязевская академия является сокровищницей выдающихся умов, чьи научные достижения оставили неизгладимый след в мировой науке. Наследие ученых – это не просто страницы истории, а живое достояние всей нации, формирующее наш социокультурный код. Именно поэтому обращение к страницам их биографий, к их пути и открытиям является чрезвычайно важным и нужным для нас сегодня.

Славу академии создавали и создают ее профессора, преподаватели и выпускники. С момента своего основания Петровка являлась кузницей управленческих кадров дореволюционной России. Выпускники академии занимали ведущие посты в Министерстве земледелия и государственных имуществ – центральном государственном органе, контролировавшем сферу сельского хозяйства¹. Кадровый состав Лесного департамента, одного из структурных подразделений Министерства, также формировался за счет высококвалифицированных специалистов – выпускников академии. Учреждением, осуществлявшим управление имуществом императорской семьи, являлось Главное Управление Уделов Министерства императорского двора. На должностях правительственных агрономов данного ведомства также состояли выпускники Петровской земледельческой и лесной академии. Многие из них внесли значительный вклад в развитие аграрной науки и лесного дела. В государственных структурах работали, и вполне успешно, такие известные выпускники академии, как агроном-экономист, общественный деятель Н.Л. Скалозубов, ученые, агрономы Н.М. и С.М. Тулайковы, вице-директор Департамента Министерства земледелия Ф.В. Шлиппе, ученый, старший специалист по молочному хозяйству и скотоводству Департамента земледелия и сельской промышленности А.А. Калантар и др.

Необходимо отметить, что многие из выпускников Петровской земледельческой и лесной академии достигли значительных карьерных высот. Выдающийся российский ученый и агроном И.Н. Клинген, лесовод В.Т. Шацкий – примеры успешного совмещения научной деятельности и государственной службы. Как воспитанники и выпускники академии, они были преемниками и наследниками традиций этого высшего учебного заведения, заложенных еще в период его создания [2]. Несмотря на большие испытания, выпавшие на их долю (эмиграция, жизненная неустроенность, разлука с близкими и пр.), И.Н. Клинген и В.Т. Шацкий сумели сохранить заветы родной Петровки. Годы учебы в академии заложили основу, фундамент их дальнейшего научного пути. Изучение жизни и деятельности данных ученых способствует возможности получить более целостную картину системы отечественного агрономического образования конца XIX столетия.

Цель исследований: на основе введения в научный оборот новых архивных источников реконструировать административную и научную деятельность выпускников

¹ С 1905 г. – Главное управление землеустройства и земледелия (примеч. авт.).

Петровской земледельческой и лесной академии И.Н. Клингена и В.Т. Шацкого; проанализировать их роль в системе государственного управления и аграрной науки дореволюционной России и в эмиграции.

Методика исследований

Research method

Для достижения поставленной цели планировалось решить ряд задач: осветить вклад Петровской земледельческой и лесной академии в формирование системы управленческих кадров лесохозяйственного сектора дореволюционной России; выявить биографические сведения о видных отечественных деятелях сельского и лесного хозяйства И.Н. Клингене и В.Т. Шацком; ввести в научный оборот зарубежные исторические источники, ранее не использованные другими исследователями.

При подготовке материала авторы придерживались четкой логики и стремились к объективности, а их выводы основаны на глубоком понимании исторического контекста. В основу исследований положен источниковедческий метод; были привлечены письменные источники и фотодокументы, которые находятся в государственных архивах РФ (Архив Российской академии наук, Государственный архив Российской Федерации, Государственный архив Курской области, Российский государственный исторический архив, Центральный государственный архив города Москвы, Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга), зарубежных архивах (Archiwum Akt Nowych w Warszawie (Архив Новых актов в Варшаве), Историјски архив Београда (Исторический архив Белграда), UCL School of Slavonic and East European Studies (Школа славянских и восточноевропейских исследований Университетского колледжа. Лондон)), музейных фондах (Музей истории Тимирязевской академии, Саратовский областной музей краеведения) [4].

Ценные сведения по истории академии находятся в фонде 228 «Петровская земледельческая и лесная академия (с 1894 г. – Московский сельскохозяйственный институт)» Центрального государственного архива г. Москвы. Особую важность представляет собой опись 3 «Личные дела студентов и слушателей». Именно там хранится дело известного выпускника института – ученого, генетика Н.И. Вавилова. Также отдельного внимания заслуживает фотоальбом великого князя Михаила Александровича² из UCL School of Slavonic and East European Studies, где среди снимков – виды Петровской земледельческой и лесной академии. До настоящего времени эти фотодокументы не были введены в научный оборот. Также были привлечены документы личного происхождения, находящиеся в семейных архивах.

Таким образом, данная статья, основанная на архивных материалах, дополнит эту тему новыми данными.

Для изучения темы «Выпускники Петровской земледельческой и лесной академии» был применен проблемно-хронологический метод. Это позволило разбить общую тему на отдельные, более узкие проблемы, и рассмотреть их в хронологической последовательности. Компаративный метод позволил выполнить сравнительный анализ карьерного пути выпускников академии И.Н. Клингена и В.Т. Шацкого в России и за рубежом.

² Великий князь Михаил Александрович (22 ноября (4 декабря) 1878–13 июня 1918) – четвертый сын Александра III, младший брат Николая II, генерал-лейтенант, генерал-адъютант, член Государственного совета (примеч. авт.).

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Валентин Телесфорович Шацкий – кандидат сельского хозяйства, член Санкт-Петербургского лесного общества, генеральный уполномоченный владений великого князя Михаила Александровича³.

В дворянской семье 9 февраля 1862 г. (по старому стилю) родился мальчик, которому было суждено стать лесоводом⁴. Отец, Телесфор Андреевич Шацкий, окончил Императорскую медико-хирургическую академию, работал ветеринарным врачом в образцовом Великоанадольском лесничестве, которое было основано известным ученым В.Е. Граффом⁵. В дальнейшем Т.А. Шацкий трудился ветеринарным врачом на скотопрогонном тракте при станции Славянск Курско-Харьково-Азовской железной дороги. До настоящего времени сохранился Свято-Благовещенский храм, где крестили Валентина (село Благодатное Донецкой области).

В 1884 г. В.Т. Шацкий успешно завершил обучение в Харьковском земледельческом училище⁶. Это учебное заведение было одним из старейших в России, готовящим специалистов для аграрного сектора. Директором училища был известный деятель сельского хозяйства, автор изобретения «Сажальный меч Колесова» А.А. Колесов.

В 1886 г. произошло важное событие в личной жизни Валентина Телесфоровича: он связал себя узами брака с Е.П. Юревич (1866–1932). В семье родились трое детей: Евгения (1887 г.р.), Юлия (1892 г.р.), Сергей (1896 г.р.)⁷. Известно, что отец Елены Пиевны (Германовны⁸), Пий (Пиус) Матвеевич Юревич, занимал должность директора Харьковского земледельческого училища. Его служебная карьера была отмечена высоким чином действительного статского советника.

Имея намерение получить высшее образование, Валентин Телесфорович в 1887 г.



Валентин Телесфорович Шацкий с женой Еленой Пиевной Шацкой и дочерью Евгенией
(из архива Б.Э. Страхова)

Valentin T. Shatsky with his wife, Elena P. Shatskaya, and daughter, Evgenia
(from the archive of B.E. Strakhov)

³ Шацкий В.Т. Курско-Орловское управление земледелия и государственных имуществ // Государственный архив Курской области. Ф. 155. Оп. 2-л. Д. 442 (136).

⁴ Шацкий В.Т. // Российский государственный исторический архив (РГИА). Ф. 387. Оп. 24. Д. 11868.

⁵ РГИА. Ф. 1286 (Департамент полиции). Оп. 9. Д. 125.

⁶ Шацкий В.Т. // РГИА. Ф. 387. Оп. 24. Д. 11868.

⁷ Шацкий В.Т. // Архив Б.Э. Страхова.

⁸ Родители Елены Пиевны (Германовны) Юревич в официальном браке не состояли. Отчество получила от крестного Германа (фамилия неизвестна). По документам встречаются 2 варианта ее отчества: Пиевна или Германовна (примеч. авт.).

поступил в Петровскую земледельческую и лесную академию – ведущий отечественный центр по подготовке специалистов сельскохозяйственного профиля⁹. Годы студенчества В.Т. Шацкого – это «золотое время» Петровки. Уровень подготовки, который получали студенты, был очень высоким, на тот период в академии преподавали такие выдающиеся ученые, как К.А. Тимирязев, Г.Г. Густавсон, М.К. Турский, Р.И. Шредер, А.Ф. Фортунатов и др. Безусловно, их лекции существенным образом повлияли на формирование взглядов студента Шацкого, определили систему ценностных ориентиров и сформировали чувство любви к науке, лесному делу.

К концу XIX столетия академия заложила фундамент своей собственной научной школы. В основу системы образования был положен принцип взаимосвязи теоретических знаний и практических навыков. Подчеркнем, что в этом отношении академия занимала лидирующие позиции среди других аграрных вузов по количеству учебно-опытных подразделений различного профиля (дендрологический сад, пасека, опытные поля, оранжерейное хозяйство, метеорологическая обсерватория, ферма и др.). Обычным явлением были студенческие экскурсии. Зарубежные стажировки профессорско-преподавательского состава давали возможность ознакомиться с практикой западноевропейского образования.

Продвижение товаров на зарубежном и отечественном рынках во многом опиралось на проведение сельскохозяйственных и кустарных выставок. Петровская земледельческая и лесная академия, известная своими передовыми разработками в аграрном секторе, всегда стремилась делиться своим опытом и представлять российскую науку на самом высоком уровне. Поэтому участие в различных выставках как внутри страны, так и за рубежом (Всемирная выставка в Париже 1900 г., Колумбийская выставка в Чикаго 1893 г. и т.д.), являлось обычной практикой для академии. Экспонируемые образцы завоевывали высокие награды. Студенты академии активно вовлекались в выставочную деятельность. С 23 сентября по 12 октября 1887 г. в Харькове проходила Всероссийская сельскохозяйственная выставка, и В.Т. Шацкий входил в состав ее распорядительного комитета. В докладе на имя директора академии Э.А. Юнге он сообщал, что «...вполне ознакомился с ведением дел»¹⁰. Следует сказать, что этот опыт оказался ценным для Шацкого и в последующей деятельности. В частности, он пригодился ему при организации выставки в городе Ченстохове Петроковской губернии, которая состоялась в 1909 г. [12].

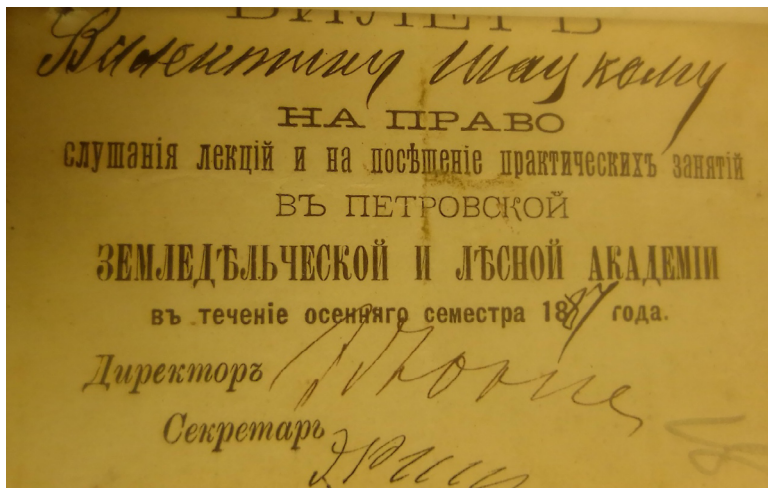
Учебный год в академии состоял из двух семестров («осеннего и весеннего»). Право на посещение лекций и практических занятий давал особый пропуск – «билет» – за подписью директора академии.

Согласно учебному плану академии студенты, прослушав полный курс наук, обязаны были проходить практику в частных экономиках. Это давало выпускникам ценный опыт, который они могли использовать в работе. Для своей практической подготовки В.Т. Шацкий выбрал образцовое имение Верхняя Писаревка, принадлежавшее его сокурснику по академии В.Г. Колокольцеву¹¹.

⁹ Студент Шацкий В.Т. // Центральный государственный архив г. Москвы. Ф. 288. Оп. 3. Д. 6801.

¹⁰ Там же.

¹¹ Студент Шацкий В.Т. // Центральный государственный архив г. Москвы. Ф. 288. Оп. 3. Д. 6801.



Билет на право посещения лекций студента
Петровской земледельческой лесной академии В.Т. Шацкого. 1887 г.
(из Центрального государственного архива г. Москвы. Ф. 288. Оп. 3. Д. 6801)

Lecture attendance permit for V.T. Shatsky, a student
of the Petrovskaya Agricultural and Forestry Academy. 1887
(from the Central State Archive of Moscow, Fund 288, Inv. 3, File 6801)

После успешной защиты кандидатской диссертации¹² молодой ученый сделал выбор в пользу государственной службы. Его приняли на работу в Лесной департамент Министерства государственных имуществ. В 1896 г. В.Т. Шацкий занял важный пост, возглавив хозяйственное отделение Управления земледелия и государственных имуществ Сувалкско-Ломжинской губернии¹³. Под его непосредственным руководством и при активном содействии была открыта Сувалкская сельскохозяйственная и метеорологическая станция I разряда [8]. В числе прочих дисциплин в Петровской академии преподавали и метеорологию, по окончании курса студенты сдавали экзамен. Имея опыт в данном начинании, Валентин Телесфорович и далее занимался устройством метеорологических станций.

Ученый лесовод, проявив себя с лучшей стороны на государственном поприще и добившись там значительных результатов, в 1906 г. получил предложение курировать имение Острова великого князя Михаила Александровича (Петроковская губерния)¹⁴. До 1917 г. в России действовала практика курирования должностными лицами Лесного департамента частных владений. Значительную часть экономии составляли обширные лесные угодья. Благодаря глубоким знаниям и неустанному труду ученого-лесовода некогда убыточное имение превратилось в образцовое хозяйство [4]. Авторству В.Т. Шацкого принадлежит монография, посвященная хозяйственной деятельности Острова [12].

¹² Степень кандидата наук присуждалась выпускникам высших учебных заведений, окончившим курс с отличием и предоставившим письменную работу на выбранную тему. До 1917 г. степень кандидата наук в ее современном понимании приравнивалась к степени магистра (примеч. авт.).

¹³ Шацкий В.Т. Курско-Орловское управление земледелия и государственных имуществ // Государственный архив Курской области. Ф. 155. Оп. 2-л. Д. 442 (136).

¹⁴ Шацкий В.Т. Курско-Орловское управление земледелия и государственных имуществ // Государственный архив Курской области. Ф. 155. Оп. 2-л. Д. 442 (136).

Необходимо отметить, что великий князь Михаил Александрович неоднократно посещал Московский сельскохозяйственный институт. Вплоть до начала XX в. Петровско-Разумовское было популярным дачным местом. Среди известных дачников была и будущая супруга великого князя Михаила Александровича – Наталья Сергеевна Вульферт. Осенью 1909 г. для нее был снят дом – дача архитектора Адольфа Эрихсона (Москва, Петербургское шоссе). Уникальные фотографии, запечатлевшие парковый фасад главного корпуса института, Альпийскую горку Дендрария, оранжерею и другие окрестные места, хранятся в Школе славянских и восточноевропейских исследований Университетского колледжа (Лондон). Снимки датированы весной 1910 г., причем в роли фотографа выступил и великий князь. Михаил Александрович и Наталья Сергеевна занимались фотосъемкой на профессиональном уровне.

В собственности августейшего лица находились также поместья Брасово¹⁵ и Дерюгино (Орловская и Курская губернии), общая площадь которых составляла свыше 125 000 га. Оценив деловые качества В.Т. Шацкого, великий князь в 1913 г. назначил его главноуправляющим этих имений при сохранении за ним кураторства Острова¹⁶. В инспекторском отношении ученый лесовод подчинялся Курско-Орловскому Управлению земледелия и государственных имуществ.



Великий князь Михаил Александрович и Н.С. Вульферт (Брасова) в Историческом парке Московского сельскохозяйственного института, весна 1910 г. Публикуется впервые (из архива UCL School of Slavonic and East European Studies – Школы славянских и восточноевропейских исследований, Лондон)

Grand Duke Michael Alexandrovich and N.S. Wulfert (Brasova)
in the Historical Park of the Moscow Agricultural Institute, spring 1910.
Published for the first time

(from the archive of the UCL School of Slavonic and East European Studies, London)

¹⁵ В настоящее время это территория Брянской области (примеч. авт.).

¹⁶ Главное управление уделов // РГИА. Ф. 515. Оп. 76. Д. 410.



Великий князь Михаил Александрович. Альпийская горка Дендрария.
Московский сельскохозяйственный институт. Весна 1910 г.
Публикуется впервые (*uz archiva UCL School of Slavonic and East European Studies*)
Grand Duke Michael Alexandrovich. Rock Garden (Alpine Hill) of the Arboretum.
Moscow Agricultural Institute. Spring 1910. Published for the first time (*from the archive
of the UCL School of Slavonic and East European Studies, London*)

Необходимо отметить, что великокняжеские поместья, хотя и не были формальными научными институтами, представляли собой центры естественно-научных знаний имперской России, являясь очагами научной мысли. Главноуправляющий В.Т. Шацкий тесно сотрудничал с учеными родной Петровки, среди них – зоолог и пчеловод Н.М. Кулагин, агрохимик А.Г. Дояренко, специалист в области зоотехнии М.И. Придорогин и др. Ревизором имений был известный ученый, агроном и почвовед, выпускник Петровской земледельческой и лесной академии А.А. Измаильский.

За годы службы Отечеству В.Т. Шацкий был награжден медалями «В память царствования императора Александра III», «В память 300-летия царствования дома Романовых», орденами Св. Станислава II и III ст., Св. Анны III ст. В 1914 г. ему был пожалован чин действительного статского советника [10].

В 1916 г. Валентин Телесфорович заступил на новую должность – заведующего делами и имуществом Петра Николаевича Балашева (Балашова), егермейстера Двора, председателя фракции националистов в Думе III и IV созывов¹⁷. В инспекторском отношении Шацкий перешел в подчинение Петроградско-Псковского Управления земледелия и государственных имуществ. В должностные обязанности ученого лесовода также входил надзор за Гомельской усадьбой, которую Балашевы должны были наследовать от княгини Ирины Ивановны Паскевич.

В июле 1917 г. В.Т. Шацкий, помимо заведования делами и имуществом П.Н. Балашева, вернулся на службу к великому князю Михаилу Александровичу и «...был назначен контролером его имений» [13]. На июнь 1918 г. он занимал должность Генерального уполномоченного владений Михаила Александровича¹⁸. После национализации имений ученый лесовод был задействован в работе Министерства земледелия А.И. Деникина.

¹⁷ Шацкий В.Т. Курско-Орловское управление земледелия и государственных имуществ // Государственный архив Курской области. Ф. 155. Оп. 2-л. Д. 442 (136).

¹⁸ Ministerstwo Rolnictwa i Reform Rolnych (Министерство сельского хозяйства и аграрной реформы) // Archiwum Akt Nowych w Warszawie. Sygn. 723. L. 366–368.

Поражение Вооруженных сил Юга России стало переломным моментом, заставившим Валентина Телесфоровича и его близких принять трудное решение – покинуть Россию. С конца 1920 г. они нашли пристанище в Королевстве сербов, хорватов и словенцев (КСХС)¹⁹. В эмиграции жизнь самого Валентина Телесфоровича, да и всей его семьи, превратилась в нелегкое испытание. Тем не менее его авторитет как ученого-лесоведа был чрезвычайно высоким.

Важным событием в истории лесного хозяйства Боснии и Герцеговины стало проведение генеральной ревизии. Ответственным за ее осуществление был назначен В.Т. Шацкий [1]. Продолжая научную работу в КСХС, ученый работал над вопросами «облесения» гор – темой, представлявшей интерес и для других балканских стран (Болгарии, Греции, Турции). Пропагандируя устойчивое лесопользование, В.Т. Шацкий усовершенствовал технологию получения живицы из сосны, обеспечивающей бережное использование сырьевой базы и сохранение нормальной жизнедеятельности древостоя [3].

В изгнании Валентин Телесфорович также активно включился в общественную работу. В 1921 г. в Белграде был учрежден Союз русских агрономов, ветеринаров и лесных инженеров, и В.Т. Шацкий вступил в его ряды [11]. В 1922 г. по инициативе Союза было сформировано Оргбюро по разработке проблематики обновления и развития сельского хозяйства в России, председателем которого стал ученый-лесовод.

16 января 1929 г. В.Т. Шацкого не стало. Он нашел свое последнее пристанище на Новом кладбище в Белграде (уч. 43, м. 98). К сожалению, со временем его могила была утрачена. В некрологе белградской газеты «Новое время» говорилось, что имя Шацкого, «...как агронома, должно быть поставлено рядом с именами А.А. Измаильского <...> и И.Н. Клингена» [3], его сокурсников по Петровской земледельческой и лесной академии.

Среди выдающихся ученых-аграрников особое место занимает И.Н. Клинген – главный агроном Главного Управления Уделов, пчеловод, цитрусовод, действительный член Санкт-Петербургского лесного и Императорского Русского географического обществ, а также Императорского российского общества плодоводства, деятельный член Санкт-Петербургского Общества содействия женскому сельскохозяйственному образованию [5]. Его имя неразрывно связано с фундаментальным научным трудом «Среди патриархов земледелия народов Ближнего и Дальнего Востока: Египет, Индия, Цейлон, Китай и Япония» [5], вышедшим в трех томах. Его исследования и практические разработки существенно продвинули вперед отечественную аграрную науку. В своей статье «Памяти старого петровца – И.Н. Клингена» известный пчеловод А. Левицкий вспоминал: «Питомец старой Петровской Академии периода пребывания в ней В.Г. Короленко, И.Н. Клинген был ее типичным представителем и не порвал с ней до самого конца своих дней, бережно храня и культивируя ее лучшие заветы и традиции» [7]. Профессиональные, личные дружеские отношения связывали Ивана Николаевича с такими известными учеными-петровцами, как Д.Н. Прянишников, А.А. Измаильский, И.А. Стебут, Н.М. Кулагин, М.И. Придорогин, С.М. Тулайков, А.Г. Дояренко, Н.И. Вавилов и др. Ему пришлось пожить и поработать в самых разных уголках России: Москве, Санкт-Петербурге, Воронежской, Орловской губерниях, Поволжье, на Кавказе и т.д.

Будущий ученый появился на свет 6 июня 1851 г. в деревне Стрикино Белёвского уезда Тульской губернии. Его отцом был Николай Густавович Клинген, отставной капитан артиллерии, а матерью – Александра Ивановна, урожденная Денкоглу²⁰. Дед, Иван Николаевич Денкоглу (также известный под именем Иван Ненов Денков), был

¹⁹ Управа города Белграда. Картотека жителей города Белграда и Земуна. Учетная карточка В.Т. Шацкого // Историјски архив Београда (Исторический архив Белграда). Ф. 1.

²⁰ Дело студента И.Н. Клингена // Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга. Ф. 14. Оп. 3. Д. 16560.

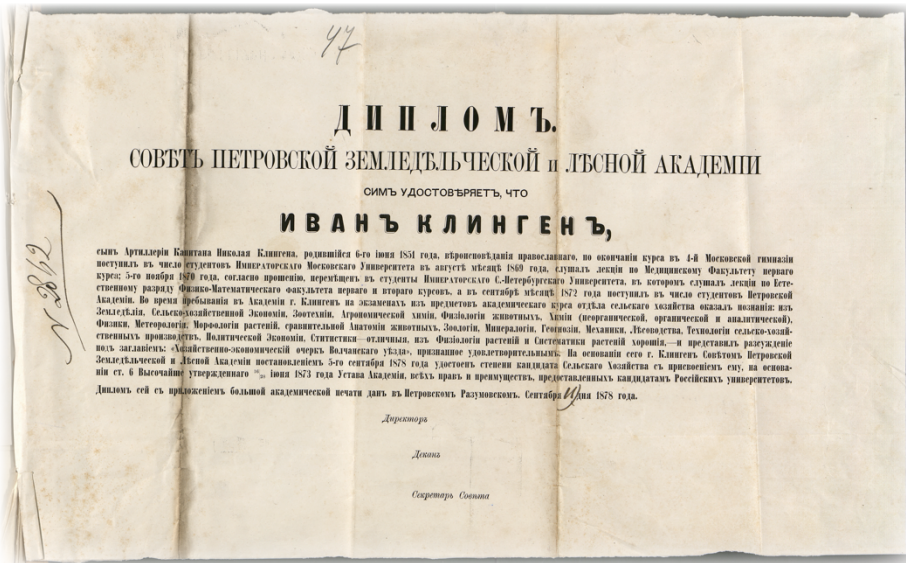
весьма уважаемой фигурой в Болгарии. Он не только успешно занимался торговлей, но и прославился своей благотворительной деятельностью.

Желая получить прочные знания по сельскому хозяйству, И.Н. Клингген в 1872 г. поступил в Петровскую земледельческую и лесную академию. Диссертационное исследование проводилось на базе имения «Белый колодезь» дворян Скалонов. Результатом успешной защиты диссертации стало издание монографии «Хозяйственно-экономический очерк Волчанского уезда Харьковской губернии»²¹. Аттестат Ивана Николаевича сохранился до наших дней и представляет собой важный документ для изучения истории отечественного агрономического образования. Помимо общеобразовательных предметов (физика, неорганическая, органическая и аналитическая химия, политическая экономия и т.д.), программа обучения была насыщена большим количеством профильных дисциплин (земледелие, сельскохозяйственная экономия, зоотехния, сравнительная анатомия и физиология животных, морфология и систематика растений, лесоводство, минералогия, метеорология, механика, технология сельскохозяйственного производства и пр.). По большинству из них И.Н. Клингген имел высокие оценки. Его дальнейшая карьера была посвящена агрономии, опытному делу.



Иван Николаевич Клингген
(из архива И.Е. Клинггена,
правнука И.Н. Клинггена)

Ivan N. Klinggen
(from the archive of I.E. Klinggen,
I.N. Klinggen's great-grandson)



Диплом И.Н. Клинггена. Петровская земледельческая и лесная академия, 1878 г.
(из архива ГБУ «ЦГА Москвы». Ф. 228. Оп. 3. Д. 2529)

Diploma of I.N. Klinggen. Petrovskaya Agricultural and Forestry Academy, 1878
(from the archive of the Central State Archive of Moscow, Fund 228, Inv. 3, File 2529)

²¹ Студент И.Н. Клингген // ГБУ «ЦГА Москвы». Ф. 228. Оп. 3. Д. 2529.

В течение 20 последующих лет Иван Николаевич имел «...широкую практику по управлению и организации частных имений и очень скоро сделался главноуправляющим в обширных русских хозяйствах частных владельцев»²². Выпускник Петровской академии, он не боялся экспериментировать и внедрять самые передовые на тот момент методы ведения хозяйства.

Одними из самых тяжелых страниц в истории имперской России стали неурожай и последовавший за ним голод 1891–1892 гг., охвативший основную часть Черноземья и Среднего Поволжья. Именно в этот непростой период И.Н. Клингген работает в имении Рамонь Воронежской губернии. Поместье находилось в собственности принцессы Е.М. Ольденбургской. Здесь в полной мере проявились не только его профессиональные, но и человеческие, гражданские качества. Вклад И.Н. Клинггена в оказание помощи местному крестьянству был весьма значительным: по его инициативе была открыта столовая, организовано производство консервов из свекловичного жома, ржаной муки и патоки, ежедневно выпекалось до 6 т хлеба, который бесплатно раздавали окрестному населению.

В 1891 г., стремясь решить проблему неурожаев, ученый выступил инициатором проведения в Рамони лесо-агрономического съезда. Ему удалось привлечь к обсуждению своих коллег, среди которых были профессора и выпускники Петровской сельскохозяйственной академии [9]. Иван Николаевич неоднократно писал о мерах борьбы с голодом, обращаясь к широкой публике.

В Рамоне бережно хранят память о созидательной деятельности И.Н. Клинггена. Его жизненному пути посвящен один из залов постоянной экспозиции в дворцовом комплексе Ольденбургских.

Значимое событие в карьере Ивана Николаевича произошло в 1892 г., когда он заступил на должность главного инспектора Кавказских удельных имений, что означало переход на государственную службу²³. В 1894 г. ученый представил начальнику Главного Управления Уделов князю Л.Д. Вяземскому «проект разведения в регионе имеющих серьезное хозяйственное значение субтропических растений»²⁴. Особое внимание было уделено организации посадок чая.

Для изучения агротехники выращивания чайного куста и других ценных растений удельным ведомством была организована научная экспедиция в страны Дальнего Востока. Возглавил ее И.Н. Клингген. Путешествие заняло более года (1895–1896 гг.), в течение которого ученый посетил Китай, Египет, Цейлон, Японию.

По возвращении в 1896 г. И.Н. Клингген был назначен главным агроном Главного управления уделов²⁵. Занимаясь интереснейшим с профессиональной точки зрения делом – внедрением новых культур на территории южной России, – И.Н. Клингген не изменил себе и своему пониманию долга. В качестве первоочередной он рассматривал задачу разработки мер помощи находившимся в очень тяжелом положении крестьянским хозяйствам Юго-Восточной России. Малоземелье, отсталая агротехника, чрезвычайно трудоемкие процессы обработки почвы и сбора урожая приводили к росту недоимок по налогам, разорению общин, вынужденному уходу крестьян на заработки. Будучи убежденным в том, что «Усадебное хозяйство – это <...> спасительный приют для малоземельных селян, которые в этом случае могут отстоять свою оседлость, а следовательно, и культуру, от лютой необходимости сделаться бездомными бродягами по белу свету, чаще по городским притонам, у которых ни кола, ни двора, ни се-

²² Curriculum vitae И.Н. Клинггена // Архив П.П. Пагануцци.

²³ Там же.

²⁴ Там же.

²⁵ Там же.

мы, ни привету...»²⁶, И.Н. Клингген разработал комплекс мер по выходу из кризиса. Среди первоочередных мероприятий для решения проблемы предлагалось «создание поселковых кооперативов, открытие кредитных касс взаимопомощи, введение многопольных севооборотов применительно к условиям местности»²⁷.

Ученый разработал «скороспелую залежную систему, основанную на грамотном сочетании злаковых культур с многолетними бобовыми»²⁸. В своей книге «Скороспелая залежная система для Восточной России преимущественно на черноземных почвах» И.Н. Клингген подробно изложил данную методику [5]. Его труд был оценен по достоинству, в знак признания он получил большую золотую медаль имени И.А. Стебута – выдающегося ученого и практика по сельскому хозяйству, профессора Петровской земледельческой и лесной академии. Эта награда была особенно ценной для Ивана Николаевича, так как И.А. Стебут был его учителем и наставником. (В его честь он назвал своего среднего сына.)

Вклад И.Н. Клинггена в развитие аграрной науки не ограничивался исключительно техническими аспектами сельского хозяйства. В своих исследованиях он уделял внимание и социальным вопросам, являясь активным пропагандистом женского агрономического образования. Особый интерес представляет его статья «Роль женщины как образованной сельской хозяйки в обновлении русской деревни. Доклад Обществу содействия женского сельскохозяйственного образования» (1903 г.). Создание Общества стало возможным благодаря И.А. Стебуту. Он был не только его главным вдохновителем, но и почетным членом. В этом отношении показателен следующий фрагмент статьи И.Н. Клинггена: «Женщина, получив сельскохозяйственное образование, может воспользоваться им для того, чтобы воспитать своих детей в деревне, дать им прежде всего здоровье, которое так легко расшатывается в городе, вселить в них стойкость убеждений и силу характера, вдохнуть в них силою материнской любви живую привязанность к природе <...> В деревне, в качестве жены священника, доктора, агронома, учителя и т.д. женщина с сельскохозяйственным образованием может своим знанием служить весьма полезным советником. <...> Я же, как старый деревенщина, скажу вам: святой долг зовет ее на трудный, но славный житейский подвиг, потому что того хочет Бог земли Русской» [6].

Ученый в своих работах неоднократно отмечал большое значение полезного лесоразведения. Живым памятником работы И.Н. Клинггена остается созданная им в 1903 г. Безенчукская удельная опытная станция (теперь Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова).

1907 год стал судьбоносным в жизни ученого: он «...принял должность главноуправляющего Брасовским и Дерюгинским именьями великого князя Михаила Александровича»²⁹. В поместьях было успешно реализовано «пчелопольное хозяйство»³⁰, предусматривавшие создание медоносных полей (возделывалось свыше 30 культур). Особое внимание отводилось посевам клевера, также проводились работы по селекции пчел. Сам факт того, что ученый был приглашен выступить с докладом на III съезде Всеславянского пчеловодческого союза, является ярким свидетельством его высоких заслуг в области пчеловодства.

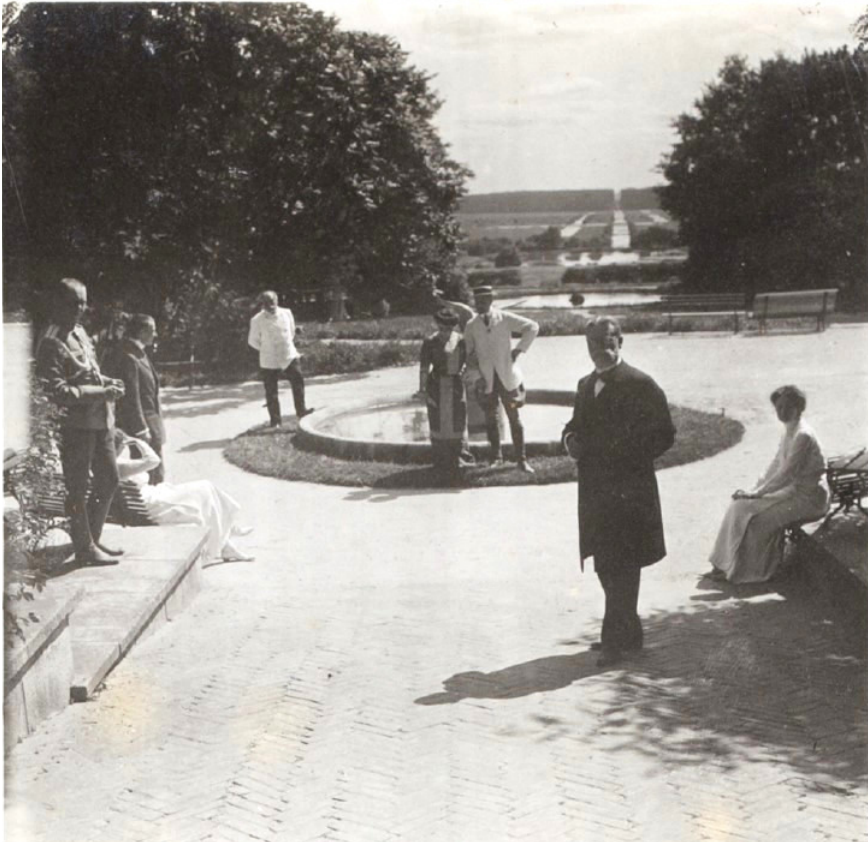
²⁶ Доклад Клинггена Всеславянскому съезду пчеловодов // Архив Российской академии наук. Ф. 445. Оп. 4. Д. 67.

²⁷ Curriculum vitae И.Н. Клинггена // Архив П.П. Пагануцци.

²⁸ Там же.

²⁹ Там же.

³⁰ Доклад Клинггена Всеславянскому съезду пчеловодов // Архив Российской академии наук. Ф. 445. Оп. 4. Д. 67.



У входа в дом. Усадьба Брасово великого князя Михаила Александровича.
 На переднем плане – И.Н. Клинген (стоит), второй
 слева – композитор С.В. Рахманинов (в профиль), 1911 г.
*(из архива Школы славянских и восточноевропейских исследований
 Университетского колледжа. UCL BRS/8)*

At the entrance to the house. Brasovo Estate of Grand Duke Michael Alexandrovich.
 In the foreground: I.N. Klingen (standing); second from left:
 composer S.V. Rachmaninoff (in profile), 1911
*(from the archive of the UCL School of Slavonic and East European Studies,
 University College London. UCL BRS/8)*

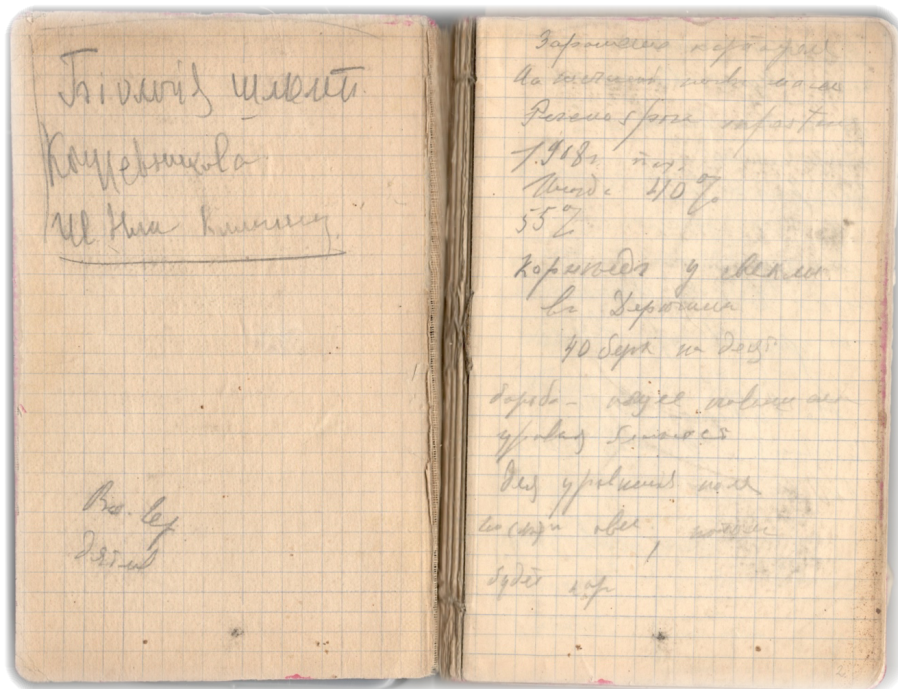
Великокняжеские имения поддерживали тесные связи с образовательными учреждениями естественно-научного профиля, предоставляя студентам возможность проходить практику в поместьях. Среди студентов-практикантов были и учащиеся Московского сельскохозяйственного института. Так, в 1909 г., в рамках летней ознакомительной практики, в Брасово и Дерюгино прибыли студенты 3 курса, где старшим в группе был Н.И. Вавилов [5].

1912 год, казалось, подвел итог долгого и плодотворного пути ученого агронома. Стало подводить здоровье – он просил об отставке и получил ее в начале 1913 г. Но судьба распорядилась иначе. Впереди его ждали новые труды, потрясения, невзгоды. В военном 1915 г. И.Н. Клинген вернулся на предыдущую работу – Главное Управление Уделов.

В 1917 г. ученый выехал в Новороссийский округ Черноморской губернии (административно-территориальная единица Российской империи). Главной задачей явилось

увеличение площадей чайных плантаций. В удельном имении Абрау-Дюрсо И.Н. Клингену «...пришлось пережить страшное время, полное невзгод: гражданская война, грузино-армянский вооруженный конфликт, германо-турецкая интервенция в Закавказье»³¹. Несмотря на трудности быта и тяжелые условия жизни, ослабленный голодом и болезнями Иван Николаевич, которому было уже далеко за 60, продолжал трудиться.

Бандитизм стал последней каплей, переполнившей чашу терпения ученого. Свидетельница тех событий, дочь И.Н. Клингена Евгения, вспоминала: «Каждый день из имения Абрау-Дюрсо уходила рано утром линейка в Новороссийск для потребы служащих имения, <...> зеленые часто ее останавливали, грабили, <...> Офицеров убивали. Но служащих и штатских пока не трогали»³². Однажды, уже в 1920 г., бандиты напали на ехавшего с супругой по служебным делам в Новороссийск И.Н. Клингена. Спас его от расстрела один из бандитов: он ранее работал в Абрау-Дюрсо и И.Н. Клинген когда-то помог его семье. В этих обстоятельствах ученый принял решение покинуть Россию. По данным историка С.В. Волкова, он в 1920 г. был эвакуирован из Новороссийска на корабле «Саратов». Для И.Н. Клингена разрыв с Родиной стал настоящей трагедией. Он тяжело переживал распад страны, на благо которой трудился всю свою жизнь.



Тетрадь с учебными и рабочими записями Н.И. Вавилова, студента 3 курса Московского сельскохозяйственного института, сделанными во время ознакомительной летней практики. Брасово – Дерюгино. 1909 г.
(из архива Саратовского областного музея краеведения. СМК 77188/2)

Notebook with academic and working notes by N.I. Vavilov,
a 3rd-year student of the Moscow Agricultural Institute,
made during his summer introductory practical training. Brasovo – Deruginino. 1909
(from the archive of the Saratov Regional Museum of Local Lore. SMK 77188/2)

³¹ Curriculum vitae И.Н. Клингена // Архив П.П. Пагануцци.

³² Семейная хроника Е.И. Пагануцци (Клинген) // Архив П.П. Пагануцци.



Крестьянки на опытном участке огуречных культур, Брасово
(из архива Н.И. Вавилова. Музей истории Тимирязевской академии)

Peasant women at the experimental plot of cucumber cultivation, Brasovo
(from the archive of N.I. Vavilov, Museum of History of the Timiryazev Academy)

Семья оказалась в лагере русских беженцев Сиди Бишр (Sidi-Bishr), в египетской Александрии (барак 15-А, Сиди Бишр (Sidi-Bishr)). Несмотря на тяжелейшие бытовые условия и всевозможные лишения, Иван Николаевич много работал, читал публичные лекции. Его однокашник В.Т. Шацкий констатировал: «Иван Николаевич Клинген, в своей кипучей натуре, ни на минуту не оставляет мысли об общественной работе и о той пользе, которую он еще может и должен (а долг у него всегда на первом месте), по мере своих сил, принести своей несчастной Родине. Он все время чувствует ее боль и страдания, с лихорадочной энергией набрасывается на работу и в полном смысле слова сгорает в этом желании и стремлении, сокращая тем самым свою жизнь»³³.

В 1921–1922 гг. Советская Россия была охвачена страшным голодом. В это тяжелое время, когда Родина нуждалась в поддержке, ученый, будучи человеком, искренне преданным своей стране, не мог остаться в стороне. Имея за плечами тяжелый опыт борьбы с голодом 1891–1892 гг., он, взывая ко всему миру, написал капитальный труд «О борьбе с голодом в России». К сожалению, эта книга стала его последним словом. Ученого не стало 20 июня 1922 г. Известный пчеловод А. Левицкий в статье памяти И.Н. Клингена писал: «В его лице с арены жизни сошел один из последних могикан старой формации русских агрономов-петровцев» [7].

Жизнь И.Н. Клингена была воплощением преданности и любви к Отечеству, стойкости и готовности к самопожертвованию, бескорыстному труду. «Завет мой – стремитесь прежде всего и больше всего к знанию, образованию и взаимопомощи» – это своего рода нравственное завещание ученого, его наказ, обращенный к потомкам.

³³ Шацкий В.Т. «И.Н. Клинген» // Архив И.Е. Клингена.

Выводы Conclusions

Проведенные исследования позволяют говорить о том, что выпускники Петровской земледельческой и лесной академии нередко демонстрировали положительные примеры успешного совмещения научной деятельности и государственной службы. На протяжении всего периода созидательной деятельности В.Т. Шацкий и И.Н. Клинген продолжали держать связь с учеными Alma mater. Находясь вдали от Родины, И.Н. Клинген и В.Т. Шацкий нашли в себе силы не просто жить дальше, но активно и плодотворно работать. До конца своих дней они оставались верными сынами своей Родины – России. Их объединило общее прошлое, годы учебы в Петровской земледельческой и лесной академии.

Образование всегда было и остается одной из самых важных ценностей для человека и общества. Своей жизнью ученые подтвердили эту истину. Память о В.Т. Шацком и И.Н. Клингене живет в их делах и книгах. В настоящее время в музее усадьбы Брасово великого князя Михаила Александровича проводятся работы по созданию постоянной экспозиции, один из разделов которой будет посвящен этим замечательным людям.

Список источников

1. Арсеньев А.Б. Русская эмиграция в Боснии и Герцеговине (1919-1990-е гг.) // *Ежегодник Дома русского зарубежья имени Александра Солженицына* / Отв. ред. Н.Ф. Гриценко. Москва: Дом Русского Зарубежья имени Александра Солженицына, 2011. С. 140-169
2. Баутин В.М., Глазко В.И. Н.И. Вавилов и Петровка. Начало пути // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2011. Вып. 5. С. 136-155
3. Брунст В. «Памяти В.Т. Шацкого» // *Возрождение (Vozrojudenie – La Renaissance)*. Париж, 1929. № 1378. 11 марта
4. Ерофеева Г.И. *Дворянские усадьбы как экономические, естественно-научные и культурные центры российской провинции: на примере поместий великого князя Михаила Александровича*: Дис. ... канд. ист. наук. Брянск, 2023. 289 с.
5. Ерофеева Г.И. И.Н. Клинген – главноуправляющий Брасовским и Дерюгинским имениями великого князя Михаила Александровича // *VI Ольденбургские чтения. Материалы краеведческих чтений*. Воронеж: Пресс-Бургер, 2021. С. 23-55
6. Клинген И.Н. Роль женщины как образованной сельской хозяйки в обновлении русской деревни. Санкт-Петербург: Тип. Гл. упр. уделов, 1903. 52 с.
7. Левицкий А. Памяти старого петровца – И.Н. Клингена // *Пчеловодное дело*. 1927. № 3. С. 116
8. *Памятная книжка Сувалкской губернии*. Сувалки: Типография губернского правления, 1902. 245 с.
9. Прянишников Д.Н. *Мои воспоминания*. Москва: Государственное издание сельскохозяйственной литературы, 1961. 312 с.
10. Список лиц, служащих по Лесному департаменту и Лесному ведомству. Санкт-Петербург, 1915. 1164 с.
11. Танин С.Ю. *Русский Белград*. Москва: Вече, 2009. 304 с.
12. Шацкий В.Т. *Острова, владение Великого князя Михаила Александровича, Петроковской губернии, Ченстоховского уезда*. Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1916. 284 с.
13. Хрусталева В.М. *Дневник и переписка Великого князя Михаила Александровича. 1915-1918*. Москва: ПРОЗАиК, 2012. 797 с.

References

1. Arsenyev A.B. *Russian emigration in Bosnia and Herzegovina (1919-1990s)*. Moscow, Russia: Alexander Solzhenitsyn Center for studies of the Russian emigrees, 2011:140-169. (In Russ.)
2. Bautin V.M., Glazko V.I. N.I. Vavilov and Petrovka. The beginning of the path. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2011;(5):136-155. (In Russ.)
3. Brunst V. In Memory of V.T. Shatsky. *Vozrojdenie – La Renaissance*. Paris, France, 1929:1378 (March 11). (In Russ.)
4. Erofeeva G.I. Noble estates as economic, natural science, and cultural centers of the Russian province: the case of Grand Duke Michael Alexandrovich's estates: CSc (Hist) thesis. Bryansk, Russia, 2023:289. (In Russ.)
5. Erofeeva G.I. I.N. Klingen – Chief Manager of Brasovo and Deryugino estates of Grand Duke Michael Alexandrovich. *Kraevedcheskie chteniya 'VI Oldenburgskie chteniya.'* October 08, 2021. Voronezh, Russia: Press-Burger, 2021:23-55. (In Russ.)
6. Klingen I.N. *The Role of women as educated rural housewives in the renewal of the Russian village*. St. Petersburg, USSR: Tipografiya Glavnogo upravleniya udelov, 1903:52. (In Russ.)
7. Levitsky A. In memory of an old Petrovets (Petrovka alumnus) I.N. Klingen. *Pchelovodnoe delo*. 1927;(3):116. (In Russ.)
8. *Commemorative book of the Suwalki province*. Suwalki, Poland: Tipografiya gubernskogo pravleniya, 1902:245. (In Russ.)
9. Pryanishnikov D.N. *My memoirs*. Moscow, USSR: Gosudarstvennoe izdanie selskokhozyaystvennoy literatury, 1961:312. (In Russ.)
10. *List of personnel serving in the Forestry Department and the Forestry Agency*. St. Petersburg, USSR, 1915:1164. (In Russ.)
11. Tanin S.Yu. *Russian Belgrade*. Moscow, Russia: Veche, 2009:304. (In Russ.)
12. Shatsky V.T. *Ostrov, estate of Grand Duke Mikhail Alexandrovich, Petrokov Province, Czestochowa County*. Yuryev, Estonia: Tipografiya K. Mattisena, 1916:284. (In Russ.)
13. Khrustalev V.M. *Diary and correspondence of Grand Duke Mikhail Alexandrovich. 1915-1918*. Moscow, Russia: PROZAIK, 2012:797. (In Russ.)

Сведения об авторах

Галина Игоревна Ерофеева, канд. ист. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: g.erofeeva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5247-3537>

Ирина Борисовна Кузнецова, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской р-н, пос. Караваево, Учебный городок, 34; e-mail: sonneraiser@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5011-3271>

Олеся Валентиновна Азарова, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: azarovaov@rgau-msha.ru

Сергей Васильевич Золотарёв, д-р тех. наук, профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: zolotarev@rgau-msha.ru

Ирина Васильевна Портнова, канд. искусствоведения, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: i.portnova@rgau-msha.ru

Татьяна Васильевна Портнова, д-р искусствоведения, профессор кафедры ландшафтной архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: t.portnova@rgau-msha.ru

Information about the authors

Galina I. Erofeeva, CSc (Hist), Associate Professor at the Department of Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: g.erofeeva@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5247-3537>

Irina B. Kuznetsova, CSc (Ag), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy; 34 Uchebnyy Gorodok, Karavaevo Vlg., Kostroma District, Kostroma Region, 156530, Russian Federation; e-mail: sonneraiser@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5011-3271>

Olesya V. Azarova, CSc (Ag), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: azarovaov@rgau-msha.ru

Sergey V. Zolotarev, DSc (Eng), Professor, Professor at the Department of Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: zolotarev@rgau-msha.ru

Irina V. Portnova, CSc (Art), Associate Professor at the Department of Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: i.portnova@rgau-msha.ru

Tatiana V. Portnova, DSc (Art), Professor at the Department of Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: t.portnova@rgau-msha.ru

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

**Защитное действие солей ультрамикрорезлементов
в условиях дефицита воды (на примере растений гречихи, выращенной
в условиях разного содержания подвижного фосфора в почве)**

Анастасия Андреевна Лапушкина[✉], Всеволод Михайлович Лапушкин

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉] **Автор, ответственный за переписку:** alapushkina@rgau-msha.ru

Аннотация

В статье изложены результаты трехлетнего вегетационного опыта, направленного на исследование протекторного действия предпосевного смачивания семян растворами солей селена, ванадия, вольфрама и йода на биометрические характеристики гречихи и ее урожайность, а также на показатели качества зерна опытной культуры. Часть растений в начале бутонизации подвергалась искусственно созданному дефициту воды. Исследования проводились на двух почвах одного подтипа, но отличающихся содержанием подвижного фосфора. Для обеспечения бездефицитного уровня минерального питания в каждый сосуд вносились N150 мг/кг и K₂O 100 мг/кг почвы. Согласно результатам, полученным по структуре урожая опытных растений, установлено отсутствие достоверного влияния используемых солей на количество соцветий и массу 1000 зерен. Наиболее отчетливо протекторные свойства ультрамикрорезлементов проявлялись в условиях засухи при слабом уровне фосфорного питания растений: применение селенита натрия снизило потери зерна на 32%, ванадата аммония – на 20%, вольфрамата аммония – на 14%, йодида аммония – на 25%. В отсутствие обработки семян солями ультрамикрорезлементов на урожайность сильно повлияло наличие повышенного содержания подвижного фосфора в почве: в условиях оптимального влагообеспечения гречиха сформировала на 40% больше зерна, а после перенесенной засухи – на 70% в сравнении с группой опытных растений, вегетировавших в тех же условиях, но на почве с низким содержанием фосфора. Значимых изменений в химическом составе полученного зерна в зависимости от условий выращивания (применения солей ультрамикрорезлементов, разной обеспеченности почвы подвижным фосфором и растений водой) выявлено не было.

Ключевые слова

гречиха, дефицит воды, предпосевная обработка семян, селенит натрия, ванадат аммония, вольфрамат аммония, йодид аммония

Благодарности

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Для цитирования

Лапушкина А.А., Лапушкин В.М. Защитное действие солей ультрамикрорезлементов в условиях дефицита воды (на примере растений гречихи, выращенной в условиях разного содержания подвижного фосфора в почве) // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 24–35.

Protective effects of ultramicroelement salts under water deficit: a case study of buckwheat grown at varying soil available phosphorus levels

Anastasiya A. Lapushkina✉, Vsevolod M. Lapushkin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

✉Corresponding author: alapushkina@rgau-msha.ru

Abstract

This paper presents the findings of a three-year pot experiment investigating the protective effects of pre-sowing seed treatment with solutions of selenium, vanadium, tungsten, and iodine salts on the biometric characteristics, yield, and grain quality of buckwheat. During the early budding stage, a subset of plants was subjected to an artificially induced water deficit. The study was conducted on two soils of the same subtype but with differing levels of available phosphorus. To ensure adequate mineral nutrition, all pots were amended with N (150 mg/kg) and K₂O (100 mg/kg of soil). Analysis of the yield components revealed that the salts used had no significant effect on the number of inflorescences or the thousand-kernel weight. The protective properties of these ultramicroelements were most pronounced under drought conditions combined with low phosphorus availability: the application of sodium selenite reduced grain yield losses by 32%, ammonium vanadate by 20%, ammonium tungstate by 14%, and ammonium iodide by 25%. In the absence of seed treatment, yield was strongly influenced by an increased content of soil available phosphorus; under optimal moisture, buckwheat produced 40% more grain, and after drought, 70% more compared to plants grown on low-phosphorus soil. No significant changes in the chemical composition of the grain were identified across the various growing conditions (application of ultramicroelement salts, varying soil available phosphorus levels, or water availability).

Key words

buckwheat, water deficit, pre-sowing seed treatment, sodium selenite, ammonium vanadate, ammonium tungstate, ammonium iodide

Acknowledgments

The research was funded by the University Development Program as part of the “Priority 2030” Strategic Academic Leadership Program.

For citation

Lapushkina A.A., Lapushkin V.M. Protective effects of ultramicroelement salts under water deficit: a case study of buckwheat grown at varying soil available phosphorus levels. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):24–35.

Введение Introduction

Вопрос эффективности микроэлементов как протекторов растений от ряда абиотических стрессов, в том числе засухи, остается актуальным и открытым. Направленность действия того или иного элемента зависит от множества составляющих (форма соединения, которая на первоначальном этапе доступна для усвоения растениями,

доза элемента, наличие или отсутствие самих стрессовых условий) и, конечно, от вида самого растения [1–3].

В обзорной статье [4] говорится, в частности, о защитных механизмах селена, когда растения испытывают дефицит воды: он повышает активность антиоксидантных ферментов в растениях и улучшает неферментативное расщепление супероксидных радикалов, тем самым уменьшая накопление избыточных активных форм кислорода (АФК) и смягчая окислительное повреждение клеточных мембран. Также в опытах [5, 6] с ячменем было показано, что наличие селена в питании растений, подверженных засухе, приводило к повышению урожайности на 10–40% в зависимости от условий выращивания. Недавние исследования сообщают о защитном эффекте ванадия в модельном опыте с *Arabidopsis thaliana*, подвергшимся окислительному стрессу под действием H_2O_2 . Так, при использовании $1 \cdot 10^{-6}$ М раствора оксиацетатных комплексов оксида ванадия (IV) растения, столкнувшиеся с окислительным стрессом, смогли пройти весь жизненный цикл с возникновением надлежащей морфологической и цитологической организации тканей листьев и корней [7]. Воздействие вольфрама на растительные организмы весьма противоречиво: наиболее часто в литературе встречаются данные об угнетении растений (уменьшение длины корней и высоты побегов, снижение сырой массы [8, 9], об избыточном накоплении АФК [10]). Гораздо реже встречаются исследования, показывающие стимулирующую роль данного элемента на растения. Так, в опытах [11] низкая концентрация вольфрама в почве (3 и 9 мг/кг) приводила к увеличению сухой массы корней на 35 и 45%, а сухой надземной массы – на 12 и 14% соответственно. При этом если содержание вольфрама в почве достигало 27 мг/кг, авторы отмечали снижение данных показателей на 33 и 12%. Действие йода на растительный организм также сильно зависит от его дозы. Но говоря о его положительном влиянии, можно привести данные работы [12], где замечено, что в условиях водного стресса растения, обработанные слабыми растворами (10 и 20 мкМ) йодида калия, имели более низкое содержание MDA в сравнении с контрольными, что свидетельствует о большей антиоксидантной ферментативной активности, обеспечивающей более интенсивный рост в условиях дефицита воды.

Таким образом, интерес к проблеме негативного воздействия абиотических стрессов на продуктивность сельскохозяйственных культур возрастает, чем была продиктована цель исследований.

Цель исследований: изучение влияния предпосевной обработки семян солями селена, ванадия, вольфрама и йода на адаптацию растений гречихи к дефициту влаги.

Методика исследований

Research method

Для постановки вегетационных опытов (2022–2024 гг.) на базе кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева была привезена дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва, которую отбирали с разных по обеспеченности подвижным фосфором полей Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова.

В соответствии с требованиями к постановке эксперимента перед набивкой сосудов почву тщательно перемешивали и просеивали через грохот, параллельно удаляя крупные твердые включения: камни, корни растений [13]. Усредненные (за 3 года) данные агрохимического анализа представлены в таблице 1.

Агрохимическая характеристика почвы (2022–2024 гг.)

Table 1

Agrochemical soil characteristics (2022–2024)

Почва (класс по содержанию P ₂ O ₅)	Орг. в-во	pHКCl	Hг	S	T	V	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%	Ед.	мг-экв/100 г			%	мг/кг	
II	1,90	5,1	1,83	12,1	13,9	86	46	133
V	2,03	5,9	1,27	14,5	15,8	92	195	153

Данные параметры почвы определялись по методикам ГОСТов: Органическое вещество – ГОСТ 26213–2021; pHКCl – ГОСТ 26483–85; Hг – ГОСТ 26212–2021; S – ГОСТ 27821–2020; P₂O₅ и K₂O – ГОСТ Р 54650–2011. ЕКО и степень насыщенности почвы основаниями рассчитывались по следующим формулам:

$$T = Hг + S;$$

$$V = (S/T) * 100\%.$$

С целью определения качества проводимых аналитических работ были использованы образцы контроля СО дерново-подзолистой почвы, разработанные ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова [14].

В опытах использовались сосуды Митчерлиха, рассчитанные на 5 кг абсолютно сухой почвы. Для обеспечения бездефицитного уровня минерального питания в каждый сосуд вносились N150 мг/кг и K₂O 100 мг/кг почвы в виде растворов аммиачной селитры и сульфата калия.

В качестве опытной культуры была выбрана гречиха (*Fagopyrum esculentum Moench*) сорта Дикуль.

За день до закладки опытов готовились слабые растворы солей: селенита натрия (0,01% д.в.), ванадата аммония (0,1% д.в.), вольфрамата аммония (0,005% д.в.) и йодида аммония (0,02% д.в.). С целью обеспечения растений ультрамикрорезементами семена гречихи смачивались таким образом, чтобы объем раствора был равен 5% от массы навески зерна. Затем семена тщательно перемешивались и высыпались на стекло для просушки. В качестве контрольного варианта была выбрана дистиллированная вода, которой также смачивалось зерно.

После набивки сосудов в каждый из них было высеяно по 20 шт. зерен. В течение вегетационного периода растения, отличающиеся от остальных по размеру и форме, удалялись, и ко дню уборки урожая сохранилось по 12 растений. Повторность опыта – четырехкратная.

В фазу начала цветения, когда закладываются основы потенциального урожая, для формирования стрессовых условий часть опытных растений прекращали поливать. Когда влажность почвы опускалась до критического значения 14% от массы сухой почвы, полив возобновляли. Контрольным вариантом были условия с оптимальным и своевременным поливом.

Гречиху убирали в фазу полной спелости, высушивали и определяли структуру полученного урожая, после чего методом БИК-спектрометрии анализировали качество зерна. После размола семян оболочка была отброшена, для анализа использовались ядра.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась посредством двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016 [15]. В рамках статистического анализа были определены и изучены эффекты двух независимых переменных, оказанные на биометрические показатели растений гречихи:

Фактор А – воздействие водного стресса.

Фактор Б – влияние предпосевной обработки семян (ПОС).

Методология статистического анализа позволила оценить, как изолированное влияние каждого фактора, так и их совместное воздействие на исследуемые параметры, что обеспечило комплексный подход к интерпретации полученных результатов эксперимента.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В таблице 2 представлены усредненные за 3 года данные исследований по воздействию солей селена, ванадия, вольфрама и йода на морфо-биометрические показатели гречихи в зависимости от условий выращивания.

Для начала следует оценить эффект от применения ультрамикроэлементов. Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, на длину опытных растений так или иначе влияние оказали все изучаемые соли, но направленность их действия зависела от обеспеченности почвы подвижным фосфором. Так, при выращивании гречихи в условиях низкого (II класс) содержания фосфатов в условиях как оптимального полива, так и дефицита влаги, ванадат аммония, вольфрамат аммония и йодид аммония достоверно увеличили длину растений в среднем на 5–14% в сравнении с контрольной обработкой семян дистиллированной водой, в то время как растения, выращенные в условиях стресса на почве V класса, наоборот, имели меньшую длину растений. В частности, смачивание семян растворами Na_2SeO_3 , NH_4VO_3 и NH_4I снижало этот показатель на 6–11%. Это может быть связано с тем, что растения, выращиваемые в условиях низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором, не смогли образовать большую биомассу к моменту вступления в засуху, и вносимое количество микроэлементов оказалось недостаточным для раскрытия своего защитного действия. В то же время для растений, имеющих большую массу на почве, высокообеспеченной фосфором, исследуемого вещества не хватило для полноценного эффекта. Смачивание семян растворами солей ультрамикроэлементов не привело к статистически значимым изменениям таких показателей, как число соцветий и масса 1000 зерен.

При рассмотрении последствий от испытанной опытной культурой засухи следует отметить, что наибольший ущерб был нанесен растениям, не получившим на старте вегетации какой-либо микроэлемент и слабо обеспеченным на протяжении всей вегетации доступным фосфором в почве. Дефицит воды в течение нескольких дней (из года в год их количество было неодинаковым ввиду особенностей климата) способствовал уменьшению длины растений на 6%, количества соцветий – на 19%, массы 1000 зерен – на 11%. В то же время у гречихи, также не получившей микроэлементов, однако высокообеспеченной доступным фосфором, было отмечено лишь снижение длины растений на 4%.

Высокая обеспеченность почвы подвижным фосфором всегда положительно сказывалась на состоянии растений. Например, при ПОС дистиллированной водой длина растений, выращенных на почве V класса, и в контрольных условиях, и в стрессовых была больше на 23 и 26%, чем у растений, вегетировавших на почве II класса, соответственно. При оценке влияния высокого содержания фосфора в почве на количество соцветий и массу 1000 зерен была выявлена следующая тенденция: в условиях

достаточного увлажнения эти 2 показателя практически не изменялись, но у растений, перенесших засуху, фосфор способствовал увеличению количества соцветий на 32%, а массы 1000 зерен – на 15% по сравнению с растениями, убранными с почвы II класса. Такая разница по численным значениям показателей может быть обусловлена защитной ролью этого элемента от травмирующего растения дефицита воды: благодаря фосфору усиливается рост корней, что способствует более продуктивному поглощению влаги из почвы, а также удерживается большее количество воды в листьях [16, 17].

Таблица 2

Влияние ультрамикроэлементов на биометрию гречихи, выращенной на разной почве, 2022–2024 гг.

Table 2

Effect of ultramicroelements on the biometrics of buckwheat grown on different soils, 2022–2024

Условия выращивания	Фактор Б ↓	Фактор А →					
		Длина растений, см		Количество соцветий, шт/растение		Масса 1000 зерен, г	
		Контроль	Засуха	Контроль	Засуха	Контроль	Засуха
II класс по P ₂ O ₅	H ₂ O	83	78	7,0	5,7	29,3	26,0
	Se	81	86	6,2	6,1	28,5	28,8
	V	87	89	6,2	5,9	28,0	27,2
	W	89	87	6,5	5,7	29,8	26,6
	I	92	86	6,0	5,9	28,7	26,7
НСП ₀₅ А		3		0,3		0,9	
НСП ₀₅ Б		5		0,5		1,4	
НСП ₀₅ частные различия		8		0,7		2,0	
V класс по P ₂ O ₅	H ₂ O	102	98	7,2	7,5	29,3	29,9
	Se	105	87	6,8	7,3	30,3	29,3
	V	101	90	6,6	7,3	28,9	30,6
	W	103	93	7,2	7,2	29,8	28,4
	I	100	92	7,6	7,5	29,0	30,9
НСП ₀₅ А		2		0,3		0,7	
НСП ₀₅ Б		4		0,5		1,1	
НСП ₀₅ частные различия		5		0,7		1,6	

Значительно более интересными для рассмотрения могут быть такие параметры, как масса соломы и масса зерна (табл. 3). В условиях засухи благоприятный эффект от предпосевной обработки семян гречихи растворами солей ультрамикроэлементов проявился значительно сильнее на почве, где фосфор был на уровне II класса. Действительно, масса соломы увеличилась на 6–11%, а масса зерна – на 14–33%, причем для обоих показателей лучше всего проявил себя селенит натрия. При высокой обеспеченности почвы подвижным фосфором протекторное действие элементов против дефицита воды существенно снижается. Так, только применение йодида аммония стимулировало накопление массы соломы на 12%, а массы зерна – на 11% относительно

Таблица 3

Влияние ультрамикроэлементов на массу побочной и основной продукции гречихи, выращенной на разной почве, 2022–2024 гг.

Table 3

Effect of ultramicroelements on the mass of by-products and primary products of buckwheat grown on different soils, 2022–2024

Условия выращивания	Фактор Б↓	Фактор А→			
		Масса соломы, г/сосуд		Масса зерна, г/сосуд	
		Контроль	Засуха	Контроль	Засуха
II класс по P ₂ O ₅	H ₂ O	14,7	12,5	16,4	12,5
	Se	13,6	13,9	14,1	16,6
	V	14,9	13,5	16,6	15,0
	W	14,8	13,5	16,5	14,3
	I	14,5	13,3	15,8	15,7
НСП ₀₅ А		0,6		0,8	
НСП ₀₅ Б		0,9		1,2	
НСП ₀₅ частные различия		1,2		1,7	
V класс по P ₂ O ₅	H ₂ O	18,6	16,6	23,1	21,2
	Se	17,7	16,2	21,4	21,6
	V	20,5	17,0	21,5	21,5
	W	20,3	17,5	21,0	21,5
	I	18,3	18,6	21,2	23,5
НСП ₀₅ А		1,0		1,0	
НСП ₀₅ Б		1,5		1,5	
НСП ₀₅ частные различия		2,2		2,1	

обработки семян дистиллированной водой. Остальные соли микроэлементов не оказали ни положительного, ни отрицательного действия на опытные растения.

Искусственно созданная засуха в фазу цветения, когда растения требуют максимально благоприятных условий окружающей среды, безусловно, пагубно сказалась на полученном урожае. Очевидно, растения на контрольном варианте (ПОС H₂O) были в той или иной степени травмированы недостатком воды. Сильнее всего отсутствие полива отразилось на гречихе, вегетировавшей на низкообеспеченной фосфором почве: масса соломы была снижена на 15%, а масса зерна – на 24%. Меньший ущерб засуха нанесла растениям, выращиваемым на почве V класса по фосфору. В данном случае масса соломы снизилась на 11%, а масса зерна – на 8%.

Самые высокие прибавки урожая побочной и основной продукции были зафиксированы от достаточного количества фосфора в почве вне зависимости от наличия или отсутствия стресса. Если масса соломы на контроле увеличилась на 27%, на засухе – на 33%, то масса зерна возросла на 41 и 70% соответственно.

Оценивая действие ультрамикроэлементов, дефицита воды и наличия высокого количества доступного фосфора в почве на качество полученного зерна, необходимо отметить, что эти 3 фактора не оказали существенного влияния на накопление или, наоборот, уменьшение основных показателей (рис. 1).

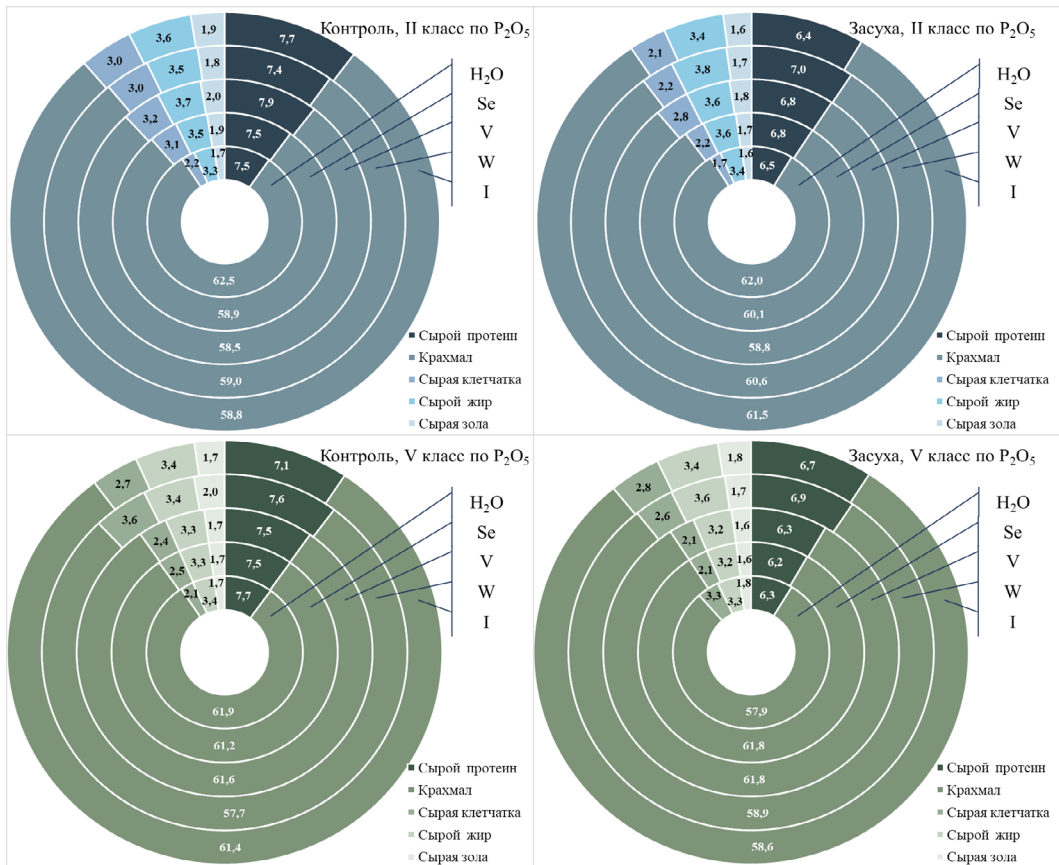


Рис. 1. Влияние ультрамикроэлементов на качество зерна гречихи, выращенной на разной почве, 2022–2024 гг., % от а.с.в.

Figure 1. Effect of ultramicroelements on the grain quality of buckwheat grown on different soils, 2022–2024, % of absolute dry matter (ADM)

Несмотря на то, что химический состав зерна на разных вариантах оставался практически неизменным, сбор сырого протеина с сосуда различался в зависимости от условий выращивания (рис. 2).

Такой контраст полученных значений обуславливается главным образом за счет разности полученных урожаев: чем больше зерна получено, тем выше сбор сырого протеина с единицы площади. В условиях засухи и низкой обеспеченности почвы фосфором все ультрамикронэлементы способствовали повышению показателя на 24–39% относительно контрольной ПОС. При высоком содержании фосфора в почве применение только вольфрамата аммония и йодида аммония повысило данный показатель на 11 и 18% соответственно.

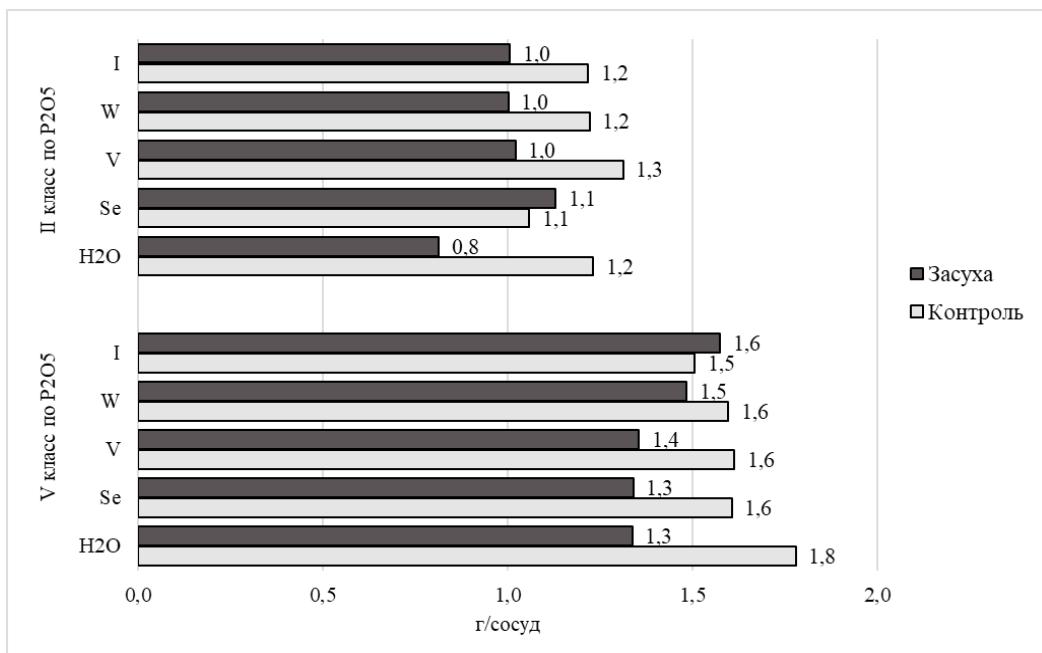


Рис. 2. Влияние ультрамикронэлементов на сбор сырого протеина, 2022–2024 гг.

Figure 2. Effect of ultramicroelements on crude protein yield, 2022–2024

Выводы Conclusions

Как показывают многолетние исследования, защитные свойства ультрамикронэлементов зависят от совокупности условий окружающей среды. Так, в наших опытах была показана эффективность изучаемых элементов только на почве с низкой обеспеченностью подвижным фосфором и в условиях, когда растения испытывают окислительный стресс. С помощью предпосевной обработки семян солью селенита натрия удалось снизить потери зерна на 32%, ванадата аммония – на 20%, вольфрамата аммония – на 14%, йодида аммония – на 25%. При высокой обеспеченности почвы подвижным фосфором только заблаговременное применение йодида аммония способствовало сохранению урожая на уровне контрольного варианта в условиях оптимального полива, обеспечив прибавку в 11% относительно обработки водой семян растений, которые перенесли засуху.

Был установлен значительный положительный эффект от наличия доступного фосфора в почве, оказанный на биометрические показатели опытных растений

при различном уровне увлажнения, то есть оптимальном и при дефиците доступной воды в период бутонизации. В контрольных условиях гречиха, выращенная на почве 5 класса по содержанию фосфора, смогла дать в 1,4 раза больше зерна по сравнению с растениями, вегетировавшими на почве 2 класса. В условиях засухи урожайность повысилась еще более значительно: в 1,7 раза больше зерна смогли дать опытные растения, имеющие хорошее фосфорное питание.

Несмотря на довольно существенные изменения в массе зерна за счет применения ультрамикроэлементов, на определенные нами показатели качества зерна изучаемые соли не оказали никакого влияния.

Список источников

1. Головацкая И.Ф., Кулагина Ю.М., Крахалева А.В. Влияние селенита и селената натрия на рост и продуктивность пшеницы Иргина в зависимости от способов обработки // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2012. № 7 (122). С. 111–115. EDN: PCEUHB
2. Dobosy P., Nguyen H.T.P., Zaray G., Strelci C. et al. Effect of iodine species on biofortification of iodine in cabbage plants cultivated in hydroponic cultures. *Sci Rep*. 2024;14(1):15794. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66575-z>
3. Hanus-Fajerska E., Wiszniewska A., Kamin'ska I. A Dual Role of Vanadium in Environmental Systems-Beneficial and Detrimental Effects on Terrestrial Plants and Humans. *Plants*. 2021;10:1110. <https://doi.org/10.3390/plants10061110>
4. Liu H., Xiao C., Qiu T., Deng J. et al. Selenium Regulates Antioxidant, Photosynthesis, and Cell Permeability in Plants under Various Abiotic Stresses: A Review. *Plants (Basel)*. 2022;12(1):44. <https://doi.org/10.3390/plants12010044>
5. Верниченко И.В., Осипова Л.В., Курносова Т.Л., Быковская И.А. и др. Влияние селена и кремния на устойчивость растений ячменя к засухе и наличие в почве алюминия при внесении меченого $^{15}\text{NO}_3^-$ // *Плодородие*. 2018. № 5 (104). С. 12–15. EDN: YLGLCH
6. Лапушкина А.А., Верниченко И.В., Осипова Л.В. Влияние селена и кремния на устойчивость растений ячменя к почвенной засухе // *Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции*. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. С. 128–131. EDN: XNQEJN
7. Rojek J., Kozieradzka-Kiszkurno M., Kapusta M., Aksamann A. et al. The effect of vanadium (IV) complexes on development of *Arabidopsis thaliana* subjected to H_2O_2 -induced stress. *Funct. Plant Biol.* 2019;46:942-961. <https://doi.org/10.1071/FP18262>
8. Li Q., Zheng X., Chen M. Ecotoxicological effects of tungsten on celery (*Apium graveolens* L) and pepper (*Capsicum* spp.). *PeerJ*. 2024;12: e17601. <https://doi.org/10.7717/peerj.17601>
9. Adamakis I.D., Panteris E., Eleftheriou E.P. Tungsten Toxicity in Plants. *Plants (Basel)*. 2012;1(2):82-99. <https://doi.org/10.3390/plants1020082>
10. Beisekova M., Zhagazin S., Kurmanbayeva A., Masalimov Z. et al. Influence of tungsten and molybdenum on H_2O_2 accumulation in *n.benthamiana* plant. *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*. 2022;4:58-62. <https://doi.org/10.11134/btp.4.2022.7>
11. Kumar A., Aery N.C. Effect of tungsten on growth, biochemical constituents, molybdenum and tungsten contents in wheat. *Plant Soil Environ*. 2011;57:519-525. <https://doi.org/10.17221/345/2011-PSE>
12. Zhang Y., Cao H., Wang M., Zou Z. et al. A review of iodine in plants with biofortification: Uptake, accumulation, transportation, function, and toxicity. *Sci Total Environ*. 2023;878:163203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163203>

13. Журбицкий З.И. *Теория и практика вегетационного метода*. Москва: Наука, 1968. 266 с.
14. Ступакова Г.А., Игнатъева Е.Э., Деньгина С.А. Стандартные образцы в обеспечении лабораторий АПК. Коллекция стандартных образцов состава разных типов почв, растениеводческой продукции ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» // *Плодородие*. 2021. № 5 (122). С. 84–90. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.21>
15. Афанасьев Р.А. К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов // *Агрохимия*. 2004. № 5. С. 85–91. EDN: ONKVNХ
16. Jin J., Lauricella D., Armstrong R., Sale P. et al. Phosphorus application and elevated CO₂ enhance drought tolerance in field Pea Grown in a phosphorus-deficient vertisol. *Ann. Bot.* 2015;116:975-985. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu209>
17. Mamnabi S., Nasrollahzadeh S., Ghassemi-Golezani K., Raei Y. Improving yield-related physiological characteristics of spring rapeseed by integrated fertilizer management under water deficit conditions. *Saudi J. Biol. Sci.* 2020;27:797-804. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.01.008>

References

1. Golovatskaya I.F., Kulagina J.M., Krahaleva A.V. The influence of selenite and selenate sodium on growth and productivity of wheat of variety Irgina depending on methods of processing. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2012;(7(122)):111-115. (In Russ.)
2. Dobosy P., Nguyen H.T.P., Zaray G., Strelci C. et al. Effect of iodine species on biofortification of iodine in cabbage plants cultivated in hydroponic cultures. *Sci Rep*. 2024;14(1):15794. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66575-z>
3. Hanus-Fajerska E., Wiszniewska A., Kamin'ska I. A Dual Role of Vanadium in Environmental Systems – Beneficial and Detrimental Effects on Terrestrial Plants and Humans. *Plants*. 2021;10:1110. <https://doi.org/10.3390/plants10061110>
4. Liu H., Xiao C., Qiu T., Deng J. et al. Selenium Regulates Antioxidant, Photosynthesis, and Cell Permeability in Plants under Various Abiotic Stresses: A Review. *Plants (Basel)*. 2022;12(1):44. <https://doi.org/10.3390/plants12010044>
5. Vernichenko I.V., Osipova L.V., Kurnosova T.L., Bikovskaya I.A. et al. Influence of selenium and silicon on the stability of barley plants to drought and the presents in the soil of aluminium under applying of labelled with ¹⁵N nitrate nitrogen. *Plodородie*. 2018;(5(104)):12-15. (In Russ.)
6. Lapushkina A.A., Vernichenko I.V., Osipova L.V. The influence of selenium and silicon on the stability of barley plants to soil drought. *VI Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Innovatsionnye tekhnologii v APK: teoriya i praktika'. March 28-29, 2018*. Penza, Russia: Penza State Agrarian University, 2018:128-131. (In Russ.)
7. Rojek J., Kozieradzka-Kiszkurno M., Kapusta M., Aksmann A. et al. The effect of vanadium (IV) complexes on development of Arabidopsis thaliana subjected to H₂O₂-induced stress. *Funct. Plant Biol.* 2019;46:942-961. <https://doi.org/10.1071/FP18262>
8. Li Q., Zheng X., Chen M. Ecotoxicological effects of tungsten on celery (*Apium graveolens* L) and pepper (*Capsicum* spp.). *PeerJ*. 2024;12: e17601. <https://doi.org/10.7717/peerj.17601>
9. Adamakis I.D., Panteris E., Eleftheriou E.P. Tungsten Toxicity in Plants. *Plants (Basel)*. 2012;1(2):82-99. <https://doi.org/10.3390/plants1020082>
10. Beisekova M., Zhangazin S., Kurmanbayeva A., Masalimov Z. et al. Influence of tungsten and molybdenum on H₂O₂ accumulation in n.benthamiana plant. *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*. 2022;4:58-62. <https://doi.org/10.11134/btp.4.2022.7>

11. Kumar A., Aery N.C. Effect of tungsten on growth, biochemical constituents, molybdenum and tungsten contents in wheat. *Plant Soil Environ.* 2011;57:519-525. <https://doi.org/10.17221/345/2011-PSE>
12. Zhang Y., Cao H., Wang M., Zou Z. et al. A review of iodine in plants with biofortification: Uptake, accumulation, transportation, function, and toxicity. *Sci Total Environ.* 2023;878:163203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163203>
13. Zhurbitsky Z.I. *Theory and practice of the vegetative method.* Moscow, USSR: Nauka, 1968:266. (In Russ.)
14. Stupakova G.A., Ignatyeva E.E., Dengina S.A. Reference materials in providing of laboratories of the agro-industrial complex. Collection of reference materials of different types of soils and crop production of the Pryanishnikov Institute of Agrochemistry. *Plodorodie.* 2021;(5(122)):84-90. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.21>
15. Afanas'ev R.A. The variance analysis of the results of long-term field experiments. *Agrochemistry.* 2004;(5):85-91. (In Russ.)
16. Jin J., Lauricella D., Armstrong R., Sale P. et al. Phosphorus application and elevated CO₂ enhance drought tolerance in field Pea Grown in a phosphorus-deficient vertisol. *Ann. Bot.* 2015;116:975-985. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu209>
17. Mamnabi S., Nasrollahzadeh S., Ghassemi-Golezani K., Raei Y. Improving yield-related physiological characteristics of spring rapeseed by integrated fertilizer management under water deficit conditions. *Saudi J. Biol. Sci.* 2020;27:797-804. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.01.008>

Сведения об авторах

Анастасия Андреевна Лапушкина, канд. биол. наук, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: alapushkina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3541-7300>

Всеволод Михайлович Лапушкин, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9773-2077>

Information about the authors

Anastasiya A. Lapushkina, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: alapushkina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3541-7300>

Vsevolod M. Lapushkin, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9773-2077>

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

Ресурсные возможности напочвенного покрова ельников черничных на разных этапах его формирования в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области

Ольга Николаевна Тюкавина^{1,2,✉}, Елена Анатольевна Сурина¹

¹Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Архангельск, Россия

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

✉ Автор, ответственный за переписку: o.tukavina@narfu.ru

Аннотация

На разных этапах формирования древостоя в лесных фитоценозах складываются условия, оптимальные для различных видов побочного пользования. Развитие различных ресурсных групп организмов в лесах зависит также от хозяйственной деятельности человека. Формирование программы получения недревесной продукции леса на разных стадиях жизненного цикла лесного фитоценоза и создания условий для повышения ее продуктивности позволит достичь эффективного лесопользования. Целью исследований являлась оценка ресурсных возможностей напочвенного покрова ельников черничных на разных этапах его формирования. Исследования проведены в северо-таежном лесном районе Архангельской области с 2020 по 2025 гг. В напочвенном покрове ельников черничных – достаточно стабильный видовой состав. Большая часть видов имеет проективное покрытие менее 1%. Доминирующим видом является черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), проективное покрытие которой составляет от 50 до 71% при встречаемости 100%. Под пологом ельников черничных разного возраста черника формирует запасы ресурсов промышленного значения для сбора листьев как лекарственного сырья. Проективное покрытие брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) может достигать 8% при встречаемости 65–95%. После сплошных рубок отмечается тенденция увеличения количества видов растений в сырьевых группах: пищевые, лекарственные (потенциальной группы), медоносы, кормовые растения. В первые 10 лет вырубке ельников черничных можно использовать для сбора ягод брусники. Через 8–11 лет после сплошной рубки на вырубке возможна заготовка иван-чая узколистного как лекарственного сырья.

Ключевые слова

вырубка, ельник черничный, напочвенный покров, сырьевые группы растений, черника, брусника

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Повышение эффективности использования лесов Арктической зоны Европейской части Российской Федерации с помощью оптимизации рубок при заготовке древесины» (регистрационный номер темы: 123032700030–9).

Для цитирования

Тюкавина О.Н., Сурина Е.А. Ресурсные возможности напочвенного покрова ельников черничных на разных этапах его формирования в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 36–51.

**Resource potential of ground vegetation
in blueberry spruce forests at different developmental stages
in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region, Russia**

Olga N. Tyukavina^{1,2}✉, Elena A. Surina¹

¹Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Arkhangelsk, Russia

✉ **Corresponding author:** o.tukavina@narfu.ru

Abstract

Different stages of forest stand formation within forest phytocenoses create optimal conditions for various types of non-timber forest use. The development of different biological resource groups in forests is also significantly influenced by human economic activities. Establishing a program for harvesting non-timber forest products at different stages of the forest phytocenosis life cycle, combined with creating conditions to enhance productivity, will facilitate effective and sustainable forest management. This study aimed to evaluate the resource potential of ground vegetation in blueberry spruce forests at different stages of their development. The research was conducted in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region from 2020 to 2025. The species composition of the ground vegetation in blueberry spruce forests remains relatively stable. Most species exhibit a projective cover of less than 1%. The dominant species is the common blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.), with a projective cover ranging from 50% to 71% and a 100% frequency of occurrence. Under the canopy of blueberry spruce forests of various ages, blueberry forms resources of commercial significance for harvesting leaves as medicinal raw materials. The projective cover of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) reaches up to 8% with a frequency of 65–95%. Following clear-cutting, there is a clear trend toward an increased number of plant species within specific resource groups: edible, medicinal (potential), melliferous, and forage plants. During the first ten years after the clear-cutting of blueberry spruce forests, the sites can be utilized for lingonberry harvesting. 8–11 years after clear-cutting, the harvesting of narrow-leaved fireweed as a medicinal raw material becomes feasible.

Keywords

clear-cutting, blueberry spruce forest, ground vegetation, plant resource groups, blueberry, lingonberry

Acknowledgments

The research was performed as part of the state assignment project “Improving the efficiency of forest use in the Arctic zone of the European part of the Russian Federation by optimizing clear-cutting during timber harvesting” (Project Reg. No.: 123032700030–9).

For citation

Tyukavina O.N., Surina E.A. Resource potential of ground vegetation in blueberry spruce forests at different developmental stages in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region, Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):36–51.

Введение Introduction

С незапамятных времен лес являлся источником получения древесины, которая была строительным материалом, использовалась как топливо, являлась сырьем для широкого спектра продукции после глубокой переработки. Несмотря на производство новых современных строительных материалов, возможности лесной и химической промышленности, спрос на древесину непрерывно повышается, а его удовлетворение затрудняется. В условиях истощения лесной ресурсной базы рассматриваются возможности вовлечения лесных земель в систему производства пищевых и непищевых ресурсов, совместного использования древесины и недревесной продукции леса [1–6]. С позиций климатической повестки актуальным является прижизненное пользование продуктами леса, не связанными с полным или частичным изъятием растений, образующих лесной фитоценоз или его структурные части (подсочка, сбор семян, плодов, ягод, отдельных частей растений, имеющих лекарственное или техническое значение, медосбор). Прижизненное пользование значительно расширяет возможности комплексного освоения лесных растительных ресурсов. Многоцелевое использование и глубокая переработка всей фитомассы, продуцируемой лесными растительными сообществами, не только предотвратят гибель органического вещества, но и расширят спектр кормовых, пищевых, технических продуктов [7].

Устойчивое управление лесными ресурсами – это повышение продуктивности лесов, которое выражается в увеличении не только продукции древесины в единицу времени, но и недревесных лесных ресурсов. Существует проблема захламления вырубок порубочными остатками, препятствующая лесовозобновлению. В лесу остается в виде корней, коры, ветвей, листьев практически 1/3 органического вещества, продуцируемого лесом, которое может служить ценным сырьем для выработки технических, кормовых и частично пищевых продуктов. Прямое использование живого напочвенного покрова в качестве сырья для промышленной переработки имеет ограниченное значение, но оно представляет большую ценность как лекарственное и техническое сырье. Важное значение имеет живой напочвенный покров в качестве корма для диких и домашних животных и продуцента лесных ягод [7].

Лес – источник ценнейшей недревесной продукции. Недревесная продукция имеет существенное экономическое значение. Доходы от нее не только сравнимы, но и нередко превышают доходы от лесозаготовок [8]. В связи с этим интерес к недревесной продукции леса в последние годы возрастает [9–17]. Необходимо формирование баз данных недревесных ресурсов леса и возможности их применения как сырья в фармацевтической, пищевой, косметической промышленности [18].

На разных этапах формирования древостоя в лесных фитоценозах складываются условия, оптимальные для различных видов побочного пользования. Развитие различных ресурсных групп организмов в лесах зависит также от хозяйственной деятельности человека. Так, береза, которая отбирается как нежелательная порода при рубках ухода, может быть использована в качестве субстрата для выращивания лекарственного сырья – чаги [19, 20]. Различные лесохозяйственные мероприятия, рубки ухода, выборочные, постепенные, сплошные рубки способны корректировать видовой состав растений, их габитус, а также приводить к кардинальным изменениям в напочвенном покрове в процессе демулационных сукцессионных смен. Формирование программы получения недревесной продукции на разных стадиях жизненного цикла лесного фитоценоза и создания условий для

повышения ее продуктивности позволит достичь эффективного лесопользования. Плановая добыча сырья требует долгосрочного планирования лесопользования [1, 2]. Для этого необходимо формирование баз данных в области вовлечения в промышленную сферу недревесных ресурсов леса. Сырьевые ресурсы напочвенного покрова под пологом леса и на вырубках Европейского Севера России изучены недостаточно.

Цель исследований: оценка ресурсных возможностей напочвенного покрова ельников черничных в Архангельской области на разных этапах его формирования.

Методика исследований Research method

Исследования проводили в Приморском и Пинежском районах Архангельской области, на территории лесного фонда – в Архангельском и Пинежском лесничествах – в 2020–2025 гг. Объектом исследований являлись участки еловых насаждений разного возраста в черничной группе типов леса (табл. 1) и 2-, 8-, 11-, 16-, 34-летние вырубки ельников черничных.

Таблица 1

Таксационная характеристика ельников черничных в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области

Table 1

Taxational characteristics of blueberry spruce forests in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region

Состав древостоя	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс возраста	Относительная полнота
Пинежский район				
6Е4Б	15,3	15,5	IV	0,72
6Е3С1Б	16,0	16,8	V	0,70
Приморский район				
2С3Е5Б+Ос	14,3	13,4	III	0,89
8Е1С1Б	16,3	17,5	VI	0,71
8Е1С1Б	16,4	17,6	VII	0,68
8Е2Б	16,8	22,0	IX	0,67

Примечание. Б – береза; Е – ель; Ос – осина; С – сосна.

Для сбора полевого материала использовали методы временных пробных площадей. Закладку пробных площадей проводили в соответствии ОСТ 56–69–83. Возраст древостоя определяли путем подсчета годичных колец на кервах, взятых на высоте 1,3 м и у шейки корня. Замеры высот деревьев проводили с помощью высотомера ВУЛ-1. Для описания напочвенного покрова заложено 20 площадок размером 1 × 1 м, расположенных по диагонали; оценивали видовой состав, проективное покрытие, высоту, встречаемость растений [21]. Растения распределяли по ресурсным группам: пищевые, лекарственные, медоносы, технические, кормовые – согласно данным научной литературы [22, 23]. Растения относили к группе лекарственных (Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания 2023 г.). Отдельно выделили группу «Лекарственные растения (потенциальное сырье)» – растения, применяемые в народной медицине, а также растения, компонентный состав которых характеризуется биологической активностью. К кормовым растениям относили растения, применяемые в качестве корма сельскохозяйственным и охотничьим животным.

Фитомассу брусники и черники оценивали согласно методике Т.А. Синькевича и В.Н. Харина [24]. Зависимость фитомассы (y , г) от проективного покрытия (x , %) на площадке 0,25 м² можно описать уравнением для брусники: $y = -6,5 + 2,1x + 2,5z$ ($R^2 = 0,97$); для черники: $y = -55,9 + 1,5x + 4,3z$ ($R^2 = 0,90$) (z – высота, см) [19].

Полученные данные по результатам исследований обрабатывали общепринятыми статистическими методами [25] с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2019.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Основные древесные породы, встречающиеся в ельниках черничных, – ель европейская (*Picea abies* (L.) Н. Karst.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), ель финская (*Picea × fennica* (Regel) Kom. – гибрид *Picea abies* (L.) Н. Karst. × *Picea obovata* Ledeb.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), осина (*Populus tremula* L.). На всех объектах, за исключением насаждения III класса возраста, преобладает ель – от 63 до 82% по запасу стволовой древесины. Деревья – ели разновозрастные. В насаждении III класса возраста отмечается естественный сукцессионный процесс, обусловленный более быстрым ростом березы, под защитой которой успешно развивается ель и выходит в основной полог.

В ельниках черничных подлесочные породы не имеют широкого распространения и зачастую находятся в угнетенном состоянии. В подлеске встречаются можжевельник (*Juniperus communis* L.), роза иглистая (*Rosa acicularis* Lindl.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), ива пепельная (*Salix cinerea* L.), ива козья (*Salix caprea* L.), ива прутовидная (*Salix viminalis* L.). В зависимости от возраста и полноты ельника численность подлесочных пород изменяется от 700 до 3800 шт/га. Их средняя высота не превышает 2 м.

В напочвенном покрове ельников черничных в изучаемых условиях отмечен достаточно стабильный видовой состав. Большая часть видов не образует заросли промышленного назначения, их проективное покрытие составляет менее 1%: вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.) – встречаемость до 5%; вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.) – до 5%; водяника черная (*Empetrum nigrum* L.) – 5–10%; герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.) – 5–25%; голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) – 10–45%; горошек лесной (*Vicia sylvatica* L.) – 5–10%; грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.) – до 10%; дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.) – до 5%;

золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.) – 10–45%; иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) – 5–25%; кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.) – 10–20%; княженика обыкновенная (*Rubus arcticus* L.) – 5–20%; косяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.) – 10–35%; линнея северная (*Linnaea borealis* L.) – 60–95%; марьянник лесной (*Melampyrum sylvaticum* L.) – 35–90%; марьянник луговой (*Melampyrum pratense* L.) – 30–45%; ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) – 40–100%; ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House.) – 5–25%; перловник поникающий (*Melica nutans* L.) – 5–15%; плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.) – 5–35%; седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.) – 40–80%; хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.) – до 5%; хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.) – 15–60%; хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.) – менее 5%; чина весенняя (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.) – 5–10%; щитовник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman.) – 5–30%; ястребинка щитковая (*Hieracium corymbosum* Fries.) – до 5%. Проективное покрытие овсика извилистого (*Avenella flexuosa* (L.) Drejer.) может достигать до 2% при встречаемости от 55 до 100%, майника двулистного (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt.) – до 5% при встречаемости от 25 до 45%. В травяно-кустарничковом ярусе ельников черничных выявлено от 16 до 22 видов, в мохово-лишайниковом – от 8 до 12 видов (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика напочвенного покрова ельников черничных и их вырубок в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области

Table 2

Characteristics of the ground vegetation of blueberry spruce forests and their clear-cuts in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region

Характеристика	Класс возраста						Возраст вырубки, лет				
	III	IV	V	VI	VII	IX	2	8	11	16	34
Травяно-кустарничковый ярус											
Видовая насыщенность	19	22	16	19	16	20	12	16	19	17	24
Доля лесных видов, %	95	89	94	95	88	90	75	63	68	71	83
Проективное покрытие луговых видов, %	<1	<1	<1	2	1	2	35	43	30	32	4
Общее проективное покрытие, %	81	83	73	72	74	61	87	99	100	84	64
Мохово-лишайниковый ярус											
Видовая насыщенность	12	9	9	8	9	11	8	7	7	8	10
Общее проективное покрытие	93	85	86	66	81	76	79	86	93	87	80

Доминирующим видом является черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), проективное покрытие которой составляет от 50 до 71% при встречаемости 100%. Проективное покрытие брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) может достигать 8% при встречаемости 65–95%.

После сплошной рубки в результате изменений условий среды (увеличение освещенности, раннее прогревание почвы) происходит смена эдификаторов, угнетение типичного таежного мелкотравья и зеленых мхов. Отмечается тенденция снижения количества видов в травяно-кустарничковом ярусе. При достаточно высокой доле лесных видов увеличивается проективное покрытие луговых видов растений от практически отсутствия до 30–43%. Доминирующим видом становится овсяк извилистый: на 2-летней вырубке его проективное покрытие составляет 35%, на 8-летней вырубке – 43%, через 11 лет после рубки – 31%, через 16 лет – 27% при встречаемости 80–90%. Спустя 34 года после сплошной рубки проективное покрытие и встречаемость овсяка извилистого занимают уровень лесного фитоценоза.

Следующим доминирующим видом является иван-чай узколистый: на 2-летней вырубке его присутствие незначительно, но спустя 8 лет после сплошной рубки его проективное покрытие достигает 32%, спустя 11 лет – 26% при встречаемости 70–75%, а спустя 16 лет после сплошной рубки проективное покрытие снижается до 4%. На 34-летней вырубке проективное покрытие иван-чая узколистого является таким же, как под пологом ельника черничного.

Проективное покрытие черники снижается до 5–7%, но уже спустя 11 лет после рубки составляет 26%, спустя 16 лет – 39%, спустя 34 года – 36%. Брусника на второй год после рубки развивает максимальное проективное покрытие (31%), которое по мере зарастания вырубке снижается: через 11 лет – до 11%, через 16 и более лет – до 2–3%. На второй год после сплошной рубки увеличивается проективное покрытие водяники черной до 14%, на 8-, 11-, 16- летних вырубках оно снижается до 6–7%, через 34 года после рубки составляет менее 1%.

На вырубках из травяно-кустарничкового яруса исчезают щитовник Линнея, грушанка круглолистная, кислица обыкновенная, майник двулистный, дудник лесной, ортилия однобокая, перловник поникший, княженика обыкновенная, костяника, хвощ болотный, хвощ лесной.

На вырубках заселяются овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), полевица гигантская (*Agrostis gigantea* Roth.), хвощ луговой (*Equisetum pratense* Ehrh.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) с проективным покрытием менее 1%. Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) на 16-летней вырубке развивает проективное покрытие до 5%.

В мохово-лишайниковом ярусе увеличивается проективное покрытие кладоний (кладония звездчатая *Cladonia stellaris* (Opiz.) Pouzar et Vezda, кладония лесная *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot., кладония оленья *Cladonia rangiferina* (L.) F.H. Wigg.), политрихумов (политрихум можжевельниковидный *Polytrichum juniperinum* Hedw., политрихум волосоносный *Polytrichum piliferum* Hedw.), произрастающих на сухих открытых местах.

Насыщенность видами сырьевых группам растений после сплошных рубок практически не изменилась. Отмечена тенденция увеличения количества видов растений в сырьевых группах: пищевые, лекарственные (потенциальной группы), медоносы, кормовые растения. Преобладают медоносы и потенциально лекарственные растения и в ельниках черничных и на их вырубках (табл. 3).

**Распределение растений напочвенного покрова по ресурсным группам
в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области**

Table 3

**Distribution of ground vegetation plants by resource groups
in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region**

Группа растений	Класс возраста						Возраст вырубki, лет				
	III	IV	V	VI	VII	IX	2	8	11	16	34
Пищевые	$\frac{6}{75}$	$\frac{7}{78}$	$\frac{6}{71}$	$\frac{6}{63}$	$\frac{5}{68}$	$\frac{6}{55}$	$\frac{5}{52}$	$\frac{5}{56}$	$\frac{6}{69}$	$\frac{7}{52}$	$\frac{9}{45}$
Лекарственные (фармакопея)	$\frac{2}{75}$	$\frac{2}{71}$	$\frac{2}{71}$	$\frac{2}{62}$	$\frac{2}{63}$	$\frac{2}{55}$	$\frac{2}{38}$	$\frac{2}{17}$	$\frac{2}{37}$	$\frac{2}{41}$	$\frac{2}{39}$
Лекарственные (потенциальные)	$\frac{13}{81}$	$\frac{15}{81}$	$\frac{11}{72}$	$\frac{13}{65}$	$\frac{10}{70}$	$\frac{12}{59}$	$\frac{10}{49}$	$\frac{11}{56}$	$\frac{13}{69}$	$\frac{13}{57}$	$\frac{18}{60}$
Медоносы	$\frac{9}{78}$	$\frac{11}{75}$	$\frac{9}{73}$	$\frac{9}{67}$	$\frac{8}{66}$	$\frac{10}{59}$	$\frac{7}{38}$	$\frac{9}{49}$	$\frac{9}{63}$	$\frac{8}{45}$	$\frac{12}{56}$
Технические	$\frac{8}{68}$	$\frac{7}{63}$	$\frac{5}{71}$	$\frac{6}{59}$	$\frac{5}{57}$	$\frac{6}{50}$	$\frac{4}{21}$	$\frac{5}{44}$	$\frac{7}{58}$	$\frac{5}{50}$	$\frac{8}{38}$
Кормовые	$\frac{7}{75}$	$\frac{8}{78}$	$\frac{6}{71}$	$\frac{7}{63}$	$\frac{6}{68}$	$\frac{8}{55}$	$\frac{7}{52}$	$\frac{6}{24}$	$\frac{7}{43}$	$\frac{8}{53}$	$\frac{11}{47}$

Примечание. В числителе – количество видов, шт.; в знаменателе – общее проективное покрытие, %.

После сплошной рубки отмечено сокращение проективного покрытия растений пищевой ресурсной группы до 33%, лекарственной ресурсной группы (фармакопея) – на 16–58%; потенциально лекарственной ресурсной группы – до 32%, медоносов – до 40%, технической ресурсной группы – до 47%, кормовой ресурсной группы – на 2–54%. Однако на 11-летней вырубке проективное покрытие растений пищевой, потенциально лекарственной, медоносов и технической ресурсных групп находится на уровне лесного фитоценоза.

Не все ресурсные виды растений образуют заросли промышленного значения. Лучшие по продуктивности заросли образуют такие виды, как черника, брусника, иван-чай узколистный, вереск [26]. Так, иван-чай узколистный развивает заросли промышленного значения на 8- и 11-летних вырубках – по В.В. Петрику, Г.С. Тутыгину, Н.П. Гаевскому [8] к промысловым относят участки лекарственных растений при встречаемости их более 70%. Проективное покрытие его составляет 26–32% при встречаемости 70–75%.

Заросли промышленного значения образуют черника и брусника, представляющие собой ценное пищевое, лекарственное и кормовое сырье (табл. 4).

**Характеристики зарослей черники и брусники под пологом ельников
и на вырубках в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области**

Table 4

**Characteristics of blueberry and lingonberry thickets under the spruce forest canopy
and in clear-cuts in the North taiga forest area of the Arkhangelsk region**

Характеристика	Класс возраста						Возраст вырубки, лет					
	III	IV	V	VI	VII	IX	2	8	11	16	34	
Черника												
Проективное покрытие, %	68±3,3	63±4,1	71±5,1	59±2,8	57±3,2	50±2,6	7±0,6	5±0,4	26±1,8	39±2,1	36±1,9	
Встречаемость, %	100	100	100	100	100	100	45	55	75	85	85	
Высота, см	32±0,7	30±0,6	24±0,5	30±0,7	31±0,8	28±0,7	19±0,5	17±0,4	17±0,4	20±0,5	23±0,5	
Запас надземной части, кг/га	7348	6704	6152	6464	6516	5580	1452	988	2248	3544	3880	
Брусника												
Проективное покрытие, %	7±0,8	8±0,9	1±0,3	3±0,3	6±0,8	5±0,4	31±1,1	12±2,0	11±0,9	2±0,3	3±0,4	
Встречаемость, %	70	65	95	80	95	80	65	70	80	75	80	
Высота, см	31±0,8	28±0,6	19±0,4	26±0,4	24±0,6	20±0,6	15±0,4	12±0,3	15±0,3	17±0,3	18±0,4	
Запас надземной части, кг/га	2628	2412	924	1792	1844	1360	3044	1148	1364	808	992	

Ельники черничные характеризуются большими запасами листа черники так же, как и березняки черничные, сосняки черничные [26]. Только в высокополнотных насаждениях с густым подростом черника имеет очень редкие заросли или вообще их не образует. В исследуемых насаждениях рациональной является промышленная заготовка листьев, так как наиболее перспективны для заготовки ягод сосновые и еловые насаждения с редким подростом; возраст их составляет 60 лет и более, полнота – 0,5–0,8 [27], в которых участие сосны в составе древостоя – не ниже 8 ед. Также наиболее перспективными для сбора ягод являются смешанные сосняки чернично-брусничные и черничные с полнотой 0,5–0,6, чистые насаждения с полнотой 0,7–0,8, ельники черничные влажные с полнотой 0,6–0,8 и березняки чернично-сфагновые. Однако большие урожаи черники бывают приурочены к лесным опушкам ельников черничных. Кисличные и багульниковые типы леса считаются практически бесплодными [28]. Для заготовки листьев наиболее подходящими являются заросли в среднеполнотных насаждениях (проективное покрытие – 35% и более). С увеличением проективного покрытия заросли запаса листа черники увеличивается [27].

Черника, являясь типичным лесным теневыносливым мезофитом, в первые годы вне полога леса испытывает угнетение. Большие суточные амплитуды температуры и влажности воздуха, более сильное нагревание почвы на вырубках, вызывающее иссушение верхнего слоя почвы, в котором расположены корневища растения, изменяют и ритм ее развития. Раннее начало вегетации и цветения приводит к подмерзанию и гибели бутонов, к ухудшению роста побегов, уменьшению величины листовой пластинки [29, 30]. Вырубка леса и последующие лесокультурные работы отрицательно сказываются на проективном покрытии черники. После рубок отмечено повреждение большей части ягодника (ломка растений, выдергивание их из почвы, оголение корней).

В последующие годы угнетение черники прогрессирует под воздействием солнечной радиации, резких колебаний суточных температур, морозов и поздних весенних заморозков. Более благоприятная экологическая обстановка для черники складывается на участках вырубок, примыкающих к лесу. Затенение стеной леса частично создает здесь более ровный тепловой режим. Позднее таяние снега задерживает наступление вегетации, вследствие чего снижается опасность воздействия поздневесенних заморозков [29]. В первые 10 лет после сплошной рубки проективное покрытие сокращается по сравнению с лесным фитоценозом в 7–14 раз. Через 11 лет после сплошной рубки проективное покрытие черники возрастает с 5 до 26%. Даже спустя 34 года после рубки оно ниже по сравнению с лесным фитоценозом практически в 2 раза. Запас надземной части черники через 2 года после сплошной рубки сокращается в 4,4 раза, через 8 лет – в 6,5 раза. Через 34 года после сплошной рубки запас надземной части черники не успевает восстановиться, и он в 1,7 раза меньше по сравнению с лесным фитоценозом. Снижение запаса надземной части черники происходит не только за счет снижения проективного покрытия, но и по причине снижения высоты растения. Так, высота кустарничка снизилась в 1,3–1,9 раза по сравнению черникой, произрастающей под пологом ельника черничного ($t = 4,3-18,8$ при $t_{st} = 2,9$; $p = 0,99$). Максимальные значения высоты кустарничков как черники, так и брусники наблюдаются в ельнике черничном III класса возраста.

Под пологом ельника черничного брусника не образует зарослей, пригодных для промышленного использования. Брусника встречается во всех типах леса, но свой экологический оптимум она находит в брусничных типах. В высокополнотных насаждениях I–III классов возраста брусника зарослей не образует. Ягодоносными площадями являются вырубки, редины и молодняки с единичными деревьями, низкополнотные (0,3–0,5) сосновые и еловые насаждения брусничной группы типов леса [27].

Брусника – растение светолюбивое с признаками ксерофита, поэтому она значительно лучше чувствует себя в условиях вырубki, чем черника. Она менее подвержена заморозкам, так как брусника зацветает обычно на 10–15 дней позднее черники. Период адаптации к условиям после рубки лесов длится в течение 1–2 лет [6, 29]. В наших условиях на второй год после рубки проективное покрытие брусники увеличилось в 3,9–31 раз по сравнению с лесным фитоценозом. Через 8 лет после сплошной рубки проективное покрытие брусники снизилось до 12%, через 11 лет – до 11%, и уже через 16 лет достигло уровня проективного покрытия брусники под пологом ельника черничного. В результате сплошных рубок высота кустарничка брусники уменьшилась в 1,3–2,1 раза ($t = 7-18$ при $t_{st} = 2,9$; $p = 0,99$). Максимальный запас надземной части брусники наблюдается на 2-летней вырубке ельника черничного, который превышает запас надземной части под пологом ельника черничного в 1,3–3,3 раза. Через 8 лет после сплошной рубки запас надземной части брусники находится на уровне брусники под пологом лесного фитоценоза.

На второй-третий годы после рубки древостоя брусника уже обильно плодоносит [24]. Заготовку листьев целесообразно проводить в тенистых местах, где у брусники листья крупнее и где она не плодоносит [30]. Следовательно, в первые 10 лет вырубki ельников черничных можно использовать для сбора ягод брусники.

Выводы

Conclusions

В напочвенном покрове ельников черничных северо-таежного лесорастительного района Архангельской области наблюдается достаточно стабильный видовой состав. Большая часть видов имеет проективное покрытие менее 1%. Доминирующим видом является черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), проективное покрытие которой составляет от 50 до 71% при встречаемости 100%. Проективное покрытие брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) может достигать 8% при встречаемости 65–95%.

Количество видов в сырьевых группах растений после сплошных рубок практически не изменилось. Отмечается тенденция увеличения количества видов растений в сырьевых группах: пищевые, лекарственные (потенциальной группы), медоносы, кормовые растения. Преобладают медоносы и потенциально лекарственные растения и в ельниках черничных, и на их вырубках.

Под пологом ельников черничных разного возраста черника формирует запасы ресурсов промышленного значения для сбора листьев как лекарственного сырья. В первые 10 лет вырубki ельников черничных можно использовать для сбора ягод брусники. Через 8–11 лет после сплошной рубки на вырубке возможна заготовка иван-чая узколистного в качестве лекарственного сырья.

Работы по инвентаризации сырьевых растений в лесных фитоценозах будут способствовать рациональному их использованию и эффективному лесопользованию. Необходимы дальнейшее выявление сырьевых растений, оценка запасов и разработка мероприятий по повышению их продуктивности в приарктической зоне Европейского Севера России.

Список источников

1. 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. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2019-6-118>
2. Niemi S., Turtiainen M. *Luonnontuotteista metsänomistajille. Luonnontuotteet ja metsä*. Rovaniemi, Finland: Lapin ammattikorkeakoulu, 2019:72
 3. 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. Карavaeво: Костромская ГСХА, 2021. 394 с. EDN: SWVFIO
 4. Багаев Е.С., Макаров С.С., Багаев С.С., Чудецкий А.И. *Береза карельская в Центральной России: биологические особенности и перспективы воспроизводства*: Монография. Пушкино: ВНИИЛМ, 2022. 125 с. EDN: PYZLBA
 5. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Хамитов Р.С. и др. *Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений*: Монография. Москва: Колос-С, 2023. 152 с. EDN: VGKYGZ
 6. Чудецкий А.И., Бабич Н.А., Мелехов В.И. и др. *Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений рода *Vaccinium* (брусника обыкновенная, красника)*: Монография. Москва: Колос-С, 2023. 184 с. EDN: FEAMPW
 7. Поздняков Л.К. *Лесное ресурсоведение*. Новосибирск: Наука, 1973. 120 с.
 8. Петрик В.В., Тутыгин Г.С., Гаевский Н.П. *Недревесная продукция леса*: Учебник. Москва: МГУЛ, 2005. 251 с. EDN: QKXCUN
 9. Рай С.А., Беляева Н.В., Наквасина Е.Н. Формирование древесного яруса и напочвенного покрова на вырубках с разной технологией лесовосстановления в Кировской области // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2020. № 230. С. 36–53. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2020.230.36-53>
 10. Гаврилова О.И., Грязькин А.В., Чэн Тун, Семенова Е.И. Состав и запасы ресурсных видов растений на постпирогенных землях // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2023. № 243. С. 28–45. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.243.28-45>
 11. Генникова Н.В., Мошников С.А., Тесля Д.В. Структура напочвенного покрова и естественного возобновления древесных пород в экотонном комплексе «Спелый сосняк черничный – вырубка» в подзоне средней тайги // *Растительные ресурсы*. 2023. Т. 59. Вып. 2. С. 198–214. <https://doi.org/10.31857/S003399462302005X>
 12. Ковригина А.А., Попов А.Г., Семенюк В.В., Третьяков С.В. Оценка ресурсного потенциала ягодных и лекарственных лесных растений в северо-таежных насаждениях Архангельской области // *Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России» (Архангельск, 23-24 ноября 2023 г.)*. Архангельск: СевНИИЛХ, 2023. С. 333–337. EDN: QHAYSX
 13. Шипилина Л.Ю. Дикорастущие или староместные кормовые травы, плодово-ягодные, овощные и злаковые культуры в Архангельской области // *Агрозоотехника*. 2023. Т. 6, № 3. <https://doi.org/10.15838/alt.2023.6.3.6>
 14. Ань Х.М., Грязькин А.В., Калайджян Р.Л., Волдаев Л.К. и др. Количественные характеристики основных видов полезных растений в высокопродуктивных ельниках Охтинского лесничества // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2024. № 249. С. 152–165. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.249.152-165>
 15. Верховцева Е.П., Бруева Ж.А., Феклистов П.А., Грязькин А.В. Морфометрические параметры ягод и урожайность черники (*Vaccinium myrtillus* L.) в разных

- типах леса в Северной тайге // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2024. № 251. С. 186–201. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.251.186-201>
16. Гаврилова О.И., Грязькин А.В., Гурьлева Е.А. Состав ресурсных видов растений в ельниках Прионежского лесничества Карелии // *Resources and Technology*. 2024. № 21 (3). С. 116–129. <https://doi.org/10.15393/j2.art.2024.8023>
17. Хоанг М.А., Грязькин А.В., Беляева Н.В., Волдаев Л.К. и др. Сырьевые растения под пологом ельников Ленинградской области // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2025. № 252. С. 125–139. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2025.252.125-139>
18. Шегельман И.Р., Будник П.В., Васильев А.С. Системный анализ направлений разработок в области промышленного использования недревесных ресурсов леса: березовый гриб чага. [Электронный ресурс] // *Инженерный вестник Дона*. 2019. № 5 (56). URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/5935>. EDN: YJBJKE
19. Тюкавина О.Н., Коптев С.В. Подходы к культивированию чаги на стволах растущей березы // *Международная научно-практическая конференция «Прогресс и развитие науки в лесном хозяйстве»*. Ижевск: УдГАУ, 2024. С. 60–66.
20. Lee K.-H., Morris-Natschke S.L., Yang X., Huang R. et al. Recent Progress of Research on Medicinal Mushrooms, Foods, and Other Herbal Products Used in Traditional Chinese Medicine. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2012;2(2):1-12. [https://doi.org/10.1016/S2225-4110\(16\)30081-5](https://doi.org/10.1016/S2225-4110(16)30081-5)
21. Русова И.Г., Воронков П.Т., Курлович Л.Е. *Методика подбора лесных участков, перспективных для аренды с целью заготовки плодов лесных ягодных растений*: Методические указания. Пушкино: ВНИИЛМ, 2021. 20 с.
22. Нейштадт М.И. *Определитель растений средней полосы Европейской части СССР*: Справочное пособие. Москва: Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1963. 653 с.
23. *Растительные ресурсы России* / Отв. ред. А.Л. Буданцев. Санкт-Петербург, Москва: КМК, 2008-2014. Т. 1-6. С. 421, 513, 601, 630, 317, 391
24. Синькевич Т.А., Харин В.Н. К определению надземной фитомассы брусники и черники методами корреляционного и регрессионного анализов // *Дикорастущие ягодные растения СССР*. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1980. С. 169-171
25. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
26. Щербаков Н.М. Состояние и перспективы использования недревесной продукции лесов Карелии // *Ресурсы недревесной продукции лесов Карелии*. Петрозаводск: Ротапринт, 1981. С. 5-15
27. Саковец В.И. Ресурсы некоторых лекарственных растений // *Ресурсы недревесной продукции лесов Карелии*. Петрозаводск: Ротапринт, 1981. С. 15–28.
28. Кучко А.А., Белоногова Т.В., Воронова Т.Г., Зайцева Н.Л. Урожайность черники в лесах Южной Карелии // *Ресурсы недревесной продукции лесов Карелии*. Петрозаводск: Ротапринт, 1981. С. 28–40.
29. Зайцева Н.Л., Белоногова Т.В. Особенности плодоношения лесных ягодных кустарничков на вырубках // *Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно-ценных видов в свете решения продовольственной программы СССР*. Гомель: Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1983. С. 16-17
30. Пихлик У. Использование морфологических признаков брусники при ресурсоведческих исследованиях // *Дикорастущие ягодные растения СССР*. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1980. С. 129-130

References

1. Makarov S.S., Bagayev 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. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2019-6-118> (In Russ.)
2. Niemi S., Turtiainen M. *Luonnontuotteista metsänomistajille. Luonnontuotteet ja metsä*. Rovaniemi, Finland: Lapin ammattikorkeakoulu, 2019:72. (In Fin.)
3. 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.)
4. Bagaev E.S., Makarov S.S., Bagaev S.S., Chudetsky A.I. *Karelian birch in Central Russia: biological characteristics and reproduction prospects: a monograph*. Pushkino, Russia: All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, 2022:125. (In Russ.)
5. 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: Publishing and Bookselling Center Kolos-S, 2023:152. (In Russ.)
6. Chudetsky A.I., Babich N.A., Melekhov V.I. et al. *Prospects for industrial cultivation and biotechnological methods of propagation of forest berry plants of the genus Vaccinium (Lingonberry, Kamchatka Bilberry): a monograph*. Moscow, Russia: Publishing and Bookselling Center Kolos-S, 2023:184. (In Russ.)
7. Pozdnyakov L.K. *Forest resource management*. Novosibirsk, USSR: Nauka, 1973:120. (In Russ.)
8. Petrik V.V., Tutygin G.S., Gaevskiy N.P. *Non-timber forest products: a textbook*. Moscow, Russia: MGUL, 2005:251. (In Russ.)
9. Rai S.A., Beliaeva N.V., Nakvasina E.N. The initial stages of succession in cutting areas with different technologies for reforestation in the Kirov region. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*. 2020;(230):36-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2020.230.36-53>
10. Gavrilova O.I., Gryazkin A.V., Cheng T., Semenova E.I. Composition and stocks of resource plans species on post-fire area. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*. 2023;(243):28-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.243.28-45>
11. Gennikova N.V., Moshnikov S.A., Teslya D.V. Structure of the ground vegetation and natural regeneration of tree species in a 12-15-year-old bilberry pine forest-clear-cut ecotone complex in the Middle taiga subzone. *Rastitelnye resursy*. 2023;59(2):198-214. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S003399462302005X>
12. Kovrigina A.A., Popov A.G., Semenyuk V.V., Tretyakov S.V. Estimation of berry and medicinal plants resource potential in North taiga forests of the Arkhangelsk Region. *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Aktualnye voprosy taezhnogo i pritundrovogo lesovodstva na Evropeyskom Severe Rossii'*. November 23-24, 2023. Arkhangelsk, Russia: T8 Izdatelskie Tekhnologii, 2023:333-337. (In Russ.)
13. Shipilina L.Yu. Wild or old-local forage grasses, fruit and berry, vegetable and cereal crops in the Arkhangelsk Oblast. *AgroZooTekhnika*. 2023;6(3). (In Russ.) <https://doi.org/10.15838/alt.2023.6.3.6>
14. An H.M., Gryazkin A.V., Kalaydzhyan R.L., Voldaev L.K. et al. Quantitative characteristics of the main types of useful plants in highly productive spruce forests of the Okhtinsky forestry. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*. 2024;(249):152-165. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.249.152-165>

15. Verhovtseva E.P., Brueva ZH.A., Feklistov P.A. Gryazkin, A.V. Morphometric parameters of berries and productivity of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in different types of forests in the Northern taiga. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*. 2024;(251):186-201. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.251.186-201>
16. Gavrilova O.I., Gryazkin A.V., Guryleva E.A. The composition of resource plant species in the spruce forests of the Prionezhsky forestry of Karelia. *Resources and Technology*. 2024;21(3):116-129. (In Russ.) <https://doi.org/10.15393/j2.art.2024.8023>
17. Hoang M.A., Gryazkin A.V., Belyaeva N.V., Voldaev L.K. et al. Raw plants under the canopy of spruce forests in the Leningrad Region. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*. 2025;(252):125-139. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2025.252.125-139>
18. Shegelman I.R., Budnik P.V., Vasilev A.S. System analysis of areas of development in the field of industrial use of non-timber forest resources: chaga birch mushroom. *Engineering Journal of Don*. 2019;5(56):11. (In Russ.)
19. Tyukavina O.N., Koptev S.V. Approaches to the cultivation of chaga on the trunks of growing birch. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Progress i razvitie nauki v lesnom hozyajstve'*. November 14, 2024. Izhevsk, Russia: Udmurt State Agricultural University, 2024:60-66. (In Russ.)
20. Lee K.-H., Morris-Natschke S.L., Yang X., Huang R. et al. Recent Progress of Research on Medicinal Mushrooms, Foods, and Other Herbal Products Used in Traditional Chinese Medicine. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2012;2(2):1-12. [https://doi.org/10.1016/S2225-4110\(16\)30081-5](https://doi.org/10.1016/S2225-4110(16)30081-5)
21. Rusova I.G., Voronkov P.T., Kurlovich L.E. *Methods of selecting forest plots promising for lease in order to harvest fruits of forest berry plants: guidelines*. Pushkino, Russia: All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, 2021:20. (In Russ.)
22. Neyshtadt M.I. *Determinant of plants of the middle zone of the European part of the USSR: a reference book*. Moscow, USSR: Gosudarstvennoe uchebno-pedagogicheskoe izdatelstvo ministerstva prosveshcheniya RSFSR, 1963:653. (In Russ.)
23. *Plant resources of Russia: wild flowering plants, their component composition and biological activity. V.1-6*. A.L. Budantsev (Ed.). Saint-Petersburg, Moscow, Russia: KMK Scientific Press Ltd., 2008-2014:421,513,601,630,317,391. (In Russ.)
24. Sinkevich T.A., Kharin V.N. On the determination of the aboveground phytomass of lingonberries and blueberries by correlation and regression analysis methods. *In: Wild berry plants of the USSR*. Petrozavodsk, USSR: Karelskiy filial AN SSSR, 1980:169-171. (In Russ.)
25. Dospikhov B.A. *Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results): a textbook*. 6th ed. Moscow, Russia: Al'yans, 2011:350. (In Russ.)
26. Shcherbakov N.M. The state and prospects of using non-wood products of Karelian forests. *In: Non-timber forest resources of Karelia*. Petrozavodsk, USSR: Rotaprint, 1981:5-15. (In Russ.)
27. Sakovets V.I. Resources of some medicinal plants. *In: Non-timber forest resources of Karelia*. Petrozavodsk, USSR: Rotaprint, 1981:15-28. (In Russ.)
28. Kuchko A.A., Belonogova T.V., Voronova T.G., Zaytseva N.L. Blueberry yield in forests of South Karelia. *In: Non-timber forest resources of Karelia*. Petrozavodsk, USSR: Rotaprint, 1981:28-40. (In Russ.)
29. Zaytseva N.L., Belonogova T.V. Features of fruiting of forest berry bushes in cuttings. *In: Resources of wild fruit and berry plants, their rational use and organization*

of plantation cultivation of economically valuable species in light of the decision of the food program of the USSR. Gomel, BSSR: Belorusskiy nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo khozyaystva, 1983:16-17. (In Russ.)

30. Pikhlik U. Use of morphological features of cranberries in resource research. *In: Wild berry plants of the USSR. Petrozavodsk, USSR: Karelskiy filial AN SSSR, 1980:129-130. (In Russ.)*

Сведения об авторах

Ольга Николаевна Тюкавина, д-р с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; 163062, Российская Федерация, г. Архангельск, ул. Никитова, 13; профессор кафедры биологии, экологии и биотехнологии, Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»; 163002, Российская Федерация, г. Архангельск, ул. Набережная Северной Двины, 17; e-mail: o.tukavina@narfu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4024-6833>

Елена Анатольевна Сурина, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; 163062, Российская Федерация, г. Архангельск, ул. Никитова, 13; e-mail: surina_ea@sevniilh-arh.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8159-8977>

Information about the authors

Olga N. Tyukavina, DSc (Ag), Associate Professor, Leading Research Associate, Northern Research Institute of Forestry; 13 Nikitova St., Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; Professor at the Department of Biology, Ecology and Biotechnology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; 17 Naberezhnaya Severnoy Dviny St., Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: o.tukavina@narfu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4024-6833>

Elena A. Surina, CSc (Ag), Leading Research Associate, Northern Research Institute of Forestry; 13 Nikitova St., Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; e-mail: surina_ea@sevniilh-arh.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8159-8977>

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

**Семенное размножение видовых лилейников (*Hemerocallis* L.)
при адаптации к условиям западносибирской лесостепи**

Татьяна Ивановна Фомина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** fomina-ti@yandex.ru

Аннотация

Представлены результаты сравнительного изучения семенной продуктивности и качества семян у 6 образцов видовых лилейников при интродукции в условия лесостепи Западной Сибири. Исследования выполнены в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (Новосибирск) в 2017–2019 гг. Установлено, что по способности к семенному размножению образцы существенно различались. Потенциальная семенная продуктивность (ПСП) составляла 27–51 семяпочку на плод. Реальная семенная продуктивность (РСП) на плод варьировала от 12–15 семян у *H. coreana* и *H. esculenta* до 30–35 семян у *H. minor* из Томской области и Тувы при средних значениях 21–23 семени для *H. middendorffii* и *H. minor* из Забайкалья. Процент семенификации (ПС) у *H. coreana* и *H. esculenta* показан ниже 50%, тогда как у *H. middendorffii*, *H. minor* из Томской области и Тувы достигал 80%. Массы семян с плода варьировали от 238 до 305 мг в среднем, за исключением *H. esculenta* с меньшими в 2–3 раза показателями. Семена в репродукциях разных лет значительно различались по качеству, которое определялось величиной лабораторной всхожести, процентным содержанием щуплых и загнивших семян. Показано, что в засушливых условиях лесостепи видовые лилейники способны продуцировать семена с высокой всхожестью и в достаточном количестве, за исключением *H. esculenta*. Возможности семенного размножения обусловлены видовой спецификой, при этом высокая внутривидовая и индивидуальная изменчивость показателей свидетельствует об активной адаптации лилейников к сезонным колебаниям климатических факторов.

Ключевые слова

Hemerocallis, лилейники, виды, образцы, семенная продуктивность, лабораторная всхожесть, интродукция, Западная Сибирь

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания по проекту И126012336365–0 «Разработка научных основ и технологий оценки, сохранения и восстановления природного и культурного биоразнообразия, в том числе редких видов растений и их рационального использования».

Для цитирования

Фомина Т.И. Семенное размножение видовых лилейников (*Hemerocallis* L.) при адаптации к условиям западносибирской лесостепи // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 52–62.

Seed reproduction of daylily species (*Hemerocallis* L.) during adaptation to the conditions of the West Siberian forest-steppe

Tatyana I. Fomina

Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia

✉ **Corresponding author:** fomina-ti@yandex.ru

Abstract

This paper presents the results of a comparative study of seed productivity and seed quality in six accessions of daylily species introduced to the forest-steppe conditions of Western Siberia. The research was conducted at the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk) during 2017–2019. It was established that the accessions differed significantly in their capacity for seed reproduction. Potential Seed Productivity (PSP) ranged from 27 to 51 ovules per fruit. Real Seed Productivity (RSP) per fruit varied from 12–15 seeds in *H. coreana* and *H. esculenta* to 30–35 seeds in *H. minor* from the Tomsk Region and Tuva, with average values of 21–23 seeds recorded for *H. middendorffii* and *H. minor* from Transbaikalia. Seed set percentage (SSP) for *H. coreana* and *H. esculenta* was below 50%, whereas for *H. middendorffii* and *H. minor* from the Tomsk Region and Tuva, it reached 80%. Average seed mass per fruit ranged from 238 to 305 mg, with the exception of *H. esculenta*, which exhibited values 2–3 times lower. Seed quality across different reproduction years varied significantly, as determined by laboratory germination rates and the percentage of shriveled and rotten seeds. The results demonstrate that in the arid conditions of the forest-steppe, species daylilies are capable of producing sufficient quantities of high-germination seeds, with the exception of *H. esculenta*. Seed reproduction potential is largely determined by species specificity; however, the high intraspecific and individual variability of these indicators suggests active adaptation of daylilies to seasonal weather fluctuations.

Keywords

Hemerocallis, daylilies, species, accessions, seed productivity, laboratory germination, introduction, Western Siberia

Acknowledgments

The research was performed as part of the state assignment project project No. I126012336365–0 “Development of scientific foundations and technologies for assessing, preserving, and restoring natural and cultural biodiversity, including rare plant species, and their rational use.”

For citation

Fomina T.I. Seed reproduction of daylily species (*Hemerocallis* L.) during adaptation to the conditions of the West Siberian forest-steppe. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):52–62.

Введение Introduction

Изучение особенностей семенного размножения имеет первостепенное значение для сохранения биоразнообразия растений, поскольку процессы репродукции наиболее уязвимы к воздействию неблагоприятных факторов среды. Проблема становится все более актуальной в связи с текущими изменениями климата, которые проявляются

сильными межгодовыми и внутрисезонными колебаниями метеопказателей, вызывающих ответные приспособительные реакции видов. Показатели семенной продуктивности и качества семян характеризуют степень адаптации растений в конкретных условиях обитания [1, 2].

Среди декоративных травянистых видов природной флоры интересны представители рода *Hemerocallis* L. – лилейник, или красоднев, издавна культивируемые как красивоцветущие и устойчивые в культуре многолетники [3, 4]. По современным данным [5], род включает в себя 18 видов, распространенных преимущественно в странах Восточной Азии. Для азиатской части России указано 7 видов, в Сибири дико произрастает 1 вид – *H. minor* [6]. Несмотря на огромное разнообразие сортов лилейника гибридного, видовые красодневы по-прежнему широко используются в озеленении и являются объектом интродукционного изучения в различных природно-климатических условиях [7–10].

Цель исследований: определить показатели семенной продуктивности и качества семян у видовых лилейников в условиях лесостепи западной Сибири.

Методика исследований

Research method

Исследования проводились в Центральном Сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) в 2017–2019 гг. Объектом послужили виды лилейника – лилейник корейский (*H. coreana* Nakai), лилейник съедобный (*H. esculenta* Koidz.), лилейник Миддендорфа (*H. middendorffii* Trautv. et C.A. Mey.) и лилейник малый (*H. minor* Mill.) – в коллекции декоративных растений природной флоры, составной части биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН – USU440534 «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте». Материал привлечен живыми растениями из природных популяций: *H. coreana* – Приморский край (2006); *H. esculenta* – о. Кунашир, Курильские острова (2012); *H. minor* – Забайкалье (1995), Республика Тува (2009), Томская область (2010). Растения *H. middendorffii* получены из коллекционного фонда ботанического сада (2013). В дальнейшем мы рассматриваем объекты исследований как образцы различного происхождения.

Изучали семенную продуктивность по классической методике [10]. Использовали следующие показатели: потенциальная семенная продуктивность (ПСП) – число семян; реальная семенная продуктивность (РСП) – число зрелых полноценных семян; процент семенификации (ПС). ПСП является верхним, лишь теоретическим пределом семенной продуктивности, характеризуя потенциальные возможности вида к образованию семян. На конечный результат – величину РСП – влияет весь комплекс биотических и абиотических факторов среды включая опылителей, качество пыльцы, погодные условия, агрофон, патогены и вредителей семян. ПС как отношение РСП/ПСП отражает уровень реализации способности вида к семенному размножению в конкретных условиях обитания.

Показатели семенной продуктивности определяли, рассчитывая на 1 плод (коробочку). Объем выборки для каждого определения составлял 20 плодов. Результаты обрабатывали с использованием стандартных статистических показателей – средней арифметической с ошибкой $M \pm m_x$, коэффициента вариации V (%). Вариабельность признаков рассматривали как низкую ($V = 0–10\%$), среднюю ($V = 11–20\%$) или высокую ($V > 20\%$) [11].

Лабораторное тестирование качества семян проводили в соответствии с ГОСТ 12038–84 [12]. Семена, извлеченные из коробочек, просушивали и хранили в бумажных пакетах в течение 4–6 месяцев после сбора. Проращивание проводили в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой,

в комнатных условиях (средняя температура – 20°C, естественное освещение), в двух повторностях по 50 семян каждая. По окончании опыта определяли процентное соотношение в пробах всхожих, щуплых, загнивших и твердых семян.

Погодные условия сезонов исследований существенно различались (рис. 1). При этом фенофазы цветения и плодоношения лилейников нередко приходились на периоды с аномальными значениями метеопказателей. Так, в 2017 г. в июне стояла жаркая влажная погода с превышением среднемесячной температуры воздуха на 2,7°C и количества осадков на 20%. В июле выпало 100 мм осадков – почти в 1,5 раза больше нормы.

В 2018 г. метеоусловия июня были сходными с таковыми в 2017 г., условия июля приближались к среднемноголетним показателям, но август выдался засушливым – осадков вдвое меньше нормы. Аномальной погодой отличался май этого года, очень холодный и сырой, при среднемесячной температуре ниже нормы на 3,3°C и сумме осадков больше в 2,3 раза.

Температурные условия сезона 2019 г. в основном соответствовали среднемноголетним значениям, за исключением очень теплого и сухого августа со средней температурой выше на 2,5°C и осадками втрое ниже нормы. Существенный дефицит влаги ощущался также в июне – менее половины нормы осадков. Как следует из данных рисунка 1, температурные условия первой половины сезона (в фазы бутонизации и цветения лилейников) сильно отклонялись от нормы в 2017 и 2018 гг., а во второй половине (в фазу плодоношения) – в 2019 г.

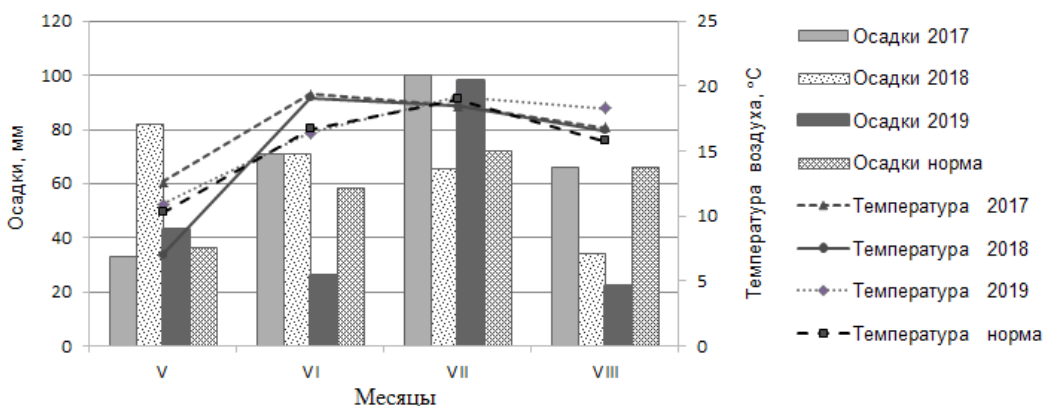


Рис. 1. Погодные условия сезонов исследований в Новосибирске в репродуктивные фенофазы образцов *Hemerocallis* L.

Figure 1. Weather conditions of the research seasons in Novosibirsk during the reproductive phenophases of *Hemerocallis* L. accessions

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В условиях Новосибирска видовые лилейники цветут в июне-июле. Фаза зрелых семян отмечается в конце июля, у *H. middendorffii* – в начале августа. Характер цветения и плодоношения у всех образцов является регулярным. Результаты семенной репродукции определяются в первую очередь обилием семян. Лилейники относятся к растениям с малоцветковыми соцветиями и небольшим числом семян в завязи цветка, обуславливающими низкую семенную продуктивность. По определению

Е.А. Ходачек [13], группу с низкой ПСП составляют виды, у которых число семян на плод составляет менее 50. У исследованных образцов ПСП составила 27–51 семечку на плод с наименьшими значениями для *H. middendorffii* и наибольшими – для образцов *H. minor* (табл. 1).

РСП представлена зрелыми полноценными семенами, способными обеспечить семенное размножение вида. Для видовых лилейников показана низкая семенная продуктивность [14, 15]. По нашим данным, РСП у *H. coreana* и *H. esculenta* не превышала 12–15 семян, тогда как у *H. minor* из Томской области и Тувы достигала 30–35 семян на плод. Для *H. middendorffii* и *H. minor* из Забайкалья определены средние значения 21–23 семени на плод. Таким образом, при общем низком уровне РСП ее величина различалась между образцами в 2–3 раза.

Процент семенификации ПС отражает степень успешности семенной репродукции в конкретных условиях произрастания. У дальневосточных *H. coreana* и *H. esculenta* ПС составил менее 50%, в то время как у *H. middendorffii* и образцов *H. minor* до 70–80% семечек сформировали полноценные семена. Значительные колебания показателя по годам связаны, очевидно, с изменчивостью внешних условий в репродуктивные фазы развития лилейников.

Важным показателем, который позволяет судить о количестве и качестве продуцируемых семян, является масса семян с плода. Для исследованных образцов средние значения составляли 238–305 мг, за исключением *H. esculenta*. У данного образца массы семян с плода в 2 раза меньше, чем у *H. coreana*, при сопоставимой величине РСП. Как показало лабораторное тестирование, низкие значения обусловлены недостаточной выполненностью семян.

Сравнение показателей семенной продуктивности в различные вегетационные периоды выявило, что наименее благоприятные условия для репродуктивных фаз лилейников сложились в 2018 г. Аномально холодная и сырая погода в фазу бутонизации (май), а также влажная и жаркая погода в фазу цветения (июнь) оказали негативное влияние на процессы формирования семян. В большей степени переувлажнение отразилось на образцах мезоксерофильного вида *H. minor*, тогда как реакция более влаголюбивых дальневосточных видов *H. coreana*, *H. esculenta* и *H. middendorffii* оказалась менее выраженной.

В 2019 г. очень теплые, умеренно влажные условия мая способствовали росту и развитию лилейников, но во время их цветения в июне установилась засуха. В целом показатели РСП и ПС были выше по сравнению с 2018 г., но снизились массы семян с плода. Известно, что длительные засухи и снижение доступности воды в почве приводят к уменьшению размера семян вследствие замедления процессов фотосинтеза и поступления ассимилятов в развивающиеся семена [16]. Напротив, в благоприятных по тепло- и влагообеспеченности условиях, которые сложились в мае-июне 2017 г., сформировались наиболее крупные семена. Массы семян с плода значительно превышали значения для сезонов 2018 и 2019 гг. – например, в 2–3 раза у образцов *H. minor*.

Способность растений к семенному размножению определяется генетическим потенциалом, а также условиями климатической зоны и конкретных местообитаний, в которых они произрастают [1, 17, 18]. В частности, об уровне адаптации свидетельствует диапазон варьирования признаков. Большинство полученных нами данных по семенной продуктивности лилейников отличается высокой внутривидовой и индивидуальной изменчивостью. Поскольку исследованные образцы длительно культивируются в коллекции ботанического сада, столь высокую вариабельность признаков можно объяснить отчасти сильными колебаниями погодных факторов, характерными для климата лесостепи Западной Сибири.

**Показатели семенной продуктивности у образцов *Heimerocallis* L.
в Новосибирске**

Table 1

Seed productivity indicators of *Heimerocallis* L. accessions in Novosibirsk

Образец	Год	ПСП на плод		РСП на плод		ПС	Масса семян с 1 плода, мг	
		$M \pm m_x$	V, %	$M \pm m_x$	V, %		$M \pm m_x$	V, %
<i>H. coreana</i> , Приморье	2018	35,4 ± 5,3	47,0	13,0 ± 1,0	24,6	36,7	245 ± 23	29,7
	2019	28,7 ± 0,5	8,1	13,3 ± 0,8	26,3	46,3	201 ± 12	26,6
<i>H. esculenta</i> , Кунашир	2018	35,8 ± 3,6	32,1	14,7 ± 2,5	53,2	41,1	115 ± 18	48,3
	2019	26,9 ± 1,4	23,0	12,4 ± 1,2	42,5	46,2	102 ± 19	83,0
<i>H. middendorffii</i> , Новосибирск	2017	28,1 ± 0,7	10,9	22,9 ± 0,8	15,4	81,3	314 ± 12	16,5
	2018	29,2 ± 0,8	12,7	19,4 ± 1,0	22,7	66,4	257 ± 19	33,7
	2019	29,8 ± 0,9	13,9	22,1 ± 0,9	18,1	74,3	256 ± 16	28,1
<i>H. minor</i> , Забайкалье	2017	42,5 ± 1,4	14,2	25,6 ± 1,0	17,8	60,1	338 ± 13	17,8
	2018	45,7 ± 1,6	15,7	20,4 ± 2,1	46,6	44,7	211 ± 26	53,9
	2019	34,3 ± 1,7	22,7	23,8 ± 1,9	37,5	69,4	169 ± 21	57,5
<i>H. minor</i> , Томская область	2017	51,4 ± 1,2	10,5	36,0 ± 1,7	20,7	69,9	455 ± 23	22,3
	2018	46,8 ± 1,2	11,3	16,8 ± 2,1	56,3	35,8	145 ± 22	66,3
	2019	46,9 ± 1,2	11,4	37,1 ± 1,7	20,5	79,2	301 ± 31	46,6
<i>H. minor</i> , Тува	2017	43,0 ± 3,9	40,6	34,2 ± 4,2	54,4	79,6	361 ± 34	42,5
	2018	51,4 ± 1,7	14,9	33,4 ± 2,5	33,7	64,9	308 ± 25	36,4
	2019	47,6 ± 1,6	15,5	38,7 ± 2,1	25,3	81,2	250 ± 23	42,7

Примечание. ПСП – число семян на плод; РСП – число полноценных зрелых семян на плод; ПС – процент семенификации; ($M \pm m_x$) – средняя арифметическая с ошибкой; V, %, – коэффициент вариации.

При низких показателях семенной репродукции в целом среди исследованных образцов лучшие возможности в Новосибирске проявили образцы *H. minor*. Растения из Томской области и Тувы продуцировали не только полноценные семена, но и самосев. Вероятно, мезоксерофильная экология *H. minor* в большей степени соответствует условиям лесостепи, позволяя с меньшим ущербом для семенного размножения справляться с дефицитом влаги.

Итоговыми характеристиками семенного размножения служат лабораторная всхожесть семян и выявление факторов ее снижения. Установлено, что исследованные образцы, за исключением *H. esculenta*, способны производить семена высокого качества с конечной всхожестью более 70%. Однако репродукции разных лет существенно различались по качеству (табл. 2). В 2017 г. качество семян было высоким, тогда как погодный фон сезонов 2018 и 2019 гг. оказал неодинаковое влияние на свойства семян разных образцов. Например, у *H. minor* из Забайкалья и *H. middendorffii* всхожесть в репродукции 2018 г. значительно снизилась ввиду большой доли загнивших при проращивании семян (30–32%), вероятно, спровоцированной обилием осадков в период плодоношения. Основным фактором низкого качества репродукций *H. minor* из Томской области (2018 г.), Забайкалья и Тувы (2019 г.) явилась пустосемянность. Доля щуплых семян составила 58–67%, причем условия формирования этих репродукций сильно различались.

Таблица 2

Лабораторные показатели качества семян образцов *Hemerocallis* L.

Table 2

Laboratory seed quality indicators of *Hemerocallis* L. accessions

Образец	Год	Структура семян при проращивании, %			
		всхожих	щуплых	загнивших	твердых
<i>H. coreana</i> , Приморье	2017	97	1	2	0
	2018	96	2	2	0
<i>H. esculenta</i> , Кунашир	2018	34	50	16	0
	2019	2	98	0	0
<i>H. middendorffii</i> , Новосибирск	2017	88	0	12	0
	2018	64	4	32	0
	2019	85	5	10	0
<i>H. minor</i> , Забайкалье	2017	75	6	18	1
	2018	63	7	30	0
	2019	26	67	7	0
<i>H. minor</i> , Томская область	2017	89	6	5	0
	2018	24	62	14	0
	2019	49	46	4	1
<i>H. minor</i> , Тува	2017	89	9	2	0
	2018	78	10	10	0
	2019	32	58	10	0

Имеются данные о снижении показателей семенной продуктивности и качества семян при повышенной влажности, сопряженной обычно с пониженными температурами [19]. В таких условиях семена повреждаются патогенными грибами, вызывающими их загнивание в процессе прорастивания. Напротив, высокие температуры в сочетании с засухой приводят к деградации части семязачатков, в результате которой питательные вещества перераспределяются в пользу развивающихся семян. При этом РСП снижается, но обеспечиваются воспроизводство и сохранение вида в неблагоприятных условиях среды [20].

У *H. esculenta* качество семян было низким в сочетании с низкой семенной продуктивностью. Очевидно, что повышенные температуры и инсоляция, характерные для условий лесостепи, но резко контрастирующие с прохладной и облачной погодой Кунашира, негативно повлияли на семенную репродукцию этого вида в Новосибирске. В то же время *H. coreana*, адаптированный к жаркому и влажному климату сезона в Приморье, продуцировал семена высокого качества.

В условиях интродукции вероятной является очень высокая внутривидовая изменчивость по обилию и качеству семян [21]. Сравнение образцов *H. minor* показало разную их чувствительность к внешним факторам. Наиболее отчетливая реакция на крайне неблагоприятные погодные условия сезона 2018 г. проявилась у образца из Томской области как максимальное снижение РСП, массы семян с плода и всхожести семян. Образцы из Забайкалья и Тувы реагировали сходным образом, при худших показателях в сезоне 2019 г. В целом по способности к семенному размножению из исследованных образцов *H. minor* более устойчив и продуктивен образец из Тувы.

Выводы Conclusions

Исследованные представители рода *Hemerocallis* значительно различались по способности к семенному размножению. Оценка осуществлялась по показателям потенциальной и реальной семенной продуктивности, проценту семенификации и массе семян на плод. Выявлены образцы с разным уровнем семеношения: от низкого (*H. coreana*, *H. esculenta*) до сравнительно высокого (*H. minor* из Томской области и Тувы). Качество репродукций, определяемое в лабораторных опытах по величине всхожести и структуре семян, варьировало по годам от стабильно низких значений для *H. esculenta* до высоких для остальных образцов.

Все показатели отличались высокой внутривидовой и индивидуальной вариабельностью, обусловленной колебаниями метеорологических факторов. Неблагоприятные погодные условия в репродуктивные фазы сезонного развития лилейников существенно снижали обилие семян, а также лабораторную всхожесть за счет увеличения доли загнивших и щуплых семян. Результаты исследований позволяют заключить, что видовые лилейники, за исключением *H. esculenta* с Кунашира, в условиях лесостепи способны продуцировать полноценные семена в количестве, достаточном для возобновления образцов и их сохранения в банках семян.

Список источников

1. Баранова Т.В., Кузнецов Б.И., Моисеева Е.В., Сливкин А.И. Семенная продуктивность мачка желтого (*Glaucium flavum* Crantz.) в Центральном Черноземье // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Химия. Биология. Фармация»*. 2012. № 2. С. 233–237. EDN: PLTMST

2. Reed R.C., Bradford K.J., Khanday I. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*. 2022;128:450-459. <https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2>
3. Орлова Е.Е., Иванова И.В. *Цветоводство открытого грунта: Учебное пособие*. Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. 55 с. EDN: OLKFLO
4. Gulia S.K., Singh B.P., Garter J., Griesbach R.J. Daylily: botany, propagation, breeding. *Horticultural Reviews*. 2009;35:193-220. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch3>
5. WFO (2022): *World Flora Online*. V. 2024.12. URL: <http://www.worldfloraonline.org> (accessed: June 16, 2025).
6. *Интродукция редких и исчезающих видов растений Сибири и Дальнего Востока*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2024. 808 с. <https://doi.org/10.53954/9785605250128>
7. Зайнетдинова Г.С., Миронова Л.Н. Биологические особенности представителей рода *Нemerocallis* L. при интродукции // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 6. С. 133–136. EDN: MNKTGT
8. *Интродукция растений природной флоры Сибири*. Новосибирск: Гео, 2017. 495 с. EDN: YORPQT
9. Тростенюк Н.Н., Святковская Е.А., Салтан Н.В. Интродукционные исследования рода *Нemerocallis* L. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2019. Т. 21, № 2(88). С. 142–146. EDN: JVBQIXM
10. Орлова Е.Е., Зубик И.Н., Чудецкий А.И. Сортоизучение лилейника гибридного из коллекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в условиях г. Москвы // *I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства России и ближнего зарубежья» (Киров, 29 июня 2023 г.)*. Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. С. 68–71. EDN: OXSZAW
11. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // *Ботанический журнал*. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.
12. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Изд. 6-е, доп. и перераб. Москва: Альянс, 2011. 351 с. EDN: QLCQEP
13. ГОСТ 12038-84. *Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести*. М.: Стандартинформ, 2011. 64 с.
14. Ходачек Е.А. Семенная репродукция растений в условиях Арктики // *III Всесоюзная школа-конференция «Актуальные проблемы геоботаники»*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. Ч. 2. С. 274–279.
15. Реут А.А. Представители рода *Нemerocallis* при интродукции на Южном Урале // *Научный альманах*. 2019. № 2-2 (52). С. 111–114. <https://doi.org/10.17117/na.2019.02.02.111>
16. Ступникова Т.В. Биологические особенности семян некоторых видов флоры Дальнего Востока России // *Растительные ресурсы*. 2020. Т. 56. Вып. 2. С. 112–128. <https://doi.org/S0033994620020090>
17. Copeland L.O., McDonald M.B. *Principles of seed science and technology*. 4th edn. Norwell, Massachusetts: Kluwer Acad. Publ., 2001. 488 p.
18. Фомина Т.И. Семенная продуктивность *Caltha palustris* (Ranunculaceae) *in situ* и *ex situ* на участках Центрального сибирского ботанического сада // *Растительные ресурсы*. 2022. Т. 58. Вып. 2. С. 135–143. <https://doi.org/10.31857/S0033994622020066>

19. Крюкова А.В., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Сравнительные показатели морфологии и семенной продуктивности редких видов рода *Iris* L. в природных местообитаниях и в условиях культуры на Южном Урале // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022. № 183 (3). С. 171–182. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-3-171-182>

20. Кольцова О.М., Олейникова Е.М., Мирсаидов М.М. Влияние режима увлажнения на качество семян сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) в условиях Воронежской области // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 16, № 4 (79). С. 31–41. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_4_31-41

21. Шамров И.И. Факторы снижения семенной продуктивности у цветковых растений // *Растительные ресурсы*. 2020. Т. 56. Вып. 1. С. 4–15. <https://doi.org/10.31857/S0033994620010057>

22. Пятина И.С., Реут А.А. Биология семян некоторых представителей рода *Hemerocallis* L. // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. 2022. № 21(1). С. 140–143. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2022030>

References

1. Baranova T.V., Kuznetsov B.I., Moiseeva E.V., Slivkin A.I. The seed production of *Glaucium flavum* Crantz. in Black Soil Region. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2012;(2):233-237. (In Russ.)

2. Reed R.C., Bradford K.J., Khanday I. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*. 2022;128:450-459. <https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2>

3. Orlova E.E., Ivanova I.V. *Open-ground floriculture: a study guide*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2018:55. (In Russ.)

4. Gulia S.K., Singh B.P., Garter J., Griesbach R.J. Daylily: botany, propagation, breeding. *Horticultural Reviews*. 2009;35:193-220. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch3>

5. WFO (2022): *World Flora Online*. V. 2024.12. URL: <http://www.worldfloraonline.org> (accessed: June 16, 2025).

6. *Introduction of rare and endangered plant species of Siberia and the Far East: a monograph*. T.V. Elisafenko, A.N. Kupriyanov (Eds.). Novosibirsk, Russia: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2024:808. (In Russ.)

7. Zainetdinova G.S., Mironova L.N. Biological characteristics of representatives of the genus *Hemerocallis* L. during introduction. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009;(6):133-136. (In Russ.)

8. *Introduction of plants of the natural flora of Siberia: a monograph*. A.N. Kupriyanov, E.V. Banaev (Eds.). Novosibirsk, Russia: Academic Publishing House Geo Limited, 2017:495. (In Russ.)

9. Trostenyuk N.N., Svyatkovskaya E.A., Saltan N.V. Introduction studies of the genus *Hemerocallis* L. in the Polar Alpine botanical garden and institute. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2019;21(2-2(88)):142-146. (In Russ.)

10. Orlova E.E., Zubik I.N., Chudetsky A.I. Study of hybrid daylily varieties from the collection of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy in Moscow conditions. *I Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem 'Sovremennye problemy prirodopolzovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva Rossii i blizhnego zarubezh'ya'*. June 29, 2023. Kirov: Vyatka State Agrotechnological University, 2023:68-71. (In Russ.)

11. Vainagii I.V. On the methodology of studying seed productivity of plants. *Botanicheskii zhurnal*. 1974;59(6):826-831. (In Russ.)
12. Dospekhov B.A. *Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results: a textbook*. Moscow, Russia: Al'yans, 2011:360. (In Russ.)
13. GOST 12038-84. *Agricultural seeds. Methods for determination of germination*. Moscow, Russia: Standartinform, 2011:64. (In Russ.)
14. Khodachek E.A. Seed reproduction of plants in the Arctic. *III Vsesoyuznaya shkola-konferentsiya 'Aktualnye problemy geobotaniki'. September 24-29, 2007*. Petrozavodsk, Russia: Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2007;2:274-279. (In Russ.)
15. Reut A.A. Representatives of the genus *Hemerocallis* during the introduction in the Southern Ural. *Nauchnyy almanakh*. 2019;(2-2(52)):111-114. (In Russ.) <https://doi.org/10.17117/na.2019.02.02.111>
16. Stupnikova T.V. Biological characteristics of the seeds of some Russian Far East species. *Rastitelnye Resursy*. 2020;56(2):112-128. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0033994620020090>
17. Copeland L.O., McDonald M.B. *Principles of seed science and technology*. 4th edn. Norwell, Massachusetts: Kluwer Acad. Publ., 2001:488.
18. Fomina T.I. Seed productivity of *Caltha palustris* (Ranunculaceae) *in situ* and *ex situ* at the plots of the Central Siberian Botanical Garden. *Rastitelnye resursy*. 2022;58(2):135-143. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0033994622020066>
19. Kryukova A.V., Mustafina A.N., Abramova L.M. Comparative indicators of morphology and seed productivity in rare *Iris* L. spp. within their natural habitats and under cultivation in the Southern Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(3):171-182. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-3-171-182>
20. Koltsova O.M., Oleynikova E.M., Mirsaidov M.M. Effect of moisture regime on the quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds in the conditions of Voronezh Oblast. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(4(79)):31-41. (In Russ.) https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_4_31-41
21. Shamrov I.I. Factors reducing seed productivity in flowering plants. *Rastitelnye resursy*. 2020;56(1):4-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0033994620010057>
22. Pyatina I.S., Reut A.A. Biology of seeds of some representatives of the genus *Hemerocallis* L. *Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*. 2022;(21-1):140-143. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/pbssm.2022030>

Сведения об авторе

Фомина Татьяна Ивановна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Центральный сибирский ботанический сад СО РАН»; 630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101; e-mail: fomina-ti@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4724-2480>

Information about the author

Tatyana I. Fomina, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Introduction of Ornamental Plants, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; 101 Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: fomina-ti@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4724-2480>

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Эффективность использования спороулавливателей для мониторинга мучнистой росы пшеницы озимой

**Ксения Эдиковна Гасиян[✉], Оксана Юрьевна Кремнева,
Роман Юрьевич Данилов**

Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: gasiyankkk@mail.ru

Аннотация

Мучнистая роса пшеницы, вызываемая *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, является широко распространенной болезнью, приводящей к потере урожая до 100% при сильном развитии. Для предотвращения потерь урожая необходим регулярный мониторинг болезни в посевах, позволяющий своевременно применять средства защиты растений. Выявление болезни на начальной стадии возможно при раннем обнаружении возбудителя. Установлено, что спороулавливающие устройства позволяют выявлять возбудителей инфекций при развитии болезней менее 1%, когда мониторинг классическими методами менее эффективен. Цель данных исследований – изучить динамику лета конидий *B. graminis* в условиях центральной зоны Краснодарского края и выявить корреляцию между заспоренностью воздуха и развитием мучнистой росы в посевах озимой пшеницы, что позволит оценить эффективность использования спороулавливателей для мониторинга и прогнозирования развития этого заболевания. Исследования проводились на базе ФГБНУ ФНЦБЗР в 2022–2024 гг. Для исследований были выбраны следующие сорта озимой пшеницы: Гром, Безостая 100, Юка, Алексеич и Сварог. Отбор конидий осуществлялся флюгерной спороловушкой и устройством для определения заспоренности растений. Параллельно были проведены учеты развития мучнистой росы по классической фитопатологической методике. Изучена динамика лета конидий *B. graminis* в условиях Центральной зоны Краснодарского края: начало лета конидий начинается с момента весеннего возобновления вегетации пшеницы, пик лета приходится на фазу вегетации «Выход в трубку», а с появлением флагового листа количество конидий в воздухе постепенно снижается. Выявлена корреляция между заспоренностью воздуха и развитием мучнистой росы в исследуемых посевах.

Ключевые слова

фитосанитарный мониторинг, пшеница озимая, мучнистая роса, конидии, споры, спороулавливатель

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25–26–00273; <https://rscf.ru/project/25-26-00273/>

Для цитирования

Гасиян К.Э., Кремнева О.Ю., Данилов Р.Ю. Эффективность использования спороулавливателей для мониторинга мучнистой росы пшеницы озимой // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 63–77.

Efficiency of spore traps for monitoring powdery mildew in winter wheat

Kseniya E. Gasiyan[✉], Oksana Yu. Kremneva, Roman Yu. Danilov

Federal Scientific Center for Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

[✉]Corresponding author: gasiyankkk@mail.ru

Abstract

Wheat powdery mildew, caused by *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, is a widespread disease capable of causing yield losses of up to 100% under high infection pressure. To prevent such losses, regular monitoring of crops is essential to ensure the timely application of plant protection products. Identifying the disease at its initial stage is possible through the early detection of the pathogen. It has been established that spore-trapping devices can detect pathogens when disease development rate is still below 1%, when classical monitoring methods are less effective. This study aimed to investigate the dynamics of *B. graminis* conidial flight in the Central zone of the Krasnodar Territory and to identify the correlation between airborne spore concentration and powdery mildew development in winter wheat crops. This evaluation assesses the effectiveness of spore traps for monitoring and forecasting the disease. The research was conducted at the Federal Scientific Center for Biological Plant Protection (FRCBPP) in 2022–2024. The following winter wheat varieties were selected for the study: Grom, Bezostaya 100, Yuka, Alekseich, and Svarog. Conidia sampling was performed using a vane-type spore trap and a plant spore load assessment device. Simultaneously, powdery mildew development was recorded using classical phytopathological methods. The study characterized the dynamics of *B. graminis* conidial flight in the Central zone of the Krasnodar Territory: dispersal begins with the spring resumption of wheat vegetation, peaks during the stem elongation stage, and gradually decreases after the emergence of the flag leaf. A significant correlation was found between airborne spore concentration and the development of powdery mildew in the investigated crops.

Keywords

phytosanitary monitoring, winter wheat, powdery mildew, conidia, spores, spore trap

Acknowledgments

The research was funded by the Russian Science Foundation, grant No. 25–26–00273, <https://rscf.ru/en/project/25–26–00273/>

For citation

Gasiyan K.E., Kremneva O.Yu., Danilov R.Yu. Efficiency of spore traps for monitoring powdery mildew in winter wheat. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):63–77.

Введение Introduction

Blumeria graminis (DC) Speer. занимает 6-е место среди 10 наиболее значимых грибных возбудителей болезней растений [1] и 8-е место по величине потерь урожая, возникающих из-за вредителей и возбудителей болезней в мире [2]. Мучнистая роса пшеницы, которую вызывает *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, распространена во всех регионах возделывания культуры, особенно в областях с прохладным и сухим климатом – например, в Китае, в странах Европы, Египте, в некоторых штатах

США (особенно в Северной Каролине), также болезнь распространена в южных районах Южной Америки [3, 4]. В России наибольший ущерб заболевание наносит в Северо-Западном, Волго-Вятском, Уральском регионах, на Северном Кавказе, в Поволжье и Центрально-Черноземном районе. В Краснодарском крае болезнь распространена во всех зонах, особенно в центральной и южной [5, 6].

Проявляется мучнистая роса на надземных органах растений в виде белого паутинистого налета, который уплотняется со временем и приобретает вид сероватых ватообразных подушечек (рис. 1).

Размножается *B. graminis* как бесполом путем, образуя конидиальное спороношение, так и половым, при котором образуются аскоспоры [7]. Источником первичной инфекции, заражающим пшеницу осенью, являются аскоспоры, образующиеся в хасмотециях на протяжении летнего периода на растительных остатках. После заражения на протяжении зимнего периода происходят медленный рост мицелия и спорообразование, за исключением периодов с отрицательными температурами. С наступлением благоприятных температур весной патоген начинает активно продуцировать большое количество бесполов спор – конидий [8]. Конидии распространяются по полям, приводя к инфицированию новых листьев и растений пшеницы [9], до поздней весны, когда образуются хасмотеции до начала физиологического усыхания листьев пшеницы. Конидии *B. graminis* (рис. 2): одноклеточные, бесцветные, цилиндрические, бочковидные, размером $25\text{--}30 \times 8\text{--}10$ мкм – располагаются цепочками на одноклеточных, немного вытянутых конидиеносцах.

При слабом или умеренном развитии мучнистая роса вызывает потери урожая пшеницы в 13–34% и 50–100% при сильном развитии [10]. Для минимизации рисков потерь урожая критически важным является регулярный мониторинг состояния посевов на предмет заболеваний. Выявление болезни на начальной стадии возможно при раннем обнаружении возбудителя. Установлено, что спороулавливающие устройства позволяют выявлять возбудителей инфекций при развитии болезней менее 1%, когда мониторинг классическими методами менее эффективен [11].



Рис. 1. Симптомы мучнистой росы (ориг.):
а – мицелий *B. graminis*; б – мицелий с хасмотециями

Figure 1. Symptoms of powdery mildew (original):
а – *B. graminis* mycelium; б – mycelium with chasmothecia

Поскольку во время вегетации пшеницы патоген *B. graminis* распространяется от растения к растению при помощи конидий, то улавливая их, можно определять текущее и прогнозировать последующее развитие болезни в посевах. Кроме того, на других культурах было показано, что количество спор может использоваться в качестве порогового значения для применения профилактических обработок фунгицидами [12–14].

Существует большое разнообразие типов устройств для мониторинга аэрогенной инфекции, о которых подробно рассказано в отдельной статье [15]. Изучение динамики лета конидий *B. graminis* и выявление корреляции между заспоренностью воздуха и развитием мучнистой росы в посевах озимой пшеницы позволят оценить эффективность использования спороулавливателей для мониторинга и прогнозирования развития данного заболевания.

Цель исследований: изучить динамику лета конидий *B. graminis* в условиях Центральной зоны Краснодарского края и выявить корреляцию между заспоренностью воздуха и развитием мучнистой росы в посевах озимой пшеницы.

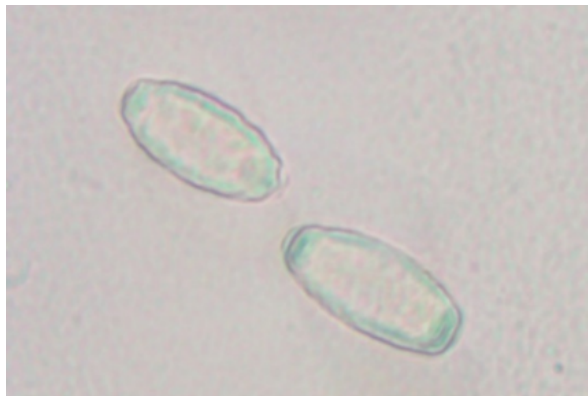


Рис. 2. Конидии *B. graminis*, общее увеличение микроскопа 400х (ориг.)

Figure 2. *B. graminis* conidia, total microscope magnification 400x (original)

Методика исследований

Research method

Исследования проводились на опытном полевом участке ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (г. Краснодар) в 2022–2024 гг. Анализ полученных данных проводился в 2025 г. Для исследований были выбраны наиболее широко районированные в Российской Федерации сорта озимой пшеницы: Гром, Безостая 100, Юка, Алексеич и Сварог – первые четыре из них входят в десятку самых высеваемых сортов озимой пшеницы в РФ.

Работы по изучению динамики лета конидий начинались с момента весеннего возобновления вегетации пшеницы (Z 25–29). Фазы развития культуры приводятся по шкале Zadoks [16]. Погодные условия в период проведения исследований (весенние месяцы 2022 и 2023 гг.), включая температуру, влажность и количество осадков, способствовали развитию мучнистой росы на пшенице. В 2024 г., напротив, условия были неблагоприятными для развития данной болезни (рис. 3).

Площадь опытных участков составляла 10 м². Для изучения динамики лета конидий *B. graminis* использовались два типа спороулавливающих приборов, созданных в ФГБНУ ФНЦБЗР: флюгерная споролушшка [17] и устройство для определения заспоренности растений [18] (рис. 4).

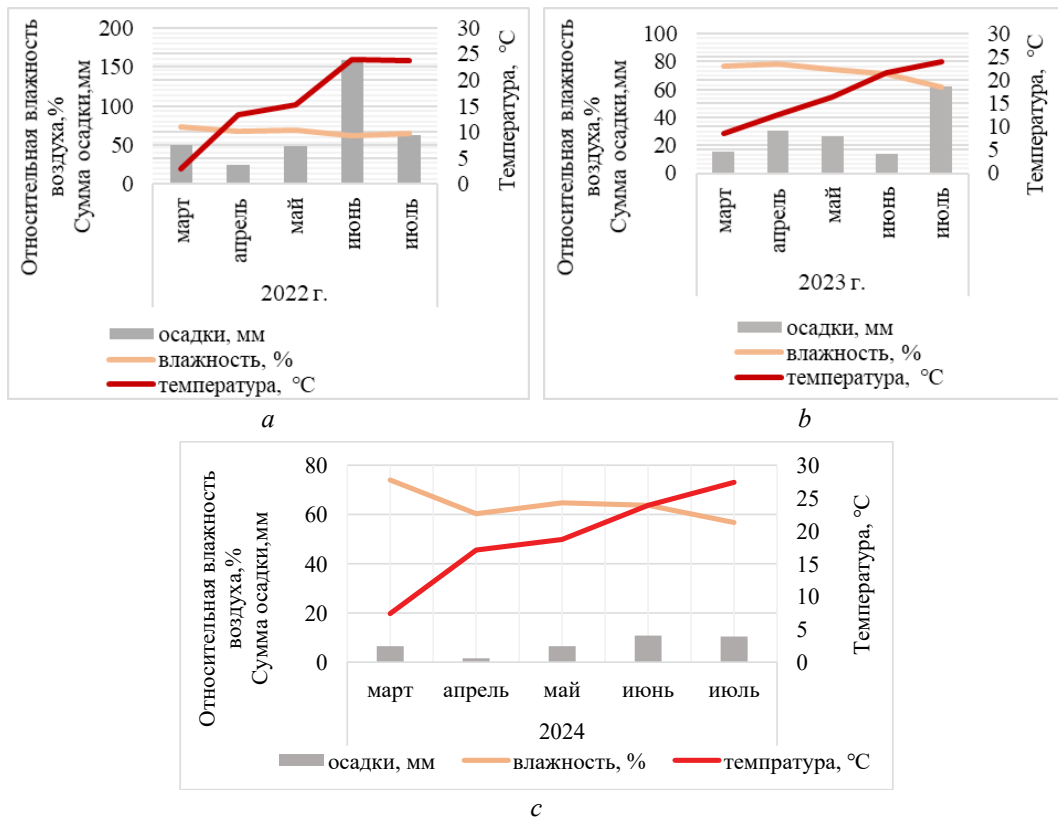


Рис. 3. Погодные условия периода проведения исследований (по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар) в 2022 (а), 2023 (б) и 2024 (с) гг.

Figure 3. Weather conditions during the study period (according to the Kruglik Meteorological Station, Krasnodar, Russia) in 2022 (a), 2023 (b), 2024 (c)



Рис. 4. Спороулавливатели: а – флюгерная спороловушка; б – устройство для определения заспоренности растений

Figure 4. Spore traps: а – vane-type spore trap; б – plant spore load assessment device

Флюгерная спороловушка устанавливалась среди посевов стационарно на высоте 1,5 м над землей. Назначение данного типа ловушки – выявлять начало лета спор фитопатогенов и фиксировать динамику их лета на протяжении вегетационного периода. В передней части флюгера закрепляется специальная прозрачная рамка, предварительно смазанная вазелином, в качестве удерживающего состава. Каждые 7 дней рамка заменялась на новую. Рамки, собранные в течение периода исследований, были изучены под световым микроскопом для выявления конидий *B. graminis* и подсчета их количества.

Для отбора проб воздуха непосредственно около растений использовалось устройство для определения заспоренности растений, которое представляет собой переносной импактор, с помещенным внутрь предметным стеклом, покрытым вазелином. Каждая проба отбиралась в течение 1 мин с 1 м² опытного участка в 5 повторностях. Полученные пробы также были изучены под световым микроскопом. Отбор проб устройством осуществлялся параллельно с оценкой развития мучнистой росы в исследуемых посевах по общепринятой фитопатологической методике [19], в 5 повторностях.

Для выявления корреляции между количеством обнаруживаемых спор устройством для определения заспоренности растений и развитием мучнистой росы применялась обработка данных на основе методов непараметрической статистики с использованием критерия Спирмена на высоком (95%) уровне значимости [20] с использованием программы StatSoft STATISTICA 10.0.1011.0 Russian Portable.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Динамика лета и количество спор *B. Graminis*, выявленных флюгерной спороловухой в 2022–2024 гг., отражены на рисунке 5.

Количество спор *B. graminis* значительно отличалось по годам проведения исследований. В 2022 г. количество уловленных конидий на протяжении всего периода исследований варьировало в пределах от 25 до 602 шт. на улавливающую поверхность. При этом начало лета зафиксировано в фазе развития пшеницы «Возобновление

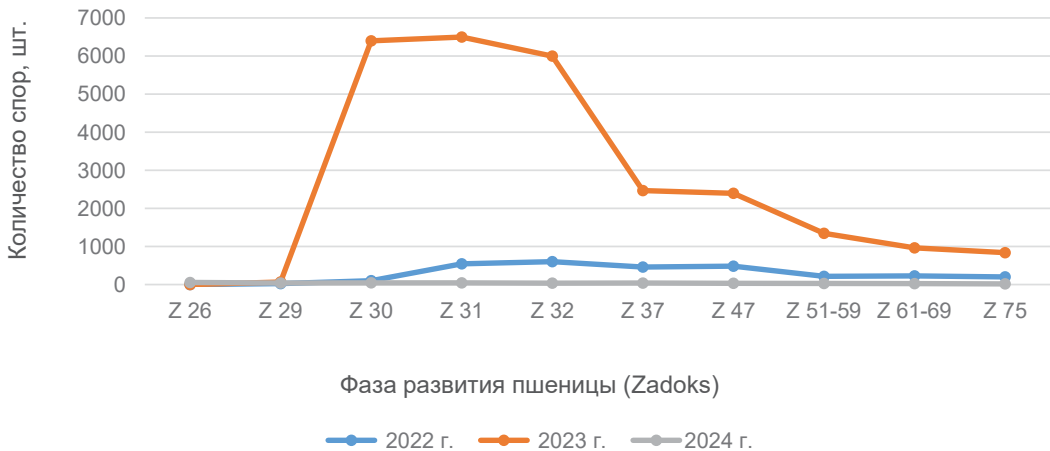


Рис. 5. Динамика лета и количество обнаруженных спор *B. Graminis* флюгерной спороловухой в 2022–2024 гг.

Figure 5. Flight dynamics and number of *B. graminis* spores detected by the vane-type spore trap in 2022–2024

вегетации» Z 29, пик лета отмечен в период с Z 31 «Выход в трубку» по Z 47 «Флаговый лист». В последующие фазы количество улавливаемых конидий постепенно уменьшалось. Такая динамика лета является нормальной для условий Центральной зоны Краснодарского края, так как наступление высоких температур в конце весны подавляет развитие и продукцию спор данного фитопатогена. В 2023 г. количество уловленных конидий варьировало в пределах от 68 до 6500 шт. на улавливающую поверхность. Это позволяет утверждать, что для роста *B. graminis* в данном вегетационном сезоне сложились весьма подходящие условия. Начало распространения спор в 2023 г. совпало с фазой развития пшеницы Z 29 и повторило ситуацию предыдущего года. Пик лета спор отмечен несколько ранее по сравнению с предыдущим годом – в фазах Z 30–32, однако несмотря на постепенное снижение количества конидий в последующие фазы периода вегетации, оно оставалось на достаточно высоком уровне – около 1000 шт. на улавливающую поверхность. В 2024 г. количество уловленных конидий на протяжении всего периода исследований варьировало от 19 до 54 шт. При этом начало лета конидий зафиксировано в фазе развития пшеницы «Возобновление вегетации» Z 26, и в этой же фазе уловлено наибольшее их количество – 54 шт. В последующие фазы количество конидий постепенно снижалось. Такое низкое количество конидий по сравнению с результатами исследований в предыдущие годы указывает на то, что в 2024 г. в связи с неблагоприятными для фитопатогена погодными условиями болезнь не развивалась в исследуемых посевах, что впоследствии было подтверждено классической методикой. Небольшое количество спор, выявленных флюгерной споролушкой, могло появиться из единичных проявлений болезни или принесено воздушными потоками из отдаленных мест.

Чтобы выявить корреляцию между количеством обнаруживаемых конидий и развитием мучнистой росы в посевах, использовалось устройство для определения заспоренности растений, так как оно позволяет определить содержание спор непосредственно среди растений на единицу площади.

Динамика лета и количество спор *B. Graminis*, выявленных устройством для определения заспоренности растений в 2022 г., отражены на рисунке 6.

С помощью данного типа спороулавливающего устройства было установлено, что наибольшее количество конидий *B. graminis* в посевах встречалось в первой и второй декадах мая – фаза развития пшеницы «Выход в трубку» Z 32–37 (рис. 6). Конидии обнаруживались в посевах всех сортов, но их наибольшее количество (более

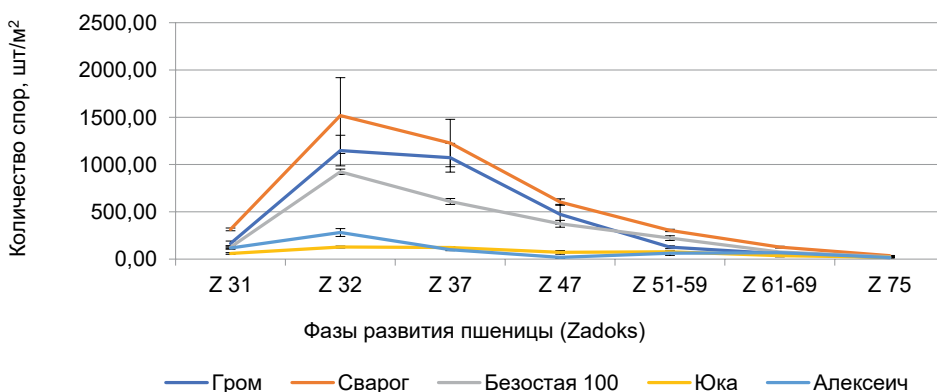


Рис. 6. Динамика лета и количество обнаруженных спор *B. graminis* устройством для определения заспоренности растений в 2022 г.

Figure 6. Flight dynamics and number of *B. graminis* spores detected by the plant spore load assessment device in 2022

1500 шт. на 1 м²) пришлось на посевы сорта Сварог, который характеризуется средней устойчивостью к мучнистой росе. С середины мая и до завершения вегетационного периода пшеницы (фазы Z 47-Z 75) наблюдалось постепенное уменьшение количества конидий, что соответствует результатам, полученным флюгерной споролушкой.

Согласно классической методике в 2022 г. пик поражения мучнистой росой (рис. 7) зафиксирован в посевах сорта Сварог (8,85%) в фазу развития пшеницы Z 37. Поскольку наибольшее количество конидий было выявлено в посевах именно этого сорта, можно заключить, что данные спороулавливающих устройств действительно можно использовать для оценки и прогнозирования развития болезни в посевах. При этом если совместить данные обоих спороулавливателей, пик лета спор был выявлен в периоде между фазами Z 31 и Z 47, а максимальное развитие мучнистой росы – в фазе Z 37, то есть существует прямая зависимость между количеством спор и развитием болезни в посевах. Для других сортов была выявлена сходная зависимость развития мучнистой росы от содержания спор в воздухе.

Динамика лета и количество спор *B. Graminis*, выявленных устройством для определения заспоренности растений в 2023 г., отражены на рисунке 8.

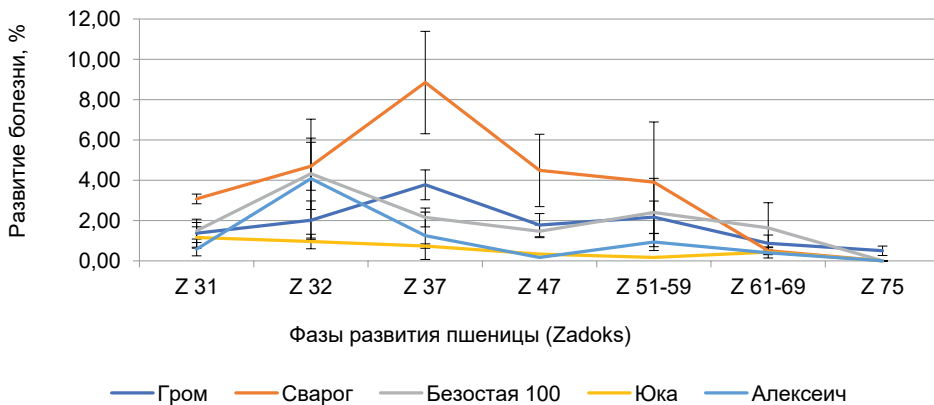


Рис. 7. Развитие мучнистой росы (опытные участки ФГБНУ ФНЦБЗР, 2022 г.)

Figure 7. Powdery mildew development (experimental plots of FRCBPP, 2022)

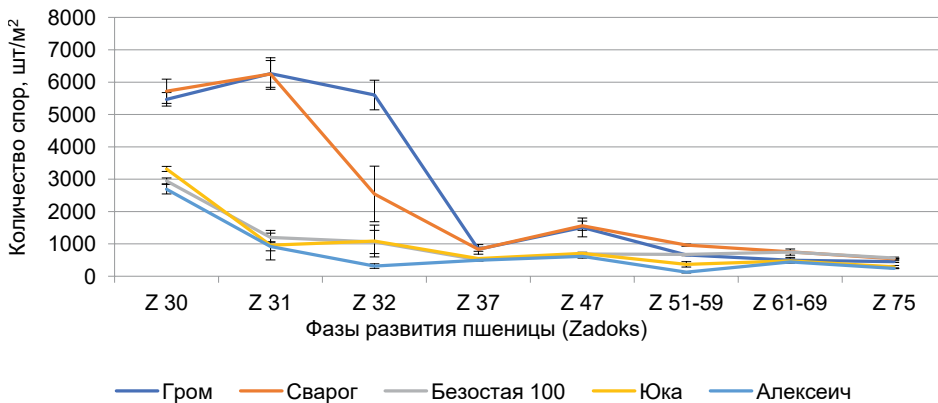


Рис. 8. Динамика лета и количество обнаруженных спор *B. graminis* устройством для определения заспоренности растений в 2023 г.

Figure 8. Flight dynamics and number of *B. graminis* spores detected by the plant spore load assessment device in 2023

В 2023 г. посредством устройства для определения заспоренности растений было определено, что максимальное количество спор *B. graminis* (рис. 8) наблюдалась в период с начала и до конца апреля – в фазу «Выход в трубку» (Z 30–32). Таким образом, данные обоих типов спороулавливателей подтверждают друг друга. Наибольшее количество конидий было отмечено в посевах сортов Сварог (около 6253 шт/м²) и Гром (около 6266 шт/м²). Оценка развития мучнистой росы в 2023 г. (рис. 9) выявила наиболее выраженное поражение в посевах Сварога (42,2%) в фазе Z 37 и Грома (32,92%) в фазе Z 32. Таким образом, данные, полученные в 2022 г., подтверждаются.

Количество обнаруживаемых спор и развитие болезни в 2022 и 2023 гг. также варьирует по сортам. В целом прослеживается четкая зависимость между количеством спор и развитием болезни на разных сортах. Однако даже при высоком количестве конидий в воздухе развитие болезни является не всегда высоким. Данная зависимость прослеживается на сортах Безостая 100, Юка и Алексеич. Таким образом, при проведении мониторинга особенно важно учитывать сортовые особенности пшеницы, а именно восприимчивость сорта к болезни.

Динамика лета и количество спор *B. Graminis*, выявленных устройством для определения заспоренности растений в 2024 г., отражены на рисунке 10.

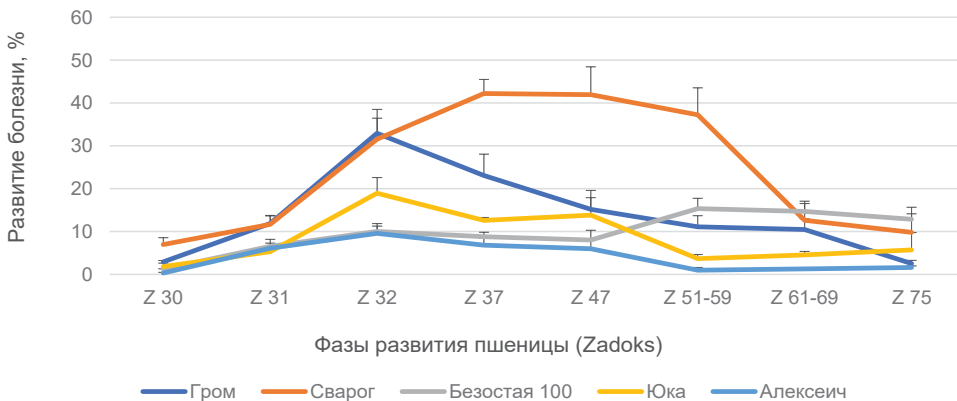


Рис. 9. Развитие мучнистой росы (опытные участки ФГБНУ ФНЦБЗР, 2023 г.)

Figure 9. Powdery mildew development (experimental plots of FRCBPP, 2023)

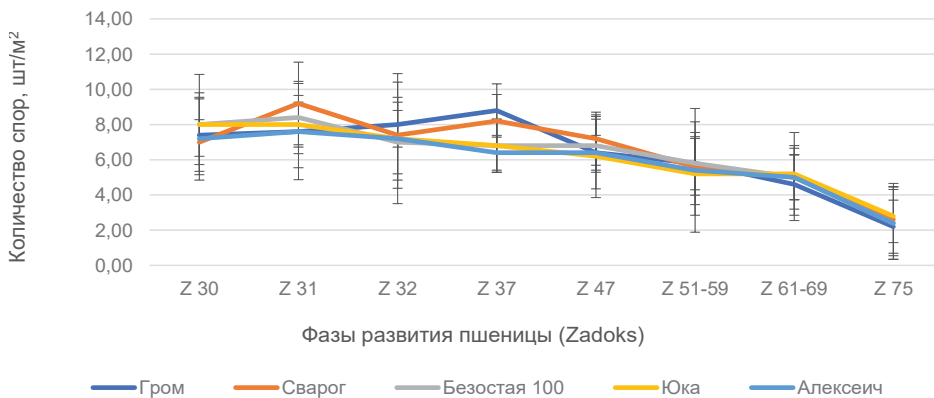


Рис. 10. Динамика лета и количество обнаруженных спор *B. graminis* устройством для определения заспоренности растений в 2024 г.

Figure 10. Flight dynamics and number of *B. graminis* spores detected by the plant spore load assessment device in 2024

В 2024 г., на протяжении всего периода исследований, в посевах всех сортов устройством для определения заспоренности растений количество конидий *B. graminis* не превышало 10 шт/м² (рис. 10). Пик лета отмечен в фазе «Выход в трубку» Z 30–37, после чего количество конидий постепенно снижалось. Классическим методом развитие болезни в посевах в 2024 г. выявлено не было. Таким образом, данные, полученные обоими спороулавливающими устройствами и классическим методом мониторинга, соотносятся между собой, что подтверждает тезис о возможности использования спороулавливателей в мониторинге и прогнозирования развития мучнистой росы пшеницы.

Поскольку развитие мучнистой росы в посевах выявлено только в 2022–2023 гг., корреляционный анализ взаимосвязи количества обнаруженных конидий устройством для определения заспоренности растений и развитием мучнистой росы в посевах исследуемых сортов был выполнен по данным этих годов. Были выбраны три ключевых периода: появление первых признаков болезни, интенсивное проявление и конец вегетации, а также совместно для трех периодов. При этом данные группировались как для отдельных сортов, так и по общему по группам, то есть по средним значениям для всех сортов.

Результаты расчета коэффициента корреляции представлены в таблице.

Таблица

Результаты расчета коэффициента корреляции между количеством обнаруженных спор с помощью устройства для определения заспоренности растений и развитием мучнистой росы на посевах озимой пшеницы в 2022–2023 гг.

Table

Correlation coefficients between the number of spores detected by the Flight dynamics and number of *B. graminis* spores detected by the plant spore load assessment device and the powdery mildew development in winter wheat crops in 2022–2023

Сорт	Год			
	2022		2023	
	г	р	г	р
Первые признаки развития болезни – Z 30–32				
Гром	0,6	0,209	0,5	0,351
Сварог	0,9	0,023	0,1	0,827
Безостая100	–0,4	0,254	0,1	0,960
Юка	0,7	0,173	0,9	0,028
Алексеич	0,8	0,194	0,1	0,927
Общее по группам	0,8	0,001	0,8	0,000

Сорт	Год			
	2022		2023	
	г	р	г	р
Интенсивное проявление болезней – Z 37				
Гром	0,8	0,046	0,5	0,117
Сварог	0,1	0,112	0,2	0,223
Безостая100	0,9	0,030	0,3	0,620
Юка	–	–	0,8	0,102
Алексеич	–	–	0,4	0,452
Общее по группам	0,8	0,000	0,5	0,017
Конец вегетации пшеницы – Z 75				
Гром	0,9	0,011	0,2	0,686
Сварог	0,9	0,025	0,7	0,154
Безостая100	0,5	0,418	0,8	0,051
Юка	–	–	0,6	0,221
Алексеич	0,1	0,892	0,6	0,228
Общее по группам	0,7	0,000	0,7	0,000
Обобщенные данные по трем периодам				
Гром	0,6	0,003	0,8	0,000
Сварог	0,6	0,001	0,1	0,459
Безостая100	0,6	0,000	0,1	0,937
Юка	0,8	0,000	0,7	0,000
Алексеич	0,4	0,035	0,3	0,119
Общее по группам	0,5	0,000	0,5	0,000

Примечание. г – показатель коэффициента корреляции; р – уровень статистической значимости ($p < 0,05$); – отсутствие болезни в данную фазу вегетационного периода.

Для интерпретации коэффициента корреляции использовали шкалу Чеддока, согласно которой сила связи между параметрами оценивается как: слабая – от 0,1 до 0,3; умеренная – от 0,3 до 0,5; заметная – от 0,5 до 0,7; высокая – от 0,7 до 0,9; весьма высокая – от 0,9 до 1,0.

Анализ позволил установить высокую корреляцию на высоком уровне статистической значимости между двумя исследуемыми параметрами для сортов Гром, Сварог, Безостая 100 в разные периоды вегетации в 2022 г. При этом анализ данных без учета сортов (общее по группам) показал наличие высокой корреляции по каждому из периодов вегетации. Обобщенные данные по трем периодам в 2022 г. позволили выявить корреляцию по разным сортам на уровнях от «Умеренная» до «Высокая». При этом коэффициент корреляции без учета сортов относится к уровню «Заметная».

В 2023 г. высокая корреляция на высоком уровне статистической значимости выявлена в посевах сортов Юка и Безостая 100 в отдельные периоды вегетации. При этом анализ данных без учета сортов (общее по группам) показал наличие высокой корреляции в фазах вегетационного периода Z 30–32 и Z 75. Обобщенные данные по трем периодам в 2023 г. позволили выявить корреляцию по разным сортам на уровнях от «Слабая» до «Высокая». При этом коэффициент корреляции без учета сортов относится к уровню «Заметная».

Таким образом, установлено, что количество конидий *B. graminis* коррелирует с развитием болезни в посевах, однако для выявления влияния сортовых особенностей озимой пшеницы на данную корреляцию необходимо проведение исследований еще на протяжении нескольких лет.

Выводы

Conclusions

Проведенные исследования позволили изучить динамику лета спор *B. graminis* в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Начало лета конидий начинается с момента весеннего возобновления вегетации пшеницы (Z 29), пик лета приходится на фазы развития пшеницы Z 30–32 «Выход в трубку», а с появлением флагового листа (Z 47) количество конидий в воздухе постепенно снижается. Установлено, что количество конидий *B. graminis* коррелирует с развитием болезни в посевах, однако для выявления влияния сортовых особенностей озимой пшеницы на данную корреляцию необходимо проведение исследований еще на протяжении нескольких лет.

Таким образом, спороулавливающие устройства могут использоваться для мониторинга развития мучнистой росы. Полученные данные станут основой методики, с помощью которой, с учетом сортовых особенностей пшеницы и погодных условий, можно будет оценивать текущее и прогнозировать последующее развитие мучнистой росы пшеницы, а на основе результатов прогноза – применять своевременные профилактические или лечебные меры по защите культуры.

Список источников

1. Dean R., Van Kan J.A.L., Pretorius Z.A., Hammond-Kosack K.E. et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 2012;13:4:414-430. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
2. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., McRoberts N. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*. 2019;3:3:430-439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
3. Li J., Liu X., Yang X., Li Y. et al. Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain. *Food Chemistry*. 2018;261:30-35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.024>
4. Abdelrhim A., Abd-Alla H.M., Abdou El-S., Ismail M.E. et al. Virulence of Egyptian *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* population and response of Egyptian wheat cultivars. *Plant Disease*. 2018;102:2:391-397. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-17-0975-RE>

5. Димитриенко О.В. Мучнистая роса зерновых и меры борьбы с ней в Краснодарском крае // *Тенденции развития науки и образования*. 2022. № 90-4. С. 11–14. <https://doi.org/10.18411/trnio-10-2022-144>
6. Лебедева Т.В., Зуев Е.В., Брыкова А.Н. Перспективность использования современных европейских сортов яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к мучнистой росе в Северо-Западном регионе РФ // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020. Т. 180, № 4. С. 170–176. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-170-176>
7. Vapela T., Shimelis H., Terefe T., Bourras S. et al. Breeding wheat for powdery mildew resistance: genetic resources and methodologies – a review. *Agronomy*. 2023;13:4:1173. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041173>
8. Cowger C., Parks R., Kosman E. Structure and migration in US *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* populations. *Phytopathology*. 2016;106:3:295-304. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-15-0066-R>
9. Биловус Г. Мучнистая роса пшеницы озимой в условиях Западной Лесостепи Украины // *Stiinta Agricola*. 2019. № 2. С. 73–78. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3596662>
10. Basandrai A.K., Basandrai D. Powdery mildew of wheat and its management. In: *Management of Wheat and Barley Diseases*. Basandrai A.K., Basandrai D. (Eds.). New York, USA: Apple Academic Press, 2017:133-181. <https://doi.org/10.1201/9781315207537>
11. Kremneva O., Danilov R., Gasiyan K., Ponomarev A. et al. Spore-trapping device: an efficient tool to manage fungal diseases in winter wheat crops. *Plants*. 2023;12(2):391. <https://doi.org/10.3390/plants12020391>
12. Granke L.L., Morrice J.J., Hausbeck M.K. Relationships between airborne *Pseudoperonospora cubensis* sporangia, environmental conditions, and cucumber downy mildew severity. *Plant Disease*. 2014;98(5):674-681. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-13-0567-RE>
13. Liebe S., Imbusch F., Erven T., Varrelmann M. Timing of fungicide application against *Cercospora* leaf spot disease based on aerial spore dispersal of *Cercospora beticola* in sugar beet. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2023;130(2):315-324. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00708-w>
14. Dhar N., Mamo B.E., Subbarao K.V., Koike S.T. et al. Measurements of aerial spore load by qPCR facilitates lettuce downy mildew risk advisement. *Plant Disease*. 2020;104(1):82-93. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0441-RE>
15. Гасиян К.Э., Кремнева О.Ю. Спороулавливающие устройства для мониторинга грибных болезней сельскохозяйственных культур (обзор) // *Земледелие*. 2025. № 2. С. 42–48. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2025-2-42-48>
16. Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 1974;14:415-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>
17. Патент на полезную модель 226522 U1 (Российская Федерация), МПК С12М 1/26, G01N1/28, G01N1/22. Флюгерная спороловушка / О.Ю. Кремнева, А.В. Пономарев, К.Э. Гасиян и др., 2024
18. Патент на полезную модель 202119 U1 (Российская Федерация), МПК G01N1/22. Устройство для определения заспоренности растений / О.Ю. Кремнева, А.В. Пономарев, А.А. Пачкин, С.А. Ермоленко, 2021
19. Койшыбаев М., Муминджанов Х. *Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур*. Анкара, 2016. 28 с.
20. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Москва: Альянс, 2011. 350 с.

References

1. Dean R., Van Kan J.A.L., Pretorius Z.A., Hammond-Kosack K.E. et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 2012;13:4:414-430. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
2. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., McRoberts N. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*. 2019;3:3:430-439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
3. Li J., Liu X., Yang X., Li Y. et al. Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain. *Food Chemistry*. 2018;261:30-35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.024>
4. Abdelrhim A., Abd-Alla H.M., Abdou El-S., Ismail M.E. et al. Virulence of Egyptian *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* population and response of Egyptian wheat cultivars. *Plant Disease*. 2018;102:2:391-397. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-17-0975-RE>
5. Dimitrienko O.V. Powdery mildew of grain and its control measures in the Krasnodar Territory. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2022;(90-4):11-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18411/trnio-10-2022-144>
6. Lebedeva T.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Prospects of Employing Modern European Cultivars of Spring Bread Wheat in The Breeding for Powdery Mildew Resistance in The Northwestern Region of Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;180(4):170-176. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-170-176>
7. Bapela T., Shimelis H., Terefe T., Bourras S. et al. Breeding wheat for powdery mildew resistance: genetic resources and methodologies – a review. *Agronomy*. 2023;13:4:1173. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041173>
8. Cowger C., Parks R., Kosman E. Structure and migration in US *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* populations. *Phytopathology*. 2016;106:3:295-304. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-15-0066-R>
9. Bilovus G. Powdery mildew of winter wheat in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Stiinta Agricola*. 2019;(2):73-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.3596662>
10. Basandrai A.K., Basandrai D. Powdery mildew of wheat and its management. In: *Management of Wheat and Barley Diseases*. Basandrai A.K., Basandrai D. (Eds.). New York, USA: Apple Academic Press, 2017:133-181. <https://doi.org/10.1201/9781315207537>
11. Kremneva O., Danilov R., Gasiyan K., Ponomarev A. et al. Spore-trapping device: an efficient tool to manage fungal diseases in winter wheat crops. *Plants*. 2023;12(2):391. <https://doi.org/10.3390/plants12020391>
12. Granke L.L., Morrice J., Hausbeck M.K. Relationships between airborne *Pseudoperonospora cubensis* sporangia, environmental conditions, and cucumber downy mildew severity. *Plant Disease*. 2014;98(5):674-681. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-13-0567-RE>
13. Liebe S., Imbusch F., Erven T., Varrelmann M. Timing of fungicide application against *Cercospora* leaf spot disease based on aerial spore dispersal of *Cercospora beticola* in sugar beet. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2023;130(3):315-324. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00708-w>
14. Dhar N., Mamo B.E., Subbarao K.V., Koike S.T. et al. Measurements of aerial spore load by qPCR facilitates lettuce downy mildew risk advisement. *Plant Disease*. 2020;104(1):82-93. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0441-RE>

15. Gasiyan K.E., Kremneva O.Yu. Spore trapping devices for monitoring fungal diseases of agricultural crops (review). *Zemledelie*. 2025;(2):42-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2025-2-42-48>

16. Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 1974;14:415-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>

17. Patent 226522 U1 (Russian Federation): IPC C12M 1/26, G01N1/28, G01N1/22. Vane-type spore trap. Kremneva O.Yu., Ponomarev A.V., Gasiyan K.E. et al., 2024. (In Russ.)

18. Patent 202119 U1 (Russian Federation): IPC G01N1/22. Plant spore load assessment device. Kremneva O.Yu., Ponomarev A.V., Pachkin A.A., Ermolenko S.A., 2021. (In Russ.)

19. Koyshybaev M., Mumindzhanov H. *Guidelines for monitoring diseases, pests, and weeds in grain crops*. Ankara, Turkey: 2016:28. (In Russ.)

20. Dospekhov B.A. *Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)*: a textbook. Moscow, Russia: Al'yans, 2012:352. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ксения Эдиковна Гасиян, аспирант, научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга агроэкосистем, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»; 350039, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. имени Калинина, 62; e-mail: gasiyankkk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2192-3261>

Оксана Юрьевна Кремнева, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией фитосанитарного мониторинга агроэкосистем, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»; 350039, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. имени Калинина, 62; e-mail: kremenoks@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0982-6821>

Роман Юрьевич Данилов, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга агроэкосистем, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»; 350039, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. имени Калинина, 62; e-mail: daniloff.roman2011@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8454-0765>

Information about the authors

Kseniya E. Gasiyan, postgraduate student, Research Associate at the Laboratory of Phytosanitary Monitoring of Agroecosystems, Federal Scientific Center for Biological Plant Protection; 62 Kalinina St., Krasnodar, 350039, Russian Federation; e-mail: gasiyankkk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2192-3261>

Oksana Yu. Kremneva, CSc (Bio), Leading Research Associate, Head of the Laboratory of Phytosanitary Monitoring of Agroecosystems, Federal Scientific Center for Biological Plant Protection; 62 Kalinina St., Krasnodar, 350039, Russian Federation; e-mail: kremenoks@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0982-6821>

Roman Yu. Danilov, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Phytosanitary Monitoring of Agroecosystems, Federal Scientific Center for Biological Plant Protection; 62 Kalinina St., Krasnodar, 350039, Russian Federation; e-mail: daniloff.roman2011@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8454-0765>

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

**Видовой состав чешуекрылых-филлофагов (Insecta, Lepidoptera)
в буково-грабовых лесах Краснодарского края**

**Наталья Борисовна Денисова¹✉, Сергей Николаевич Волков¹,
Дмитрий Анатольевич Белов¹, Александр Владимирович Гемонов²,
Станислав Олегович Владимиров², Екатерина Сергеевна Калмыкова²**

¹Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный
исследовательский университет)», Мытищи, Россия

²Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** jiucehok76@mail.ru

Аннотация

Фауна чешуекрылых (Lepidoptera) Северо-Западного Кавказа изучена недостаточно, что затрудняет оценку биоразнообразия и разработку мер защиты лесов от филлофагов. Особую важность приобретают исследования в ключевых лесных формациях – таких, как буково-грабовые насаждения, в условиях потенциальной угрозы со стороны инвазивных видов. Целью исследований являлось изучение видового состава наиболее значимых семейств вредителей отряда Lepidoptera в буково-грабовых лесах Краснодарского края. Исследования проводились в буково-грабовых насаждениях с наличием примеси дуба. Сбор насекомых осуществлялся с применением стандартных энтомологических методов: кошение сачком, визуальный сбор преимагинальных стадий и отбор проб листвы для лабораторного выведения минирующих молей (Gracillariidae). Идентификация видов проводилась на основе морфологических признаков. Выявлено 65 видов чешуекрылых, относящихся к 6 семействам, с доминированием листоверток (Tortricidae) и пядениц (Geometridae). Проанализированы видовые комплексы, ассоциированные с дубом, буком и грабом, и классифицированы по типу повреждений (скручивание листьев, минирование, грубое объедание). Наибольшее видовое богатство зафиксировано на дубе (52 вида), затем – на буке (42 вида) и грабе (33 вида). Выявлены как полифаги (например, *Lymantria dispar*), так и узкоспециализированные виды (например, *Cydia fagiglandana* на буке). Отмечена повышенная численность непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*). Полученные данные впервые систематизируют сведения о чешуекрылых-филлофагах Геленджикского лесничества. Результаты свидетельствуют о высоком биоразнообразии и сложной трофической структуре комплексов вредителей основных лесобразующих пород. Материалы работы являются основой для мониторинга и разработки комплекса мероприятий по защите древесных растений в регионе.

Ключевые слова

чешуекрылые, Lepidoptera, филлофаги, видовой состав, буково-грабовые леса, Краснодарский край

Для цитирования

Денисова Н.Б., Волков С.Н., Белов Д.А., Гемонов А.В. и др. Видовой состав чешуекрылых-филлофагов (Insecta, Lepidoptera) в буково-грабовых лесах Краснодарского края // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 78–98.

Species composition of phyllophagous Lepidoptera (Insecta, Lepidoptera) in beech-hornbeam forests of the Krasnodar Territory, Russia

Natalia B. Denisova¹✉, Sergey N. Volkov¹, Dmitrii A. Belov¹,
Aleksandr V. Gemonov², Stanislav O. Vladimirov², Ekaterina S. Kalmykova²

¹Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi, Russia

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

✉Corresponding author: jiucehok76@mail.ru

Abstract

The fauna of Lepidoptera in the Northwest Caucasus remains insufficiently studied, hindering comprehensive biodiversity assessment and the development of effective forest protection measures against phyllophagous insects. Research in key forest formations, such as beech-hornbeam stands, becomes particularly important amidst potential threats from invasive species. This study aimed to investigate the species composition of the most significant pest families within the order Lepidoptera in the beech-hornbeam forests of the Krasnodar Territory. The research was conducted in beech-hornbeam stands with an admixture of oak. Insect collection employed standard entomological methods, including sweep netting, visual inspection for preimaginal stages, and sampling of foliage for laboratory rearing of leaf-mining moths (Gracillariidae). Species identification was based on morphological characteristics. A total of 65 lepidopteran species, belonging to six families, were identified, with a dominance of tortrix moths (Tortricidae) and geometrid moths (Geometridae). Species complexes associated with oak, beech, and hornbeam were analyzed and classified by type of damage (leaf rolling, mining, skeletonizing). The highest species richness was recorded on oak (52 species), followed by beech (42 species), and hornbeam (33 species). Both polyphagous species (e.g., *Lymantria dispar*) and narrowly specialized species (e.g., *Cydia fagiglandana* on beech) were identified. An increased abundance of the gypsy moth (*Lymantria dispar*) was also noted. The data obtained systematically organize information on phyllophagous Lepidoptera in the Gelendzhik forestry for the first time. The results indicate high biodiversity and a complex trophic structure within the pest complexes of the primary forest-forming species. The findings of this work provide a foundation for monitoring and developing comprehensive measures for the protection of woody plants in the region.

Keywords

butterflies, Lepidoptera, phyllophages, species composition, beech-hornbeam forests, Krasnodar Territory

For citation

Denisova N.B., Volkov S.N., Belov D.A., Gemonov A.V. et al. Species composition of phyllophagous Lepidoptera (Insecta, Lepidoptera) in beech-hornbeam forests of the Krasnodar Territory, Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):78–98.

Введение Introduction

Чешуекрылые (Lepidoptera) относятся к одному из наиболее многочисленных отрядов насекомых и играют значительную роль как в природных, так

и в антропогенных экосистемах [1, 2]. Многие виды чешуекрылых являются филлофагами, часть из которых способна наносить существенный экономический ущерб в лесном и сельском хозяйстве. В настоящее время фауна чешуекрылых многих регионов России изучена недостаточно и фрагментарно [3–5]. Для регионов Северного Кавказа накоплены значительные сведения о видовом богатстве чешуекрылых [6–8]. Но для лесопокрытых территорий особенно важным является наличие актуальных сведений о видовом составе филлофагов для прогнозирования санитарного состояния лесов, а также для разработки лесозащитных мероприятий.

Особый интерес представляют буково-грабовые насаждения, которые являются типичными лесными формациями для региона Черноморского побережья Кавказа [9]. Эти экосистемы характеризуются высоким биоразнообразием, но их энтомофауна (в частности, комплексы листогрызущих вредителей) нуждается в детальной инвентаризации. Актуальность таких исследований возрастает в связи с появлением на территории Краснодарского края инвазивных видов – например, таких, как самшитовая огневка (*Cydalima perspectalis*), что свидетельствует о необходимости мониторинга локальных популяций чешуекрылых [10, 11].

Цель исследований: изучение видового состава наиболее значимых семейств вредителей отряда Lepidoptera в буково-грабовых лесах Краснодарского края.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) выявить таксономическое разнообразие чешуекрылых в буково-грабовых насаждениях; 2) определить комплексы видов, ассоциированные с основными лесообразующими породами (дуб, бук, граб); 3) классифицировать выявленные виды по типу наносимых повреждений; 4) отметить наличие инвазивных видов, ранее зарегистрированных.

Методика исследований

Research method

Полевые работы выполнялись на территории Геленджикского лесничества, расположенного в Краснодарском крае. Исследования проводились в грабово-буковых насаждениях с наличием примеси дуба, являющихся типичными лесными формациями для данного региона. Сбор энтомологического материала осуществлялся стандартными энтомологическими методами [12]: кошение энтомологическим сачком для сбора имаго; визуальный осмотр крон деревьев и подлеска с последующим ручным сбором гусениц и куколок; отбор проб листьев с доминирующих древесных пород (дуб, бук, граб, кизил) для последующего лабораторного выявления минирующих видов, в первую очередь – из семейства Gracillariidae. Пробы листьев помещались в энтомологические садки для доведения насекомых до имагинальной стадии. Видовая идентификация особей проводилась с использованием специализированных определителей и каталогов [13] на основе морфологических признаков. Таксономия приведена в соответствии с современной систематикой отряда Lepidoptera [14].

Для систематизации результатов была составлена полная инвентаризационная ведомость выявленных видов. Виды были сгруппированы по семействам и трофическим связям с кормовыми породами. Для основных лесообразующих пород (дуб, бук, граб) были сформированы таблицы, в которых виды классифицированы по типу наносимых повреждений листьев: скручивание, минирование, грубое объедание и/или скелетирование.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В результате проведенных исследований на территории Геленджикского лесничества было выявлено 65 видов чешуекрылых (Lepidoptera), относящихся к 6 семействам: Tortricidae (листовертки), Gracillariidae (моли-пестрянки), Noctuidae (совки), Lasiocampidae (коконопряды), Erebidae (эребиды) и Geometridae (пяденицы). Наибольшее видовое богатство отмечено для семейств Tortricidae (19 видов) и Geometridae (22 вида), что характерно для лесных экосистем умеренного пояса, где представители этих семейств являются доминирующими филофагами.

Полный список выявленных видов с указанием повреждаемых древесных пород представлен в таблице 1. Анализ трофических связей показал, что большинство видов являются олиго- или полифагами, повреждающими широкий спектр лиственных пород, однако в условиях района исследований они были ассоциированы преимущественно с дубом, буком и грабом.

Таблица 1

Систематическое положение и повреждаемые породы деревьев

Table 1

Systematic position and host tree species

Род	Вид	Повреждаемые порода деревьев
Семейство Tortricidae		
Acleris	<i>Acleris variegana</i>	Яблоня, груша, слива, боярышник, кизил
	<i>Acleris forsskaleana</i>	Клен, береза, дуб
Cochylimorpha	<i>Cochylimorpha nodulana</i>	Граб, бук, лещина, дуб
Aethes	<i>Aethes tessera</i>	Дуб
Cnephasia	<i>Cnephasia asseclana</i>	Яблоня, груша, вишня, клен, ива, дуб, липа, грецкий орех
Aethes	<i>Aethes caucasica</i>	Бук, дуб, граб, береза, лещина, береза, ольха, ива, тополь, липа, вяз
	<i>Aethes deutschiana</i>	Бук, дуб, граб, береза, лещина, береза, ольха, ива, тополь, липа, вяз
Ptycholoma	<i>Ptycholoma erschoffi</i>	Дуб
Cnephasia	<i>Cnephasia hellenica</i> <i>Obraztsov</i>	Яблоня, груша, вишня, слива, алыча, смородина, малина, калина, боярышник, бузина, крушина, ива, дуб, клен, рябина, вяз, липа, береза, тополь, кизил, лещина, бук, граб, можжевельник
Archips	<i>Archips crataegana</i>	Боярышник, кизильник, яблоня, груша, слива, черемуха, лещина, дуб, клен, вяз, ясень
Aphelia	<i>Aphelia euxina</i>	Яблоня, груша, слива, боярышник, кизил

Род	Вид	Повреждаемые породы деревьев
Clepsis	<i>Clepsis neglectana</i>	Яблоня, груша, вишня, слива, алыча, смородина, малина, калина, боярышник, бузина, крушина, ива, дуб, клен, рябина, вяз, липа, береза, тополь, кизил, лещина, бук, граб, можжевельник
	<i>Clepsis pallidana</i>	Бук, дуб, вяз, береза, кизил, граб, тополь, ясень, клен, можжевельник, лещина
Hedya	<i>Hedya ochroleucana</i>	Яблоня, груша, вишня, слива, алыча, смородина, малина, калина, боярышник, бузина, крушина, ива, дуб, клен, рябина, вяз, липа, береза, тополь, кизил, лещина, бук, граб, можжевельник
Celypha	<i>Celypha doubledayana</i>	Яблоня, груша, вишня, слива, алыча, смородина, малина, калина, боярышник, бузина, крушина, ива, дуб, клен, рябина, вяз, липа, береза, тополь, кизил, лещина, бук, граб, можжевельник
Zeiraphera	<i>Zeiraphera isertana</i>	Дуб, вяз, груша
Eucosma	<i>Eucosma obumbratana</i>	дуб, яблоня, груша, слива, вишня
Crociosema	<i>Crociosema plebejana</i>	Груша, яблоня, дуб, вишня, слива, бук и граб
Cydia	<i>Cydia fagiglandana</i>	Бук
Cydia	<i>Cydia amplana</i>	Дуб
Strophedra	<i>Strophedra nitidana</i>	Дуб
Семейство Gracillariidae		
Caloptilia	<i>Caloptilia alchimiella</i>	Дуб, каштан, бук
Parornix	<i>Parornix carpinella</i>	Граб
	<i>Parornix fagivora</i>	Бук
Phyllonorycter	<i>Phyllonorycter roboris</i>	Дуб
	<i>Phyllonorycter harrisella</i>	Дуб, бук
Семейство Noctuidae		
Abrostola	<i>Abrostola asclepiadis</i>	Боярышник, кизил, яблоня, вишня, рябина, клен
Chrysodeixis	<i>Chrysodeixis chalcites</i>	Виноград, яблоня, груша, грецкий орех, дуб
Diachrysia	<i>Diachrysia zosimi</i>	Дуб, ясень, бук, клен, береза, тополь, липа, граб
Deltote	<i>Deltote pygarga</i>	Дуб, липа, яблоня, груша, слива, вишня

Род	Вид	Повреждаемые породы деревьев
Acronicta	<i>Acronicta aceris</i>	Клен, каштан, дуб, бук, тополь, липа, ива, орех, яблоня, груша, слива, рябина
Agrochola	<i>Agrochola litura</i>	Дуб, бук, граб, липа, ясень, вяз, береза, ольха, ива, тополь, клен, яблоня, груша, кедр, туя, можжевельник
Lithophane	<i>Lithophane furcifera</i>	Дуб, бук, клен, ясень, вяз, липа
Mesogona	<i>Mesogona acetosellae</i>	Дуб, граб, лещина
Cleoceris	<i>Cleoceris scoriacea</i>	Дуб, клен, лещина, береза, ольха, граб, ясень
Orthosia	<i>Orthosia gothica</i>	Дуб, бук, ясень, вяз, тополь, клен, береза, ива, ольха
Enargia	<i>Enargia paleacea</i>	Дуб, бук, клен, вяз, ясень, липа
Cyrebia	<i>Cyrebia luperinoides</i>	Дуб, бук, ясень, липа, береза, граб, лещина, грецкий орех, яблоня, груша
Colocasia	<i>Colocasia coryli</i>	Дуб, липа, вяз, осина, клен, ива, береза, бук, граб, лещина, тополь, яблоня, ясень, груша
Anaplectoides	<i>Anaplectoides prasina</i>	Дуб, бук, граб, липа, ясень, вяз, береза, осина, ольха, ива, тополь, клен, рябина, яблоня, груша, лещина, кедр, сосна, ель, пихта, лиственница, тис
Семейство Lasiocampidae		
Trichiura	<i>Trichiura crataegi</i>	Дуб, береза, терн, ива, тополь, липа, граб, бук, сосна
Lasiocampa	<i>Lasiocampa quercus</i>	Дуб, береза, ольха, ива, осина, тополь, рябина
Gastropacha	<i>Gastropacha quercifolia</i>	Дуб, бук, каштан, ясень, вяз, граб
Семейство Erebidae		
Lymantria	<i>Lymantria dispar</i>	Полифаг
Orgyia	<i>Orgyia dubia</i>	Дуб, береза, липа, тополь, ива, яблоня, груша, рябина
Семейство Geometridae		
Cabera	<i>Cabera exanthemata</i>	Дуб, бук, яблоня, граб, клен, ива, липа, каштан, тополь, осина, ясень, вяз, ольха, лещина, калина
Lomographa	<i>Lomographa bimaculata</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина, вяз, клен

Род	Вид	Повреждаемые породы деревьев
Crocallis	<i>Crocallis tusciaria</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина, черемуха, ольха, тополь, ясень, вяз
Selenia	<i>Selenia lunularia</i>	Дуб, липа, вяз, осина, клен, ива, лещина, боярышник
Plagodis	<i>Plagodis dolabraria</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина
Pseudopanthera	<i>Pseudopanthera macularia</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина
Hemistola	<i>Hemistola chrysoprasaria</i>	Дуб, ясень, вяз, липа, береза, осина, тополь, ива, клен, бук, граб, каштан, грецкий орех, яблоня, груша, рябина, лещина
Thalera	<i>Thalera fimbrialis</i>	Дуб, липа, береза, осина, клен, ясень, ива, граб, бук, тополь, грецкий орех
Schistostege	<i>Schistostege nubilaria</i>	Дуб, клен, орех, каштан, липа, ясень, бук, граб, береза, ольха, вяз, ива, рябина, боярышник
Odezia	<i>Odezia atrata</i>	Дуб, ясень, бук, граб, береза, ольха, вяз, ива, рябина, боярышник
Aplocera	<i>Aplocera praeformata</i>	Дуб, ясень, вяз, яблоня, груша, рябина, терн
Lithostege	<i>Lithostege griseata</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина, яблоня, груша
Acasis	<i>Acasis viretata</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина, яблоня, груша
Lobophora	<i>Lobophora halterata</i>	Дуб, бук, граб, липа, клен, лещина, яблоня
Scotopteryx	<i>Scotopteryx moeniata</i>	Дуб, береза, липа, ясень, яблоня, груша
Xanthorhoe	<i>Xanthorhoe ferrugata</i>	Дуб, береза, осина, ива, тополь, яблоня, груша
	<i>Xanthorhoe montanata</i>	Дуб, бук, граб, береза, липа, клен, лещина, черемуха
Catarhoe	<i>Catarhoe rubidata</i>	Яблоня, груша, липа, дуб, береза, осина, тополь, клен, ясень, ива, граб, бук, вид отмечен на дубе, буке и грабе
Epirrhoe	<i>Epirrhoe tristata</i>	Яблоня, груша, липа, дуб, береза, осина, тополь, клен, ясень, ива, граб, бук, боярышник, рябина
Eupithecia	<i>Eupithecia vulgata</i>	Бук, дуб, граб, береза, липа, клен, лещина, черемуха, яблоня

Поскольку исследования проводились в буково-грабовых насаждениях с участием дуба, внимание было уделено анализу комплексов чешуекрылых, связанных с этими древесными породами. Результаты анализа сгруппированы по типам наносимых повреждений (табл. 2–4).

На буке (табл. 2) выявлено 42 вида филофагов. Комплекс видов, повреждающих бук, возглавляют листовертки (9 видов), среди которых – *Aethes caucasica*, *Clepsis pallidana* и узкоспециализированный вредитель бука *Cydia fagiglandana*. Минирующие типы повреждений отмечены для трех видов Gracillariidae (*Caloptilia alchimiella*, *Parornix fagivora*, *Phyllonorycter harrisella*). Грубое объедание характерно для 29 видов с доминированием пядениц (Geometridae, 18 видов) и совок (Noctuidae, 8 видов).

Таблица 2

Комплексы чешуекрылых (отряд Lepidoptera), выявленные на буке

Table 2

Lepidopteran complexes (order Lepidoptera) identified on beech

Название вида	Тип повреждения		
	Скручива- ние листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Tortricidae			
<i>Aethes caucasica</i>	+	–	–
<i>Aethes deutschiana</i>	+	–	–
<i>Cnephasia hellenica</i>	+	–	–
<i>Clepsis neglectana</i>	+	–	–
<i>Clepsis pallidana</i>	+	–	–
<i>Celypha doubledayana</i>	+	–	–
<i>Hedya ochroleucana</i>	+	–	–
<i>Crociosema plebejana</i>	+	–	–
<i>Cydia fagiglandana</i>	+	–	–
Итого	9	–	–
Семейство Gracillariidae			
<i>Caloptilia alchimiella</i>	–	+	–
<i>Parornix carpinella</i>	–	+	–
<i>Phyllonorycter harrisella</i>	–	+	–
Итого	–	3	–

Название вида	Тип повреждения		
	Скручива- ние листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Noctuidae			
<i>Diachrysia zosimi</i>	–	–	+
<i>Acronicta aceris</i>	–	–	+
<i>Agrochola litura</i>	–	–	+
<i>Lithophane furcifera</i>	–	–	+
<i>Orthosia gothica</i>	–	–	+
<i>Enargia paleacea</i>	–	–	+
<i>Colocasia coryli</i>	–	–	+
<i>Anaplectoides prasina</i>	–	–	+
Итого	–	–	8
Семейство Lasiocampidae			
<i>Trichiura crataegi</i>	–	–	+
<i>Gastropacha quercifolia</i>	–	–	+
Итого	–	–	2
Семейство Erebidae			
<i>Lymantria dispar</i>	–	–	+
Итого	–	–	1
Семейство Geometridae			
<i>Cabera exanthemata</i>	–	–	+
<i>Lomographa bimaculata</i>	–	–	+
<i>Crocallis tusciaria</i>	–	–	+

Название вида	Тип повреждения		
	Скручива- ние листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
<i>Selenia lunularia</i>	–	–	+
<i>Plagodis dolabraria</i>	–	–	+
<i>Pseudopanthera macularia</i>	–	–	+
<i>Thalera fimbrialis</i>	–	–	+
<i>Schistostege nubilaria</i>	–	–	+
<i>Odezia atrata</i>	–	–	+
<i>Aplocera praeformata</i>	–	–	+
<i>Acasis viretata</i>	–	–	+
<i>Lithostege griseata</i>	–	–	+
<i>Lobophora halterata</i>	–	–	+
<i>Xanthorhoe ferrugata</i>	–	–	+
<i>Xanthorhoe montanata</i>	–	–	+
<i>Catarhoe rubidata</i>	–	–	+
<i>Epirrhoe tristata</i>	–	–	+
<i>Eupithecia vulgata</i>	–	–	+
Итого	–	–	18

На дубе (табл. 3) зарегистрирован наибольший видовой состав вредителей – 52 вида. Среди видов, вызывающих скручивание и свертывание листьев, доминируют представители семейства Tortricidae (14 видов) – такие, как *Acleris forsskaleana*, *Cnephasia asseclana* и *Archips crataegana*. Минирование листового аппарата отмечено для трех видов молей-пестрянок (Gracillariidae): *Caloptilia alchimiella*, *Phyllonorycter roboris* и *Phyllonorycter harrisella*). Наибольшую группу составили виды, вызывающие грубое объедание и скелетирование листьев (38 видов), в том числе представители семейств: Noctuidae (13 видов – например, *Acronicta aceris*, *Orthosia gothica*); Geometridae (20 видов – такие, как *Cabera exanthemata*, *Odezia atrata*); Lasiocampidae (3 вида); Erebidae (2 вида включая полифага *Lymantria dispar*).

Комплексы чешуекрылых (отряд Lepidoptera), выявленные на дубе

Table 3

Lepidopteran complexes (order Lepidoptera) identified on oak

Название вида	Тип повреждения		
	Скручива- ние листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Tortricidae			
<i>Acleris forsskaleana</i>	+	–	–
<i>Cochylimorpha nodulana</i>	+	–	–
<i>Cochylimorpha obliquana</i>	+	–	–
<i>Cnephasia asseclana</i>	+	–	–
<i>Aethes caucasica</i>	+	–	–
<i>Aethes deutschiana</i>	+	–	–
<i>Ptycholoma erschoffi</i>	+	–	–
<i>Cnephasia hellenica</i>	+	–	–
<i>Archips crataegana</i>	+	–	–
<i>Clepsis neglectana</i>	+	–	–
<i>Zeiraphera isertana</i>	+	–	–
<i>Eucosma obumbratana</i>	+	–	–
<i>Strophedra nitidana</i>	+	–	–
<i>Cydia amplana</i>	+	–	–
Итого	14	–	–
Семейство Gracillariidae			
<i>Caloptilia alchimiella</i>	–	+	–
<i>Phyllonorycter roboris</i>	–	+	–
<i>Phyllonorycter harrisella</i>	–	+	–
Итого	–	3	–

Название вида	Тип повреждения		
	Скручива- ние листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Noctuidae			
<i>Chrysodeixis chalcites</i>	–	–	+
<i>Diachrysia zosimi</i>	–	–	+
<i>Deltote pygarga</i>	–	–	+
<i>Acronicta aceris</i>	–	–	+
<i>Agrochola litura</i>	–	–	+
<i>Lithophane furcifera</i>	–	–	+
<i>Mesogona acetosellae</i>	–	–	+
<i>Cleoceris scoriacea</i>	–	–	+
<i>Orthosia gothica</i>	–	–	+
<i>Enargia paleacea</i>	–	–	+
<i>Cyrebia luperinoides</i>	–	–	+
<i>Colocasia coryli</i>	–	–	+
<i>Anaplectoides prasina</i>	–	–	+
Итого	–	–	13
Семейство Lasiocampidae			
<i>Trichiura crataegi</i>	–	–	+
<i>Lasiocampa quercus</i>	–	–	+
<i>Gastropacha quercifolia</i>	–	–	+
Итого	–	–	3
Семейство Erebidae			
<i>Lymantria dispar</i>	–	–	+
<i>Orgyia dubia</i>	–	–	+
Итого	–	–	2

Название вида	Тип повреждения		
	Скручива- ние листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Geometridae			
<i>Cabera exanthemata</i>	–	–	+
<i>Lomographa bimaculata</i>	–	–	+
<i>Crocallis tusciaria</i>	–	–	+
<i>Selenia lunularia</i>	–	–	+
<i>Plagodis dolabraria</i>	–	–	+
<i>Pseudopanthera macularia</i>	–	–	+
<i>Hemistola chrysoprasaria</i>	–	–	+
<i>Thalera fimbrialis</i>	–	–	+
<i>Schistostege nubilaria</i>	–	–	+
<i>Odezia atrata</i>	–	–	+
<i>Aplocera praeformata</i>	–	–	+
<i>Lithostege griseata</i>	–	–	+
<i>Acasis viretata</i>	–	–	+
<i>Lobophora halterata</i>	–	–	+
<i>Scotopteryx moeniata</i>	–	–	+
<i>Xanthorhoe ferrugata</i>	–	–	+
<i>Xanthorhoe montanata</i>	–	–	+
<i>Catarhoe rubidata</i>	–	–	+
<i>Epirrhoe tristata</i>	–	–	+
<i>Eupithecia vulgata</i>	–	–	+
Итого	–	–	20

На грабе (табл. 4) зафиксировано 33 вида чешуекрылых. Комплекс листоверток представлен 4 видами (*Cnephasia asseclana*, *Clepsis pallidana* и др.). Специфическим минером граба является моль *Parornix carpinella*. Грубое объедание наносится 28 видами с аналогичным преобладанием пядениц (18 видов) и совок (7 видов).

Таблица 4

Комплексы чешуекрылых (отряд Lepidoptera), выявленные на грабе

Table 4

Lepidopteran complexes (order Lepidoptera) identified on hornbeam

Название вида	Тип повреждения		
	Скручивание листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Tortricidae			
<i>Cnephasia asseclana</i>	+	–	–
<i>Clepsis pallidana</i>	+	–	–
<i>Hedya ochroleucana</i>	+	–	–
<i>Crociosema plebejana</i>	+	–	–
Итого	4	–	–
Семейство Gracillariidae			
<i>Parornix carpinella</i>	–	+	–
Итого	–	1	–
Семейство Noctuidae			
<i>Diachrysia zosimi</i>	–	–	+
<i>Agrochola litura</i>	–	–	+
<i>Mesogona acetosellae</i>	–	–	+
<i>Cleoceris scoriacea</i>	–	–	+
<i>Cyrebia luperinoides</i>	–	–	+
<i>Colocasia coryli</i>	–	–	+
<i>Anaplectoides prasina</i>	–	–	+
Итого	–	–	8

Название вида	Тип повреждения		
	Скручивание листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
Семейство Lasiocampidae			
<i>Trichiura crataegi</i>	–	–	+
<i>Gastropacha quercifolia</i>	–	–	+
Итого	–	–	2
Семейство Erebidae			
<i>Lymantria dispar</i>	–	–	+
Итого	–	–	1
Семейство Geometridae			
<i>Cabera exanthemata</i>	–	–	+
<i>Lomographa bimaculata</i>	–	–	+
<i>Crocallis tusciaria</i>	–	–	+
<i>Selenia lunularia</i>	–	–	+
<i>Plagodis dolabraria</i>	–	–	+
<i>Pseudopanthera macularia</i>	–	–	+
<i>Hemistola chrysoprasaria</i>	–	–	+
<i>Thalera fimbrialis</i>	–	–	+
<i>Schistostege nubilaria</i>	–	–	+
<i>Odezia atrata</i>	–	–	+
<i>Aplocera praeformata</i>	–	–	+
<i>Lithostege griseata</i>	–	–	+
<i>Acasis viretata</i>	–	–	+
<i>Lobophora halterata</i>	–	–	+

Название вида	Тип повреждения		
	Скручивание листьев	Минирование	Грубое объедание и (или) скелетирование
<i>Xanthorhoe montanata</i>	–	–	+
<i>Catarhoe rubidata</i>	–	–	+
<i>Epirrhoe tristata</i>	–	–	+
<i>Eupithecia vulgata</i>	–	–	+
<i>Xanthorhoe montanata</i>	–	–	+
<i>Catarhoe rubidata</i>	–	–	+
<i>Epirrhoe tristata</i>	–	–	+
<i>Eupithecia vulgata</i>	–	–	+
Итого	–	–	18

На кизиле были выявлены виды листовертов *Acleris variegana* и *Aphelia euxina*. Минеры в год исследования выявлены не были. К видам, вызывающим такие типы повреждений на кизиле, как грубое объедание и скелетирование, относятся *Abrostola asclepiadis*, *Lymantria dispar*, *Coenocalpe lapidata*.

Выявленные комплексы чешуекрылых характерны для широколиственных лесов юга России. Высокое видовое богатство на дубе согласуется с его ролью как одной из основных кормовых древесных пород для большого числа филофагов в лесных экосистемах Палеарктики [15]. Наличие как полифагов (например, *Lymantria dispar*), так и относительно узкоспециализированных видов (например, *Cydia fagiglandana* на буке или *Parornix carpinella* на грабе), подчеркивает сложную трофическую структуру в лесных насаждениях.

Следует отметить, что многие виды, отнесенные к категории редких в год проведения исследований (например, *Ptycholoma erschoffi*), могут иметь колебания численности, характерные для популяционной динамики чешуекрылых [16]. В то же время увеличение численности такого полифага, как *Lymantria dispar*, отмечаемое в последние годы в Краснодарском крае, требует внимания лесопатологов, так как данный вид способен наносить значительный ущерб лесным насаждениям.

Полученные данные о видовом составе и трофических связях чешуекрылых-филофагов позволяют сформулировать ряд практических рекомендаций для лесозащитного мониторинга и планирования мероприятий в буково-грабовых лесах Краснодарского края. Для дуба, характеризующегося наибольшим видовым богатством филофагов (52 вида), мониторинг должен быть наиболее комплексным, с акцентом на листоверток (Tortricidae) и пядениц (Geometridae). На буке следует уделить особое внимание узкоспециализированным видам – таким, как *Cydia fagiglandana*. Низкое видовое богатство минеров на грабе и их отсутствие на кизиле в год

исследований могут быть связаны как с естественными колебаниями их численности, так и с ограниченным объемом выборки, что указывает на необходимость продолжения дальнейших исследований.

Составленный видовой перечень чешуекрылых-филлофагов является основой для оперативного обнаружения новых вредителей в буково-грабовых лесах Краснодарского края. Любой новый вид, не встречающийся в таблице 1, должен оцениваться на предмет потенциальной опасности. Таким образом, полученные данные представляют собой научно обоснованную систему для разработки комплекса защитных мероприятий и системы мониторинга чешуекрылых-филлофагов в буково-грабовых лесах [17–19].

Выводы Conclusions

Впервые для территории Геленджикского лесничества проведена детальная инвентаризация чешуекрылых-филлофагов; выявлено 65 видов из 6 семейств. Установлено, что наибольшее видовое богатство характерно для дуба (52 вида), затем – для бука (42 вида) и граба (33 вида). На всех породах доминируют виды из семейств Tortricidae и Geometridae. Выявлены специфические для каждой породы вредители, а также обширная группа полифагов. Отмечена повышенная численность потенциально опасного полифага – непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*). Полученные данные являются основой для организации мониторинга биоразнообразия и разработки научно обоснованных мер защиты леса от филлофагов в условиях Северо-Западного Кавказа.

Список источников

1. Ruchin A.B. Spatial Distribution of Lepidoptera in Forest Ecosystems of Central European Russia: Studies Using Beer Traps. *Forests*. 2023;14:680. <https://doi.org/10.3390/f14040680>
2. Cuevas-Mendieta E., García-Frapolli E., del-Val E. Diversity and local perception of lepidopterans in secondary tropical dry forests: Implications for management. *Forest Ecology and Management*. 2021;482:118815. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118815>
3. Алексеев В.И., Булгаков Д.Б. Оценка степени изученности энтомофауны в Калининградской области // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта*. 2011. № 7. С. 119–126. EDN: NYCYQZ
4. Корб С.К., Пожогин Д.А., Затаковой А.А., Тальяк Р.Е. Опыт инвентаризации фауны чешуекрылых Нижегородской области и его применение к составлению Красной книги региона (Insecta: Lepidoptera) // *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. 2017. Т. 2, № 1. С. 57–72. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.056>
5. Гаврилов Б.А., Гаврилова Д.Д. Некоторые новые данные по фауне чешуекрылых (Lepidoptera) Курильских островов (Сахалинская область) // *Амурский зоологический журнал*. 2024. Т. 16, № 4. С. 859–865. <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-859-865>
6. Коржов П.Н., Матов А.Ю. Новые виды чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) для Северного Кавказа из коллекции П.Н. Коржова // *Амурский зоологический журнал*. 2024. Т. 16, № 2. С. 346–362. <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-2-346-362>
7. Проклов В.В., Караева С.З. Новые и интересные находки чешуекрылых (Lepidoptera) в Чеченской республике (Россия) // *Кавказский энтомологический бюллетень*. 2016. Т. 12, № 2. С. 285–288. EDN: RTVHWN

8. Щуров В.И. Эколого-фаунистический обзор дневных бабочек (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) Северо-Западного Кавказа // *Энтомологическое обозрение*. 2001. Т. 80, № 4. С. 853–870. EDN: HVHJEV
9. Ермаков Н.Б., Плугатарь Ю.В., Лейба В.Д. Классификация буковых (*Fagus orientalis*) лесов Западного Кавказа // *Растительность России*. 2023. № 47. С. 112–132. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2023.47.112>
10. Гниненко Ю.И., Ширяева Н.В., Щуров В.И. Самшитовая огневка – новый инвазивный организм в лесах Российского Кавказа // *Карантин растений. Наука и практика*. 2014. № 1 (7). С. 32–36. EDN: VCFIIP
11. Щуров В.И., Бондаренко А.С., Скворцов М.М., Щурова А.В. Чужеродные насекомые – вредители леса, выявленные на Северо-Западном Кавказе в 2010-2016 годах, и последствия их неконтролируемого расселения // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2017. № 220. С. 212–228. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220.212-228>
12. Денисова Н.Б., Лебедев А.В., Волков С.Н., Белокобыльский Д.В. и др. Таксономическая структура флоры сосудистых растений и лепидофауны природной достопримечательности «Остров Ейская коса» // *Лесохозяйственная информация*. 2024. № 4. С. 22–29. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.03>
13. Аникин В.В., Барышникова С.В., Беляев Е.А., Будашкин Ю.И. и др. *Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России*. Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН, 2019. 448 с.
14. Kristensen N.P., Scoble M.J., Malcolm J., Karsholt O. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*. 2007;1668:699-747. <https://doi.org/10.5281/zenodo.274044>
15. Уткина И.А., Рубцов В.В. Взаимоотношения разных видов дуба и филофагов как объект биогеоценотических исследований // *Лесоведение*. 2021. № 5. С. 547–554. <https://doi.org/10.31857/S0024114821050090>
16. Голошапова С.С., Прокофьев И.Л. Динамика численности луговых видов дневных булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera) на территории Брянской области в 2011-2013 гг. // *Вестник Брянского государственного университета*. 2013. № 4. С. 79–83. EDN: RRYNQR
17. Щуров В.И., Замотайлов А.С., Скворцов М.М., Щурова А.В. и др. Оценка популяционных характеристик адвентивных насекомых-фитофагов (Insecta: Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera) в лесах Северо-Западного Кавказа: практика 2010-2019 годов // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2019. № 79. С. 135–158. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-79-135-158>
18. Денисова Н.Б., Лебедев А.В., Волков С.Н., Белов Д.А. и др. Санитарное и лесопатологическое состояние сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) в Джанхотском бору // *Природообустройство*. 2025. № 2. С. 137–144. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-137-144>
19. Лукмазова Е.А., Шабунин Д.А. Энтомологические и фитопатологические исследования каштановых лесов Республики Абхазия // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2012. № 198. С. 55–63. EDN: PLTIJF

References

1. Ruchin A.B. Spatial Distribution of Lepidoptera in Forest Ecosystems of Central European Russia: Studies Using Beer Traps. *Forests*. 2023;14:680. <https://doi.org/10.3390/f14040680>

2. Cuevas-Mendieta E., García-Frapolli E., del-Val E. Diversity and local perception of lepidopterans in secondary tropical dry forests: Implications for management. *Forest Ecology and Management*. 2021;482:118815. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118815>
3. Alekseev V.I., Bulgakov D.B. An analysis of existing research on the entomofauna of the Kaliningrad Region. *Vestnik Baltiyskogo federalnogo universiteta im. I. Kanta*. 2011;(7):119-126. (In Russ.)
4. Korb S.K., Pozhogin D.A., Zatakovoy A.Z., Talyak R.E. The butterfly fauna of the Nizhny Novgorod region inventarisation experience (Insecta: Lepidoptera) and its use for the regional Red Data Book building. *Nature Conservation Research*. 2017;2(1):57-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.056>
5. Gavrilov B.A., Gavrilova D.D. New data on the Lepidoptera fauna from the Kuril Islands, Sakhalin oblast, Russia. *Amurian Zoological Journal*. 2024;16(4):859-865. (In Russ.) <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-859-865>
6. Korzhov P.N., Matov A.Yu. New species of Lepidoptera (Insecta, Lepidoptera) for the North Caucasus from the collection of P.N. Korzhov. *Amurian Zoological Journal*. 2024;16(2):346-362. (In Russ.) <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-2-346-362>
7. Proklov V.V., Karayeva S.Z. New and interesting Lepidoptera records from Chechen Republic (Russia). *Kavkazskiy entomologicheskii byulleten*. 2016;12(2):285-288. (In Russ.)
8. Shchurov V.I. Ecological-faunistic survey of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) of the Northwestern Caucasus. *Entomologicheskoe Obozrenie*. 2001;80(4):853-870. (In Russ.)
9. Ermakov N.B., Plugatar Yu.V., Leiba V.D. Classification of beech (*Fagus orientalis*) forests of the Western Caucasus. *Vegetation of Russia*. 2023;(47):112-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.31111/vegrus/2023.47.112>
10. Gninenko Yu.I., Shiryaeva N.V., Shurov V.I. The Box Tree Moth – a New Invasive Pest in the Caucasian Forests. *Karantin rasteniy. Nauka i praktika*. 2014;(1(7)):32-36. (In Russ.)
11. Shchurov V.I., Bondarenko A.S., Skvortsov M.M., Shchurova A.V. Alien forest insect pests revealed in the Northwest Caucasus in 2010-2016 and consequences of their uncontrolled dispersal. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*. 2017;(220):212-228. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220.212-228>
12. Denisova N.B., Lebedev A.V., Volkov S.N., Belokobylsky D.V. et al. Taxonomic structure of the flora of vascular plants and lepidofauna of the natural landmark “Yeisk Spit Island”. *Forestry Information*. 2024;(4):22-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.03>
13. Anikin V.V., Baryshnikova S.V., Belyaev E.A., Budashkin Yu.I. et al. *Catalog of Lepidoptera of Russia*. St. Petersburg, Russia: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2019:448. (In Russ.)
14. Kristensen N.P., Scoble M.J., Malcolm J., Karsholt O. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*. 2007;1668:699-747. <https://doi.org/10.5281/zenodo.274044>
15. Utkina I.A., Rubtsov V.V. Relationship of different species of oak and phyllophages as an object of biogeocenotic research. *Lesovedenie*. 2021;(5):547-554. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0024114821050090>
16. Goloshchapova S.S., Prokofiev I.L. Dynamics of number of meadow types day bulbousykh lepidopterous (Lepidoptera) in the territory Bryansk areas in 2011-2013. *The Bryansk State University Herald*. 2013;(4):79-83. (In Russ.)

17. Shchurov V.I., Zamotajlov A.S., Skvortsov M.M., Shchurova A.V. et al. Study on population characteristics of the alien phytophage insect species (Insecta: Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera) in forests of the Northwestern Caucasus: 2010-2019 practice. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019;(79):135-158. (In Russ.) <https://doi.org/10.21515/1999-1703-79-135-158>
18. Denisova N.B., Lebedev A.V., Volkov S.N., Belov D.A. et al. Sanitary and forest pathology of Pitsunda pine (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) in Dzhankhot forest. *Prirodoobustrojstvo*. 2025;(2):137-144. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-137-144>
19. Lukmazova E.A., Shabunin D.A. Entomological and phytopathological research chestnut forests of the Republic of Abkhazia. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoi Akademii*. 2012;(198):55-63. (In Russ.)

Сведения об авторах

Наталья Борисовна Денисова, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ЛТ-2 «Лесоводство, экология и защита леса», Мытищинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)»; 141005, Российская Федерация, Московская обл., г. Мытищи, 1-я Институтская, 1; e-mail: jiucehok76@mail.ru

Сергей Николаевич Волков, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ЛТ-2 «Лесоводство, экология и защита леса», Мытищинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)»; 141005, Российская Федерация, Московская обл., г. Мытищи, 1-я Институтская, 1; e-mail: vergasovser@mail.ru

Дмитрий Анатольевич Белов, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ЛТ-2 «Лесоводство, экология и защита леса», Мытищинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»; 141005, Российская Федерация, Московская обл., г. Мытищи, 1-я Институтская, 1; e-mail: belovda@bmstu.ru

Александр Владимирович Гемонов, д-р с.-х. наук, доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: agemonov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2561-8179>

Владимиров Станислав Олегович, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных мелиораций, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vladimirov_so@rgau-msha.ru

Калмыкова Екатерина Сергеевна, ассистент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: kalmukova.es@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0006-6951-030X>

Information about the authors

Natalia B. Denisova, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Forestry, Ecology and Forest Protection, Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University; 11-ya Institutskaya St., Mytishchi, Moscow Region, 141005; e-mail: jiucehok76@mail.ru

Sergey N. Volkov, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Forestry, Ecology and Forest Protection, Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University; 11-ya Institutskaya St., Mytishchi, Moscow Region, 141005; e-mail: vergasovser@mail.ru

Dmitrii A. Belov, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Forestry, Ecology and Forest Protection, Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University; 11-ya Institutskaya St., Mytishchi, Moscow Region, 141005; e-mail: belovda@bmstu.ru

Aleksandr V. Gemonov, DSc (Ag), Associate Professor at the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: agemonov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2561-8179>

Stanislav O. Vladimirov, CSc (Eng), Senior Lecturer at the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: vladimirov_so@rgau-msha.ru

Ekaterina S. Kalmykova, Assistance Lecturer at the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: kalmukova.es@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0006-6951-030X>

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

**Продуктивность бинарных бобово-злаковых травосмесей
с лядвенцем рогатым (*Lotus corniculatus* L.)
и клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) на кислых
дерново-подзолистых почвах**

**Андрей Романович Тяжкороб, Александра Васильевна Шитикова,
Николай Николаевич Лазарев** ✉

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: nlazarev@rgau-msha.ru

Аннотация

Полевые исследования по изучению продуктивности бинарных пастбищных травостоев выполнены в 2023–2025 гг. на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Целью исследований является определение урожайности и устойчивости лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) и клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) в двухкомпонентных травосмесях с фестулолиумом (× *Festulolium* Aschers. et Graebn.), райграсом пастбищным (*Lolium perenne* L.) и овсяницей луговой (*Festuca pratensis* Huds.) при трех- и четырехкратном использовании на слабокультуренной дерново-подзолистой почве. Установлено, что на третий год жизни клевер ползучий и лядвенец рогатый стали преобладающими компонентами агрофитоценозов. На их долю приходилось 46,6–61,0% урожая. В одновидовые травостой злаков уже на третий год внедрялось разнотравье в количестве 28,7–35,0%. Применение азотных удобрений на злаковых травостоях в дозе N₁₂₀ снижало засоренность разнотравьем до 10,7–17,8%, но наименьшая доля разнотравья (3,7–8,0%) отмечалась в бобово-злаковых травостоях. На второй год жизни трав урожайность бобово-злаковых травостоев составляла 5,08–7,46 т/га сухого вещества, на третий год она возросла до 6,67–8,49 т/га. В среднем за 3 года увеличение количества укосов с трех до четырех сопровождалось снижением сбора корма на 10,4%. Лядвенце-злаковые травостои превзошли клеверо-злаковые по урожайности на 10,9%, одновидовые травостои злаков, удобряемых азотом, – на 15,7%, неудобряемые злаковые травы – в 2,2 раза.

Ключевые слова

клевер ползучий, лядвенец рогатый, злаковые травы, травосмеси, урожайность, ботанический состав, плотность травостоев, кратность скашивания

Для цитирования

Тяжкороб А.Р., Шитикова А.В., Лазарев Н.Н. Продуктивность бинарных бобово-злаковых травосмесей с лядвенцем рогатым (*Lotus corniculatus* L.) и клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) на кислых дерново-подзолистых почвах // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 99–115.

**Productivity of binary legume-grass mixtures
with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.)
and white clover (*Trifolium repens* L.) on acidic sod-podzolic soils**

Andrey R. Tyazhkorob, Aleksandra V. Shitikova, Nikolay N. Lazarev✉

Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy

✉ **Corresponding author:** nlazarev@rgau-msha.ru

Abstract

Field studies investigating the productivity of binary pasture grass swards were conducted in 2023–2025 at the experimental field station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The study aimed to determine the yield and persistence of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) in two-component mixtures with festulolium (× *Festulolium* Aschers. et Graebn.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) under three- and four-cutting regimes on poorly improved sod-podzolic soil. It was established that by the third year of life, white clover and birdsfoot trefoil became the dominant components of the agrophytocoenoses, accounting for 46.6–61.0% of the yield. In single-species grass swards, the proportion of forbs increased to 28.7–35.0% by the third year. While nitrogen fertilization of grass swards at a dose of N₁₂₀ reduced forb infestation to 10.7–17.8%, the lowest proportion of forbs (3.7–8.0%) was observed in legume-grass swards. In the second year, the dry matter yield of legume-grass swards ranged from 5.08 to 7.46 t/ha, increasing to 6.67–8.49 t/ha in the third year. On average over the three-year period, increasing the cutting frequency from three to four resulted in a 10.4% decrease in total forage yield. Birdsfoot trefoil-grass swards outperformed white clover-grass swards by 10.9%, nitrogen-fertilized single-species grass swards by 15.7%, and non-fertilized grass swards by 2.2 times.

Keywords

white clover, birdsfoot trefoil, grass mixture, yield, botanical composition, sward density, cutting frequency

For citation

Tyazhkorob A.R., Shitikova A.V., Lazarev N.N. Productivity of binary legume-grass mixtures with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) on acidic sod-podzolic soils. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):99–115.

Введение

Introduction

При пастбищном использовании травы подвергаются частому стравливанию, что отрицательно сказывается на их продуктивном долголетии. При создании сеяных пастбищ основными компонентами травосмесей являются низовые травы, которые способны выдерживать многократное стравливание и давать корма с преобладанием укороченных побегов, характеризующихся высокой питательностью и поедаемостью. Из бобовых трав в пастбищные травосмеси наиболее часто включают клевер ползучий [1–5]. Он превосходит другие травы по питательности [5], может интенсивно размножаться с помощью наземных ползучих побегов [2, 3], обладает высокой отавностью [6, 7], но очень чувствителен к дефициту влаги [8, 9] и характеризуется средней

зимостойкостью [10, 11]. Широкое распространение клевера ползучего в различных регионах мира обусловлено его способностью расти на различных почвах [12]. Однако на пастбищах, где необходимо получать 4–5 стравливаний за сезон, даже кратковременные засушливые условия не позволяют гарантированно получать устойчивые урожаи без орошения [8]. Более стрессоустойчивым видом бобовых трав является лядвенец рогатый. Он превосходит клевер ползучий по засухоустойчивости [13–15] и зимостойкости [16, 17], менее требователен к почвенному плодородию и способен расти на кислых почвах [18–20], толерантен к повышенному содержанию алюминия и марганца [21]. Лядвенец может произрастать без перезалужения 6–10 лет и более [17, 22], выдерживать затопление продолжительностью до двух недель [23–25], устойчив к болезням и вредителям, которые нередко поражают бобовые травы [20]. Благодаря содержанию в своем составе конденсированных танинов лядвенец не вызывает тимпаний у жвачных животных. Кроме того, при использовании лядвенца рогатого в кормлении проявляется его антигельминтное действие, уменьшается поступление метана и аммиака в атмосферу, что имеет неоспоримое преимущество перед другими бобовыми травами [26, 27].

В качестве злакового компонента травосмесей наиболее часто используют райграс пастбищный [4, 6]. Он обеспечивает получение кормов с благоприятным сахаро-протеиновым отношением за счет высокого содержания сахаров, формирует плотную дернину, устойчивую к вытаптыванию животными, однако уступает другим видам злаковых пастбищных трав по зимостойкости и устойчивости к снежной плесени [28] и является довольно требовательным к обеспеченности влагой [29]. Альтернативным злаковым компонентом пастбищных травосмесей может стать фестулолиум – новый межродовой гибрид, созданный с использованием овсяницы (луговой или тростниковой) и райграса (многоукосного или однолетнего). В гибриде совмещена хорошая зимостойкость овсяницы с высоким содержанием сахаров от райграса [30–32].

В настоящее время возникает необходимость в подборе пастбищных травосмесей, способных давать стабильные урожаи в изменяющихся климатических условиях. Кроме того, более широкое возделывание в травосеянии бобовых трав потребует использования для этих целей сельскохозяйственных угодий с менее плодородными почвами. Лядвенец рогатый и фестулолиум еще не получили всесторонней агроэкологической оценки, особенно при выращивании на сильнокислых почвах.

Цель исследований: сравнительная оценка по урожайности и устойчивости пастбищных травосмесей, созданных на основе лядвенца рогатого и клевера ползучего, на кислых дерново-подзолистых почвах.

Методика исследований

Research method

Исследования выполнены в 2023–2025 гг. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в двухфакторном полевом опыте. Фактором А являлись два режима скашивания травостоев: трехкратный и четырехкратный, а фактором В – злаковые и бобово-злаковые травостои, которые были представлены одновидовыми посевами фестулолиума (*F.F. Asch. et Graebn*) сорта ВИК 90, райграса пастбищного сорта ВИК 66 (*Lolium perenne* L.), овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds.) сорта Свердловская 37 и двухкомпонентными травосмесями этих сортов с лядвенцем рогатым (*Lotus corniculatus* L.) сорта Солнышко и клевером ползучим сорта ВИК 70 (*Trifolium repens* L.). Одновидовые посевы злаковых трав исследовали как при применении азотных удобрений в дозе N_{120} , так и без внесения азота. Для имитации пастбищного использования травостои скашивали по 3 и 4 раза за сезон.

Травы были высеяны беспокровно 13 мая 2023 г. Нормы посева злаковых трав в одновидовых посевах составили: фестулолиум – 16 кг/га; райграс пастбищный – 14 кг/га; овсяница луговая – 16 кг/га; в травосмесях – 8, 7 и 8 кг/га всхожих семян соответственно. Лядвенец рогатый высевали в норме 9 кг/га, клевер ползучий – 7 кг/га. В год посева при трехкратном скашивании провели один укос, при четырехкратном – два укоса.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, в пахотном слое содержит 2,1% гумуса, подвижных форм фосфора – 320 мг/кг, калия – 54 мг/кг, молибдена – 0,12 мг/кг, степень насыщенности основаниями – 40,4%, pH_{KCl} – 4,35. По агрохимическим показателям почва является слабокультуренной. Ежегодно в сентябре вносили гранулированный хлористый калий в дозе K_{120} . Азотные удобрения применяли в виде аммиачной селитры равными долями под все укосы: при трехкратном скашивании – по 40 кг/га, при четырехкратном – по 30 кг/га д.в. азота.

Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова за период с апреля по сентябрь по годам исследований (2023, 2024, 2025 гг.) составил 1,26; 1,25; 2,1 соответственно. Опыт заложен в четырехкратной повторности методом рандомизированных повторений. Площадь опытной делянки в опыте составляла 12,6 м², учетная – 10,0 м².

Учеты и наблюдения выполнялись по «Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997). Для определения ботанического состава отбирали средние образцы массой по 1 кг с двух несмежных повторностей, которые разбирали по видам и хозяйственно-ботаническим группам трав и взвешивали; плотность травостоев определяли подсчетом количества побегов на каждой повторности опыта на постоянно закрепленных площадках размером 0,5 × 0,5 м; урожайность – путем скашивания на высоте 6–7 см и взвешивания зеленой массы трав с учетных площадей делянок (при трехкратном использовании – в фазу полной бутонизации, при четырехкратном – в начале бутонизации бобовых компонентов травостоев). Содержание сухого вещества устанавливали высушиванием навески трав при температуре 105°C до постоянной массы (ГОСТ 31640–2012). Агрохимические свойства почвы определяли следующими методами: подвижный фосфор и калий – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650–2011), кислотность (pH_{KCl}) – по ГОСТ 26483–85, содержание гумуса – по методу Тюрина (ГОСТ 26213–91), молибден – по методу Григга (ГОСТ Р 50689–94). Статистическую обработку данных производили методом дисперсионного анализа.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Ботанический состав травостоев. Ботанический состав является важным показателем, от которого зависят урожайность и качество получаемых кормов. По соотношению видов трав в растительном сообществе можно оценить конкурентоспособность растений, их долголетие. Режимы использования травостоев являются одними из решающих факторов, оказывающих влияние на устойчивость видов трав в агрофитоценозах. Злаковые травы в составе опытных травосмесей являются довольно устойчивыми к многократному использованию. Райграс пастбищный – низовое растение, овсяница луговая – полуверховое. У этих трав в урожае преобладают вегетативные укороченные побеги, что обеспечивает их высокую устойчивость к интенсивному скашиванию и выпасу. Фестулолиум ВИК 90 является гибридом овсяницы луговой и райграса многоукосного. Благодаря высокой способности к кущению он ближе к полуверховым растениям.

В одновидовых посевах устойчивость злаков в травосмесях зависит от обеспеченности азотом. В вариантах без азотных удобрений при трехукосном использовании уже на второй год в агрофитоценозы внедрились травы из хозяйственно-ботанической группы разнотравья в количестве 11,7–14,2% (табл. 1). Увеличение количества

укосов до четырех сопровождалось повышением доли разнотравья до 12,4–21,4%. Применение азотных удобрений стимулировало кущение, что снижало засоренность травостоев разнотравьем до 8,0–17,5%.

Несмотря на высокую кислотность и низкую обеспеченность почвы калием и молибденом, бобовые травы проявили довольно высокую устойчивость и являлись доминантами в составе бобово-злаковых травостоев. На их долю приходилось от 33,6 до 56,7%.

На третий год жизни участие разнотравья в одновидовых посевах злаковых трав в вариантах без азота возросло до 28,7–35,0% (табл. 2). При внесении минерального азота в дозе N_{120} засоренность травостоев снижалась до 10,7–17,8%. В бобово-злаковых травостоях разнотравье было представлено в небольшом количестве: от 3,7 до 8,0%. Основными засорителями являлись одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H. Wigg), подорожник ланцетный (*Plantago lanceolata* L.), щавель малый (*Rumex acetosella* L.). В год посева отмечалось сильное засорение ежовником обыкновенным (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), в целях борьбы с которым было проведено подкашивание травостоя на высоте 12–14 см. Несмотря на то, что некоторого обсеменения ежовника избежать не удалось, в последующие годы он отсутствовал в составе травостоев.

Таблица 1

Ботанический состав травостоев в 2024 гг., %

Table 1

Botanical composition of swads in 2024, %

Виды трав и травосмеси	Сеяные злаки	Сеяные бобовые	Несеяные злаки и бобовые	Разнотравье
1. Фестулолиум	*85,6/84,9	0,0/0,0	2,7/2,7	11,7/12,4
2. Райграс пастбищный	82,2/76,1	0,0/0,0	2,6/2,5	15,2/21,4
3. Овсяница луговая	83,8/83,3	0,0/0,0	2,4/2,4	13,8/14,3
4. Фестулолиум + N_{120}	89,0/89,8	0,0/0,0	2,3/2,2	8,7/8,0
5. Райграс пастбищный + N_{120}	80,3/79,3	0,0/0,0	2,2/3,4	17,5/17,3
6. Овсяница луговая + N_{120}	86,3/88,7	0,0/0,0	2,5/2,8	11,2/8,5
7. Фестулолиум + клевер ползучий	36,2/36,9	55,7/53,3	2,2/2,9	5,9/6,9
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	33,6/40,1	56,3/46,6	3,5/4,0	6,6/9,3
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	37,2/45,9	53,7/42,0	3,3/3,7	5,8/8,4
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	42,9/40,6	51,8/50,5	2,3/3,0	3,0/5,9
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	35,8/37,5	56,7/53,2	4,2/3,7	3,4/5,6
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	39,4/37,4	52,9/50,4	3,8/5,1	3,9/7,1

*Числитель соответствует трехкратному скашиванию, знаменатель – четырехкратному.

На пастбищах многие виды разнотравья неплохо поедаются и включаются в состав кормовых травосмесей. Так, исследования в Ирландии показали, что включение подорожника ланцетного в состав смеси из клевера ползучего и райграса пастбищного способствовало увеличению потребления сухого вещества, снижению концентрации азота в моче и повышению молочной продуктивности коров [33].

В условиях недостаточного атмосферного увлажнения 2024 г. четырехукосный режим скашивания уступал трехукосному по доле бобовых компонентов в ботаническом составе агрофитоценозов, причем в наибольшей степени отрицательно реагировал на интенсивный режим использования клевер ползучий: его доля уменьшилась с 53,7–56,3 до 42,0–53,3%. При более благоприятных условиях обеспечения влагой в 2025 г. четырехкратное отчуждение надземной массы сопровождалось повышением количества бобовых трав в урожае. Клевер ползучий является более отавным видом, но в условиях повышенной кислотности преимущество имел лядвенец рогатый. Его участие возросло с 49,2–51,3 до 58,7–61,0% при увеличении числа укосов с трех до четырех. На более плодородных почвах, наоборот, лучшие условия могут сложиться для клевера ползучего, что отмечалось в исследованиях, выполненных в Московской области, где на четвертый год жизни доля клевера в ботаническом составе агрофитоценозов составляла 30–42%, а лядвенца рогатого – только 17–31% [10].

Таблица 2

Ботанический состав травостоев в 2025 г., %

Table 2

Botanical composition of swards in 2025, %

Вариант	Сеяные злаки	Сеяные бобовые	Несеяные злаки и бобовые	Разнотравье
1. Фестулолиум	*65,1/65,7	0,0/0,0	1,8/1,0	33,1/33,2
2. Райграс пастбищный	63,3/64,0	0,0/0,0	2,6/1,0	34,0/35,0
3. Овсяница луговая	69,0/65,4	0,0/0,0	2,3/1,1	28,7/33,5
4. Фестулолиум + N ₁₂₀	88,3/84,0	0,0/0,0	1,0/1,3	10,7/14,7
5. Райграс пастбищный + N ₁₂₀	80,4/81,3	0,0/0,0	1,8/1,8	17,8/16,9
6. Овсяница луговая + N ₁₂₀	86,1/81,8	0,0/0,0	1,7/1,3	12,2/17,0
7. Фестулолиум + клевер ползучий	48,7/40,3	46,6/54,2	1,0/1,1	3,7/4,5
8. Райграс пастбищный + клевер ползучий	42,8/43,5	49,9/47,6	1,7/1,0	5,6/8,0
9. Овсяница луговая + клевер ползучий	47,9/40,4	45,4/51,6	1,2/1,0	5,5/7,0
10. Фестулолиум + лядвенец рогатый	43,0/32,2	50,2/61,0	1,6/0,8	5,3/6,0
11. Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	39,2/31,9	51,3/58,7	2,1/2,0	7,4/7,4
12. Овсяница луговая + лядвенец рогатый	42,2/31,5	49,2/60,1	1,1/2,2	7,6/6,3

*Числитель соответствует трехкратному скашиванию, знаменатель – четырехкратному.

При оптимальном количестве в составе травостоев бобовых и злаковых компонентов обеспечиваются благоприятное сахаро-протеиновое отношение и хорошая поедаемость трав животными. Высокая доля лядвенца рогатого не является ограничивающим фактором для использования травостоев в качестве пастбищного корма, поскольку он не вызывает тимпаний у жвачных животных [34], в то время как использование клевера ползучего связано с определенными рисками по возникновению этого заболевания ввиду высокого содержания сырого протеина и воды в зеленой массе этого растения [3].

Во всех травостоях доля райграса пастбищного была меньше, чем фестулолиума и овсяницы луговой.

Плотность травостоев. Плотность травостоя является показателем, от которого зависит не только урожайность, но потребление корма на пастбище. Для удовлетворения суточной потребности в пастбищном корме животные быстрее потребляют необходимо количество травы на невысоких, но густых травостоях.

При трехкратном скашивании злаковые травы формировали более плотные травостои, насчитывающие в разные годы в вариантах без азота от 1080 до 1642 шт. побега. Азотные удобрения стимулировали кущение, и густота возрастала до 1404–1913 побегов на 1 м² (табл. 3). Райграс пастбищный уступал фестулолиуму и овсянице

Таблица 3

Плотность злаковых и бобово-злаковых травостоев при трех- и четырехкратном скашивании, шт. побегов на 1 м²

Table 3

Density of grass and legume-grass swards under three- and four-cutting regimes, number of shoots per 1 m²

№	Виды трав и травосмеси	Трехкратное скашивание		Четырехкратное скашивание	
		2024 г.	2025 г.	2024 г.	2025 г.
1	Фестулолиум	1284	1642	1316	1533
2	Райграс пастбищный	1080	1487	1172	1462
3	Овсяница луговая	1264	1550	1295	1561
4	Фестулолиум + N ₁₂₀	1687	2006	1603	1573
5	Райграс пастбищный + N ₁₂₀	1404	1652	1465	1542
6	Овсяница луговая + N ₁₂₀	1592	1913	1617	1676
7	Фестулолиум + клевер ползучий	2880	2114	2559	2084
8	Райграс пастбищный + клевер ползучий	2561	1977	2062	1952
9	Овсяница луговая + клевер ползучий	2728	2238	2369	2064
10	Фестулолиум + лядвенец рогатый	2206	1709	2144	1599
11	Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	1849	1624	1747	1759
12	Овсяница луговая + лядвенец рогатый	2091	1597	1981	1670
НСР ₀₅		149	120	137	115

луговой по интенсивности побегообразования, что связано скорее всего с его меньшей устойчивостью к неблагоприятным почвенным и климатическим факторам. Если овсяница луговая на природных лугах в Центральном Нечерноземье является обычным видом, то райграс пастбищный лишь изредка встречается на различных местообитаниях.

Наиболее густые травостой формировали смеси из клевера ползучего и злаковых трав (от 1952 до 2880 побегов на 1 м²), но при этом следует отметить, что у клевера ползучего учитывались листья и цветоносы. Агрофитоценозы с лядвенцем рогатым имели густоту от 1597 до 2206 побегов. Они превосходили по этому показателю удобряемые азотом злаки, но уступали клеверо-злаковым травостоям.

Урожайность травостоев. В год посева все многолетние травы развиваются медленно и дают низкие урожаи. В вариантах с трехкратным режимом использования в год посева получен только один укос, при четырехкратном – два укоса с урожайностью, соответственно, 1,09–1,75 т/га и 1,17 до 2,13 т/га сухой массы (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность злаковых и бобово-злаковых травостоев, т/га сухого вещества

Table 4

Dry matter yield of grass and legume-grass swards, t/ha

№	Виды трав и травосмеси	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее
1	Фестулолиум	*1,25/1,31	2,93/2,55	3,59/3,56	2,59/2,47
2	Райграс пастбищный	1,09/1,17	2,54/2,34	3,44/3,12	2,36/2,21
3	Овсяница луговая	1,09/1,53	2,45/2,26	3,35/3,53	2,30/2,44
4	Фестулолиум + N ₁₂₀	1,31/1,75	5,74/5,62	7,01/6,91	4,69/4,76
5	Райграс пастбищный + N ₁₂₀	1,21/1,68	5,26/5,19	7,03/6,94	4,50/4,60
6	Овсяница луговая + N ₁₂₀	1,45/2,00	5,04/5,29	7,33/7,10	4,61/4,80
7	Фестулолиум + клевер ползучий	1,75/2,12	6,50/5,50	7,43/6,88	5,22/4,83
8	Райграс пастбищный + клевер ползучий	1,60/1,98	5,47/5,08	7,25/6,91	4,77/4,66
9	Овсяница луговая + клевер ползучий	1,66/2,05	5,56/5,39	7,80/6,67	5,01/4,70
10	Фестулолиум + ляденец рогатый	1,52/1,88	7,46/6,43	8,00/7,50	5,66/5,27
11	Райграс пастбищный + ляденец рогатый	1,35/1,93	6,40/5,69	8,18/7,67	5,31/5,10
12	Овсяница луговая + ляденец рогатый	1,55/2,13	6,73/6,02	8,49/8,13	5,59/5,43
НСР ₀₅ частных различий		0,20	0,34	0,32	0,17
НСР ₀₅ режимов скашивания		0,14	0,24	0,22	0,12
НСР ₀₅ травостоев		0,06	0,10	0,09	0,05

*Числитель соответствует трехкратному скашиванию, знаменатель – четырехкратному.

Бобовые травы развиваются быстрее, чем злаки, поэтому бобово-злаковые травосмеси были на 11,6–18,9% более продуктивными, чем одновидовые злаковые травостои. Большинство видов бобовых и злаковых трав формируют максимальные урожаи на второй-третий годы жизни, за исключением корневищных видов, у которых наибольший сбор корма отмечается обычно на третий-четвертый годы. На второй год жизни урожайность злаковых трав возросла в вариантах без азота до 2,26–2,94 т/га. При внесении N_{120} она повысилась в среднем в 2,1 раза до 5,04–5,74 т/га сухого вещества, но злаки уступили по урожайности бобово-злаковым травостоям, под которые азот не вносили, на 12,3%. Наиболее продуктивными были травостои с фестулолиумом как в одновидовом посеве, так и в смеси с бобовыми компонентами. Лядвенцефестулолиумовая травосмесь как при трех- так и при четырехкратном скашивании давала существенную прибавку урожая по сравнению с другими травосмесями, обеспечивая получение, соответственно, 7,46 и 6,43 т сухой массы. Для дерново-подзолистой почвы с pH_{KCl} 4,35 этот уровень урожайности является достаточно высоким, поскольку при такой кислотности должно было проявиться токсичное действие ионов алюминия на растения. Однако при очень высокой обеспеченности почвы опытного участка подвижным фосфором (320 мг/кг) в значительной степени происходит связывание трехвалентного Al^{3+} в нерастворимые фосфаты [35].

Благоприятные условия атмосферного увлажнения на третий год жизни трав способствовали повышению урожайности всех трав и травосмесей. Как и в предыдущий год, лядвенце-злаковые травосмеси характеризовались наибольшей урожайностью (7,50–8,49 т/га), причем преимущество перешло к травосмеси с участием овсяницы луговой, являющейся аборигенным видом лугов в Нечерноземье. По-прежнему более высокий урожай получен при трех укосах, но различия между режимами использования сократились до 7,7%.

При многократном скашивании возрастает потребность трав в обеспечении влагой, поскольку увеличивается испарение воды с поверхности почвы, а у скошенных растений интенсивность потребления почвенной влаги значительно снижается. По этим причинам увеличение количества укосов сопровождается возрастанием расхода воды, и очень важным является равномерное распределение атмосферных осадков или оросительной воды в течение вегетационного периода.

В среднем за 3 года увеличение количества укосов с трех до четырех сопровождалось снижением сбора корма на 10,4%. Лядвенце-злаковые травостои превосходили клеверо-злаковые по урожайности на 10,9%, одновидовые травостои злаков, удобряемых азотом, – на 15,7%, неудобряемые злаковые травы – в 2,2 раза.

В системе зеленого конвейера и при пастбищном содержании животных весьма важным является равномерное поступление зеленых кормов в течение вегетационного периода. Весной отмечается феномен интенсивного роста трав, поэтому урожай первого укоса обычно бывает наибольшим. В условиях опыта менее равномерное поступление зеленого корма по укосам имели одновидовые посевы злаковых трав. Так, в вариантах без азота при трехкратном скашивании на первый укос приходилось 48–52%, а на третий – только 12–14% (табл. 5). Применение азотных удобрений способствовало увеличению доли третьего укоса до 15–27%. Наиболее равномерное поступление корма по укосам отмечалось при возделывании бобово-злаковых агрофитоценозов. Первый и второй укосы давали примерно одинаковые урожаи – по 30–45%.

При четырехкратном использовании травостоев за первые три укоса обеспечивалось довольно равномерное поступление кормов, а урожайность четвертого укоса была наименьшей и составляла от 5 до 21%.

Таблица 5

Распределение урожая по укосам в 2024 и 2025 гг., %

Table 5

Yield distribution by cuts in 2024 and 2025, %

№	Виды трав и травосмеси	1-й укос	2-й укос	3-й укос	4-й укос
Трехкратное использование					
1	Фестулолиум	*50/52	36/37	14/11	-/-
2	Райграс пастбищный	48/51	39/35	13/14	-/-
3	Овсяница луговая	51/51	37/37	12/12	-/-
4	Фестулолиум + N ₁₂₀	44/43	38/34	18/23	-/-
5	Райграс пастбищный + N ₁₂₀	47/42	38/31	15/27	-/-
6	Овсяница луговая + N ₁₂₀	41/42	38/32	21/26	-/-
7	Фестулолиум + клевер ползучий	38/42	42/35	20/23	-/-
8	Райграс пастбищный + клевер ползучий	38/45	42/32	20/23	-/-
9	Овсяница луговая + клевер ползучий	42/45	38/30	20/25	-/-
10	Фестулолиум + лядвенец рогатый	38/42	37/30	25/28	-/-
11	Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	41/40	38/32	21/28	-/-
12	Овсяница луговая + лядвенец рогатый	36/40	38/33	26/27	-/-
Четырехкратное использование					
1	Фестулолиум	32/38	38/30	24/22	6/10
2	Райграс пастбищный	30/36	40/30	25/22	5/12
3	Овсяница луговая	30/35	38/29	24/23	8/13
4	Фестулолиум + N ₁₂₀	35/28	30/32	26/22	9/18
5	Райграс пастбищный + N ₁₂₀	36/26	30/28	25/25	9/21
6	Овсяница луговая + N ₁₂₀	28/27	31/26	28/27	11/20
7	Фестулолиум + клевер ползучий	36/32	31/30	28/22	5/16
8	Райграс пастбищный + клевер ползучий	33/28	33/31	29/26	5/15
9	Овсяница луговая + клевер ползучий	30/27	39/30	26/25	5/18
10	Фестулолиум + лядвенец рогатый	36/28	31/30	27/25	6/17
11	Райграс пастбищный + лядвенец рогатый	36/27	33/28	25/27	6/18
12	Овсяница луговая + лядвенец рогатый	36/28	33/30	26/26	5/16

*Числитель соответствует 2024 г., знаменатель – 2025 г.

Более устойчивое распределение зеленой массы достигалось в условиях 2025 г., когда наблюдалось более равномерное выпадение атмосферных осадков при тепловом режиме, близком к среднегодовым показателям. В 2024 г., при дефиците осадков в августе, когда в основном формировался четвертый укос, его доля не превышала 5–11% от годового урожая.

Ухудшение условий увлажнения в конце вегетационных периодов особенно четко проявляется в последние годы. Так, количество атмосферных осадков в 2022, 2023 и 2024 гг. в августе составило, соответственно, 4, 40 и 45% от нормы при превышении среднесуточной температуры воздуха на 4,2; 2,0; 1,2°C. Неблагоприятным водным и тепловым режимами характеризовались условия сентября 2023–2025 гг., когда за весь месяц выпадало всего от 10,4 до 12,1 мм осадков при норме 66 мм, а температура составляла 14–17,9°C при норме 12,1°C. Такие условия ограничивали рост трав и их подготовку к зимним условиям. В то же время в эти годы температура воздуха в апреле на 1,8–3,8°C превысила норму, что способствовало более раннему возобновлению весенней вегетации многолетних трав. Это позволило проводить первый укос уже во второй декаде мая и гарантированно получать 3–4 укоса за сезон в более ранние сроки, избегая отрицательного влияния дефицита влаги на формирование урожая в конце вегетационного периода.

Наблюдения показывают, что климатические изменения являются уже вполне реальными. Они могут отрицательно сказаться на условиях перезимовки многолетних трав, когда в отдельные периоды зимой не будет устойчивого снежного покрова. В настоящее время существует необходимость продвижения в северные регионы страны альтернативных видов кормовых растений. К таким видам многолетних трав, кроме лядвенца рогатого и фестулолиума, относятся также люцерна желтая и синяя, эспарцет песчаный и виколистный, поэтому агроэкологическая оценка этих видов трав в изменяющихся климатических условиях является актуальной задачей научного луговодства.

Выводы **Conclusions**

1. На сильнокислой дерново-подзолистой почве лядвенец рогатый и клевер ползучий являлись доминирующими компонентами в составе бинарных бобово-злаковых травостоев. На второй-третий годы жизни при трехкратном скашивании их доля в ботаническом составе агрофитоценозов составляла 45,4–57,3%, при четырехкратном – 44,2,0–61,0%.

2. Клеверо- и лядвенце-злаковые травостои в меньшей степени засорялись дикорастущими травами, чем одновидовые посевы фестулолиума, райграса пастбищного и овсяницы луговой.

3. На второй-третий годы жизни трав урожайность двухкомпонентных бобово-злаковых травостоев с участием клевера ползучего и лядвенца рогатого составляла 5,08–8,49 т/га сухого вещества. В среднем за 3 года увеличение количества укосов с трех до четырех сопровождалось снижением сбора корма на 10,4%. Лядвенце-злаковые травостои превзошли клеверо-злаковые по урожайности на 10,9%, одновидовые травостои злаков, удобряемых азотом, – на 15,7%, удобряемые злаковые травы – в 2,2 раза.

Список источников

1. Проворная Е.Е., Седова Е.Г. Перспективные травосмеси на основе отечественных сортов клевера ползучего, райграса пастбищного и фестулолиума // *Кормопроизводство*. 2010. № 2. С. 9–11. EDN: LPDDGK

2. Трухан О.В. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.): биологические особенности, хозяйственное значение, сорта и приемы семеноводства при выращивании в травосмесях со злаковым компонентом // *Адаптивное кормопроизводство*. 2021. № 3. С. 71–87. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-71-87>
3. Писковацкая Р.Г., Макаева А.М. Селекция клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) на продуктивность и устойчивость в пастбищных травостоях // *Адаптивное кормопроизводство*. 2017. № 4. С. 76–81. EDN: ZWKNTZ
4. Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Тяжкороб А.Р., Авдеев С.М. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах // *Кормопроизводство*. 2020. № 8. С. 20–26. EDN: HQVFKZ
5. Vásquez H.V., Valqui L., Valqui-Valqui L., Bobadilla L.G. et al. Influence of Nitrogen Fertilization and Cutting Dynamics on the Yield and Nutritional Composition of White Clover (*Trifolium repens* L.). *Plants*. 2025;14(17):2765. <https://doi.org/10.3390/plants14172765>
6. Лазарев Н.Н., Костикова Т.В. Урожайность и ботанический состав бинарных и многокомпонентных травосмесей с клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) при интенсивном использовании // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2013. № 4. С. 85–94. EDN: RCLYUP
7. Springer T.L., Aiken G.E. Harvest Frequency Effects on White Clover Forage Biomass, Quality, and Theoretical Ethanol Yield. *Biomass and Bioenergy*. 2015;78:1-5. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.003>
8. Афанасьев Р.А. *Удобрение орошаемых пастбищ в Нечерноземной зоне России*. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2021. 320 с. <https://doi.org/10.25680/VNIIA.2019.72.96.102>
9. Deng X., Wang X., Yang Y., Li J. et al. Global Research Trends and Hotspots in White Clover (*Trifolium repens* L.) Responses to Drought Stress (1990-2024). *Sustainability*. 2025;17(5):1883. <https://doi.org/10.3390/su17051883>
10. Лазарев Н.Н., Костикова Т.В., Беленков А.И. Влияние азотных удобрений на урожайность пастбищных травостоев на основе райграса пастбищного, ежи сборной и клевера ползучего // *Плодородие*. 2016. № 3. С. 24–27. EDN: WBFERF
11. Rhodes I., Collins R.P., Evans D.R. Breeding White Clover for Tolerance to Low Temperature and Grazing Stress. *Euphytica*. 1994;77:239-242. <https://doi.org/10.1007/BF02262636>
12. Laidlaw A.S., Teuber N. Temperate Forage Grass-Legume Mixtures: Advances and Perspectives. *IGC Proceedings*. 2001;13:85-92
13. Образцов В.Н., Щедрина Д.И. *Лядвенец рогатый в черноземной лесостепи: Монография / Под ред. В.А. Федотова*. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. 233 с. EDN: UMFVZV
14. Ayres J.F., Kelman W.M., Lane L.A., McCorkell B.E. Regeneration Characteristics of Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in Low Latitude Environments in Eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2007;47:833-843. <https://doi.org/10.1071/EA06147>
15. Komainda M., Küchenmeister K., Isselstein J. Forage Legumes for Future Dry Climates: Lower Relative Biomass Losses of Minor Forage Legumes Compared to *Trifolium Repens* under Conditions of Periodic Drought Stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2019;205(5):460-469. <https://doi.org/10.1111/jac.12337>
16. Косолапов В.М., Шамсутдинов З.Ш., Ившин Г.И., Кулешов Г.Ф. и др. *Основные виды и сорта кормовых культур*. М.: Наука, 2015. 545 с. EDN: TRJMXJ
17. Шпаков А.С. *Системы кормопроизводства Центральной России: молочное-мясное животноводство*. М.: РАН, 2018. 272 с. EDN: XRQJFB

18. Ramírez-Restrepo C.A., Kemp P.D., Barry T.N., López-Villalobos N. Production of *Lotus corniculatus* L. under Grazing in a Dryland Farming Environment. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2006;49(1):89-100. <https://doi.org/10.1080/00288233.2006.9513698>
19. Ayres J.F. Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and Greater Lotus (*Lotus uliginosus*) in Perennial Pastures in Eastern Australia 2. Adaptation and Applications of Lotus-based Pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2006;46(4):521-534. <https://doi.org/10.1071/EA04242>
20. Avdović M., Stajković-Srbinović O., Rasulić N., Sikirić B. et al. Presence of Rhizobia Nodulating Common Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in Soils of Serbia. *Acta Agriculturae Serbica*. 2023;28(56):137-143. <https://doi:10.5937/AASer2356137A>
21. Santos A.M., Pedrazza G.P.R., Zuanazzi J.A.S., Dall'Agnol M. et al. Root Exudation of Oxalic Acid in *Lotus corniculatus* in Response to Aluminum Toxicity. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2022;51: e20210105. <https://doi.org/10.37496/rbz5120210105>
22. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амирит, 2019. 252 с. EDN: NFFWSG
23. Buraschi F.B., Mollard F.P.O., Cordon G., Grimoldi A.A. et al. Submergence of Forage Legumes: Lotus Species Show Better Tolerance than Trifolium and Melilotus Species due to their Superior Recovery after Stress. *Funct. Plant Biol.* 2024;51(12): FP24206. <https://doi.org/10.1071/FP24206>
24. Новоселов М.Ю., Зятчина Г.П., Дробышева Л.В., Толмачева Е.В. Оценка и отбор эффективных штаммов клубеньковых бактерий лядвенца рогатого // *Сборник научных трудов: многофункциональное адаптивное кормопроизводство*. М.: ООО «Угрешская Типография», 2016. Вып. 10 (58). С. 91–96. EDN: XGLQJJ
25. Striker G.G., Colmer T.D. Flooding Tolerance of Forage Legumes. *Journal of Experimental Botany*. 2017;68(8):1851-1872. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw239>
26. Mueller-Harvey I., Bee G., Dohme-Meier F., Hoste H. et al. Benefits of Condensed Tannins in Forage Legumes Fed to Ruminants: Importance of Structure, Concentration, and Diet Composition. *Crop Science*. 2019;59(3):861-885. <https://doi.org/0.2135/cropsci2017.06.0369>
27. MacAdam J.W., Villalba J.J. Beneficial Effects of Temperate Forage Legumes that Contain Condensed Tannins. *Agriculture*. 2015;5(3):475-491. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030475>
28. Shimoda S. Impact of Snow Manipulation on Overwintering Disease and Frost Damage across Pasture Grass Species. *Scientific reports*. 2025;15:38038. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21885-8>
29. Caradus J.R. Epichloë Fungal Endophytes – a Vital Component for Perennial Ryegrass Survival in New Zealand. *New Z. Journal of Agricultural Research*. 2023;67(4):451-468. <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2170426>
30. Переправо Н.И., Косолапов В.М., Рябова В.Э., Золотарев В.Н. и др. *Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума – на корм и семена*. Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 28 с. EDN: PWRAND
31. Пищулин Д.Н., Образцов В.Н. Качественные показатели кормов на основе фестулолиума различных сортов, возделываемых в условиях лесостепи Центрального Черноземья // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2025. Т. 18, № 2 (85). С. 20–27. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_20-27
32. Жданова И.Л., Кашеваров Н.И. Рост и развитие растений фестулолиума в зависимости от агротехнологических приемов и условий возделывания в лесостепи

Западной Сибири // *Вестник НГАУ* (Новосибирский государственный аграрный университет). 2025. № 2. С. 20–27. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-75-2-20-27>

33. Minogue C.T., Boland T.M., Vigors S., Walsh N.A. et al. The Effect of Including Plantain in a Perennial Ryegrass-white Clover Forage on Dry Matter Intake, Milk Production, and Urine Nitrogen Concentration of Dairy Cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2025;330:116536. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116536>

34. Christensen R.G., Eun J.S., Yang S.Y., Min B.R. et al. In Vitro effects of Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) Pasture on Ruminant Fermentation, Microbial Population, and Methane Production. *Prof. Anim. Sci.* 2017;33:451-460. <https://doi.org/15232/PAS.2016-01558>

35. Кидин В.В. *Система удобрения*. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 534 с. EDN: QLCYYH

36. Šidlauskaitė G., Žaltauskaitė J., Kemešytė V., Jaškūnė K. et al. Impact of Varying Legume Proportions on Productivity in Organic Farming Systems. *Grassland Science in Europe*. 2025;30:143-146. https://doi.org/10.1163/9789004751163_033

References

1. Provornaja E.E., Sedova E.G. Promising grass mixtures on the basis of domestic grades of creeping trefoil, perennial ryegrass and festulolium. *Kormoproizvodstvo*. 2010;(2):9-11. (In Russ.)

2. Trukhan O.V. Creeping clover (*Trifolium repens* L.): biological features, economic significance, varieties and methods of seed production when grown in grass mixtures with a cereal component. *Adaptive Fodder Production*. 2021;(3):71-87. (In Russ.) <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-71-87>

3. Piskovatskaya R.G., Makaeva A.M. Selection of white clover (*Trifolium repens* L.) for productivity and resistance in pasture grass mixtures. *Adaptive Fodder Production*. 2017;(4):76-81. (In Russ.)

4. Lazarev N.N., Kukharenskova O.V., Tyazhkorob A.R., Avdeev S.M. White clover (*Trifolium repens* L.) as a component of pasture ecosystems. *Kormoproizvodstvo*. 2020;(8):20-26. (In Russ.)

5. Vásquez H.V., Valqui L., Valqui-Valqui L., Bobadilla L.G. et al. Influence of Nitrogen Fertilization and Cutting Dynamics on the Yield and Nutritional Composition of White Clover (*Trifolium repens* L.). *Plants*. 2025;14(17):2765. <https://doi.org/10.3390/plants14172765>

6. Lazarev N.N., Kostikova T.V. Yield and botanical composition of binary and multicomponent grass mixtures including white clover (*Trifolium repens* L.) under intensive use. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2013;(4):85-94. (In Russ.)

7. Springer T.L., Aiken G.E. Harvest Frequency Effects on White Clover Forage Biomass, Quality, and Theoretical Ethanol Yield. *Biomass and Bioenergy*. 2015;78:1-5. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.003>

8. Afanasyev R.A. *Fertilization of irrigated pastures in the Non-Chernozem zone of Russia*. Moscow, Russia: All-Russian Scientific and Research Institute of Agrochemistry named by D.N. Pryanishnikov, 2021:320. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/VNIIA.2019.72.96.102>

9. Deng X., Wang X., Yang Y., Li J. et al. Global Research Trends and Hotspots in White Clover (*Trifolium repens* L.) Responses to Drought Stress (1990-2024). *Sustainability*. 2025;17(5):1883. <https://doi.org/10.3390/su17051883>

10. Lazarev N.N., Kostikova T.V., Belenkov A.I. Effect of nitrogen fertilizers on productivity of pasture grass mixtures composed of perennial ryegrass, cocksfoot, and white clover. *Plodorodie*. 2016;(3):24-27. (In Russ.)
11. Rhodes I., Collins R.P., Evans D.R. Breeding White Clover for Tolerance to Low Temperature and Grazing Stress. *Euphytica*. 1994;77:239-242. <https://doi.org/10.1007/BF02262636>
12. Laidlaw A.S., Teuber N. Temperate Forage Grass-Legume Mixtures: Advances and Perspectives. *IGC Proceedings*. 2001;13:85-92.
13. Obratsov V.N., Shchedrina D.I. *Birdsfoot trefoil in the chernozem forest-steppe*: a monograph. V.A. Fedotov (Ed.). Voronezh, Russia: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 2012:233. (In Russ.)
14. Ayres J.F., Kelman W.M., Lane L.A., McCorkell B.E. Regeneration Characteristics of Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in Low Latitude Environments in Eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2007;47:833-843. <https://doi.org/10.1071/EA06147>
15. Komainda M., Küchenmeister K., Isselstein J. Forage Legumes for Future Dry Climates: Lower Relative Biomass Losses of Minor Forage Legumes Compared to Trifolium Repens under Conditions of Periodic Drought Stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2019;205(5):460-469. <https://doi.org/10.1111/jac.12337>
16. Kosolapov V.M., Shamsutdinov Z.Sh., Ivshin G.I., Kuleshov G.F. et al. *The main species sorts of fodder crops*. Moscow, Russia: Nauka, 2015:545. (In Russ.)
17. Shpakov A.S. *System of fodder production in Central Russia: dairy and beef cattle*. Moscow, Russia: Russian Academy of Sciences, 2018:272. (In Russ.)
18. Ramírez-Restrepo C.A., Kemp P.D., Barry T.N., López-Villalobos N. Production of *Lotus corniculatus* L. under Grazing in a Dryland Farming Environment. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2006;49(1):89-100. <https://doi.org/10.1080/00288233.2006.9513698>
19. Ayres J.F. Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and Greater Lotus (*Lotus uliginosus*) in Perennial Pastures in Eastern Australia 2. Adaptation and Applications of Lotus-based Pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2006;46(4):521-534. <https://doi.org/10.1071/EA04242>
20. Avdović M., Stajković-Srbinić O., Rasulić N., Sikirić B. et al. Presence of Rhizobia Nodulating Common Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in Soils of Serbia. *Acta Agriculturae Serbica*. 2023;28(56):137-143. <https://doi.org/10.5937/AASer2356137A>
21. Santos A.M., Pedrazza G.P.R., Zuanazzi J.A.S., Dall'Agnol M. et al. Root Exudation of Oxalic Acid in *Lotus corniculatus* in Response to Aluminum Toxicity. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2022;51: e20210105. <https://doi.org/10.37496/rbz5120210105>
22. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya. *Ecology nitrogen fixation*: a monograph. Saratov, Russia: Limited Liability Company «Amirit», 2019:252. (In Russ.)
23. Buraschi F.B., Mollard F.P.O., Cordon G., Grimoldi A.A. et al. Submergence of Forage Legumes: Lotus Species Show Better Tolerance than Trifolium and Melilotus Species due to their Superior Recovery after Stress. *Funct. Plant Biol.* 2024;51(12): FP24206. <https://doi.org/10.1071/FP24206>
24. Novoselov M.Yu., Zyatchina G.P., Drobysheva L.V., Tolmacheva E.V. Assessment and selection of effective strains of nodule bacteria of birdsfoot trefoil. In: *Sbornik nauchnyh trudov: Mnogofunktsionalnoe adaptivnoe kormoproizvodstvo*. Moscow, Russia: Ugreshskaya tipografiya, 2016;10(58):91-96. (In Russ.)
25. Striker G.G., Colmer T.D. Flooding Tolerance of Forage Legumes. *Journal of Experimental Botany*. 2017;68(8):1851-1872. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw239>

26. Mueller-Harvey I., Bee G., Dohme-Meier F., Hoste H. et al. Benefits of Condensed Tannins in Forage Legumes Fed to Ruminants: Importance of Structure, Concentration, and Diet Composition. *Crop Science*. 2019;59(3):861-885. <https://doi.org/0.2135/cropsci2017.06.0369>
27. MacAdam J.W., Villalba J.J. Beneficial Effects of Temperate Forage Legumes that Contain Condensed Tannins. *Agriculture*. 2015;5(3):475-491. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030475>
28. Shimoda S. Impact of Snow Manipulation on Overwintering Disease and Frost Damage across Pasture Grass Species. *Scientific reports*. 2025;15:38038. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21885-8>
29. Caradus J.R. Epichloë Fungal Endophytes – a Vital Component for Perennial Ryegrass Survival in New Zealand. *New Z. Journal of Agricultural Research*. 2023;67(4):451-468. <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2170426>
30. Perepravo N.I., Kosolapov V.M., Ryabova V.E., Zolotarev V.N. et al. *Cultivation and use of a new fodder crop – festulolium for fodder and seeds*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2012:28. (In Russ.)
31. Pishchulin D.N., Obratsov V.N. Qualitative indicators of foodstuff based on *festulolium* of different varieties cultivated in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2(85)):20-27. (In Russ.) https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_20-27
32. Zhdanova I.L., Kashevarov N.I. Growth and development of festulolium plants depending on agrotechnological methods and cultivation conditions in the forest-steppe of Western Siberia. *Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2025;(2(75)):20-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-75-2-20-27>
33. Minogue C.T., Boland T.M., Vigers S., Walsh N.A. et al. The Effect of Including Plantain in a Perennial Ryegrass-white Clover Forage on Dry Matter Intake, Milk Production, and Urine Nitrogen Concentration of Dairy Cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2025;330:116536. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116536>
34. Christensen R.G., Eun J.S., Yang S.Y., Min B.R. et al. In Vitro effects of Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) Pasture on Ruminal Fermentation, Microbial Population, and Methane Production. *Prof. Anim. Sci*. 2017;33:451-460. <https://doi.org/10.15232/PAS.2016-01558>
35. Kidin V.V. *Fertilizer system: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2012:534. (In Russ.)
36. Šidlauskaitė G., Žaltauskaitė J., Kemešytė V., Jaškūnė K. et al. Impact of Varying Legume Proportions on Productivity in Organic Farming Systems. *Grassland Science in Europe*. 2025;30:143-146. https://doi.org/10.1163/9789004751163_033

Сведения об авторах

Андрей Романович Тяжкороб, ассистент кафедры растениеводства и луговых экосистем, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: tyazhkorob@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0006-3934-921X>

Александра Васильевна Шитикова, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, Федеральное государственное

бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: plant@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5943-0430>

Николай Николаевич Лазарев, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: nlazarev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3099-2077>

Information about the authors

Andrey R. Tyazhkorob, Assistance Lecturer at the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: tyazhkorob@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0006-3934-921X>

Aleksandra V. Shitikova, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: plant@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5943-0430>

Nikolay N. Lazarev, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: nlazarev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3099-2077>

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Возрастная динамика морфометрических показателей у самок серебристо-черной лисицы (*Vulpes vulpes*)

**Юлия Анатольевна Березина¹✉, Олег Юрьевич Беспятых¹,
Анна Сергеевна Сюткина¹, Игорь Аркадьевич Плотников¹,
Ираида Ивановна Окулова¹, Михаил Сергеевич Кибардин¹,
Игорь Александрович Домский¹**

¹ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова, Киров, Россия

² ФГБОУ ВО Вятский государственный университет, Киров, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: uliya180775@bk.ru

Аннотация

Исследование морфометрической изменчивости проводилось на самках серебристо-черной лисицы (n = 50/возрастная группа) в возрасте 3 и 7 месяцев в условиях ООО «Зверохозяйство "Вятка"». Целью работы стали анализ возрастной динамики телосложения и выявление ключевых факторов, определяющих рост животных в критические периоды роста и развития. Для этого был применен метод главных компонент (РСА), обработаны данные по 13 линейным и весовым параметрам. Результаты анализа выявили два основных фактора, которые в совокупности описывают 76,8% общей изменчивости признаков. В возрасте 3 месяцев доминирует фактор общего размера тела (49,99% дисперсии), интегрирующий рост всех линейных параметров (длина тела – 0,922, хвоста – 0,897, обхват груди – 0,881, масса тела – 0,828), что характерно для изометрического роста на ранних стадиях онтогенеза под контролем соматотропной оси (GH-IGF-1). К 7 месяцам структура изменчивости кардинально меняется. Первый компонент (39,60%) отражает опережающее развитие осевых структур, а второй (33,67%) демонстрирует аллометрию, противопоставляя ширину груди (0,937) длине передней конечности (–0,889) и головы (–0,786). Установлено, что выявленные изменения являются прямым следствием гормональной перестройки: активация эстрогенов тормозит линейный рост конечностей, но стимулирует развитие костяка туловища и накопление энергетических запасов. Данная перестройка представляет собой адаптивную стратегию, направленную на подготовку организма самки к первому репродуктивному циклу. Результаты работы имеют практическое значение для оптимизации содержания и кормления молодняка пушных зверей в условиях звероводческих хозяйств.

Ключевые слова

серебристо-черная лисица, самки, морфометрические показатели тела, онтогенез

Для цитирования

Березина Ю.А., Беспятых О.Ю., Сюткина А.С., Плотников И.А. и др. Возрастная динамика морфометрических показателей у самок серебристо-черной лисицы (*Vulpes vulpes*) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2026. № 1. С. 116–128.

Age dynamics of morphometric parameters in female silver-black foxes (*Vulpes vulpes*)

Yulia A. Berezina¹✉, Oleg Yu. Bespyatykh^{1,2}, Anna S. Syutkina¹,
Igor A. Plotnikov¹, Iraida I. Okulova¹, Mikhail S. Kibardin¹, Igor A. Domskey¹

¹All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming
named after professor B.M. Zhitkov, Kirov, Russia

²Vyatka State University, Kirov, Russia

✉Corresponding author: uliya180775@bk.ru

Abstract

This study investigates morphometric variability in female silver-black foxes (n=50/age group) at 3 and 7 months of age, conducted at OOO “Fur Farm Vyatka”. The study aimed to analyze the age dynamics of body structure and identify key factors determining growth during critical developmental periods. Principal Component Analysis (PCA) was employed to process data for 13 linear and weight parameters. The results revealed two main factors that collectively account for 76.8% of the total trait variability. At three months of age, the total body size factor dominates (49.99% of the variance), integrating the growth of all linear traits (body length: 0.922; tail length: 0.897; chest girth: 0.881; body weight: 0.828). This pattern is characteristic of isometric growth during early ontogenesis under the control of the somatotrophic axis (GH-IGF-1). By seven months, the structure of variability changes fundamentally. The first component (39.60%) reflects the prioritized development of axial structures, while the second component (33.67%) demonstrates allometry, contrasting chest width (0.937) against forelimb length (−0.889) and head length (−0.786). It was established that these changes are a direct consequence of hormonal shifts: estrogen activation inhibits the linear growth of limbs while stimulating the development of the trunk backbone and the accumulation of energy reserves. This transition represents an adaptive strategy aimed at preparing the female organism for its first reproductive cycle. The findings have practical significance for optimizing the management and nutrition of young fur-bearing animals in commercial fur farming.

Key words

silver-black fox, females, morphometric parameters, ontogenesis

For citation

Berezina Yu.A., Bespyatykh O.Yu., Syutkina A.S., Plotnikov I.A. et al. Age dynamics of morphometric parameters in female silver-black foxes (*Vulpes vulpes*). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):116–128.

Введение Introduction

Серебристо-черная лисица (*Vulpes vulpes*) представляет значительный интерес для клеточного звероводства благодаря ценному меху и хорошо изученной биологии [1]. Однако физиологические механизмы, лежащие в основе возрастных изменений морфологических параметров у этого вида, остаются недостаточно исследованными. Известно, что развитие пушных зверей характеризуется сложной динамикой

роста и дифференцировки тканей, находящейся под контролем нейроэндокринной системы [2].

Исследования биохимических показателей крови у серебристо-черных лисиц демонстрируют существенные изменения метаболизма в зависимости от возраста и сезона года [3, 4]. Установлено, что к 4-месячному возрасту уровень общего белка у лисиц достигает референтных значений, тогда как уровень углеводов зимой у молодняка на 15% выше, чем у взрослых особей [4]. Изучение возрастной динамики морфометрических показателей у данного вида имеет важное значение для оптимизации селекционно-племенной работы и повышения продуктивности животных.

Анализ данных литературы показывает, что морфометрические характеристики изучались многими исследователями у разных видов животных. Работа Salt et al. [5] была посвящена изменению линейных параметров тела у собак с использованием стандартов роста. Н.Н. Шумилина и Е.В. Ларина [6] изучали особенности роста и развития щенков золотистой и белой генерации енотовидной собаки [6]. Н.А. Балакирев и др. [7] исследовали динамику живой массы у молодняка лисиц разных цветовых окрасок; А.А. Ходусов и др. [8] анализировали связь между размерами тела у самцов с разными гено- и фенотипами, а Е.А. Орлова и др. [9] изучали изменения некоторых экстерьерных и интерьерных показателей соболей в процессе их промышленного разведения. Однако эти исследования, будучи ценными для понимания отдельных аспектов онтогенеза, имеют существенное ограничение: они рассматривают морфометрические признаки изолированно, без учета их комплексного взаимодействия.

Традиционные методы анализа часто не позволяют выявить интегральные закономерности возрастных изменений, поскольку морфометрические показатели сильно коррелируют между собой и их совместный анализ требует специальных многомерных подходов. Именно это методологическое ограничение обуславливает необходимость применения более совершенных статистических методов.

Метод главных компонент (РСА) представляет собой мощный инструмент многомерного анализа, который особенно эффективен для решения задач комплексной оценки морфометрических показателей. Его основные преимущества включают в себя:

- сокращение размерности данных – возможность преобразования множества коррелированных переменных в меньшее число некоррелированных показателей (главных компонент) без существенной потери информации [10];
- выявление скрытых закономерностей – способность обнаруживать внутреннюю структуру данных, неочевидную при анализе отдельных признаков [11];
- визуализацию многомерных данных – возможность наглядного представления сложных данных в двумерном или трехмерном пространстве, что значительно облегчает интерпретацию результатов;
- объективизацию анализа – минимизацию субъективности при оценке комплексных морфологических характеристик [12].

Цель исследований: комплексный анализ возрастной динамики морфометрических показателей у самок серебристо-черной лисицы с применением метода главных компонент для выявления интегральных закономерностей онтогенетических изменений.

Методика исследований

Research method

Работы по забору биоматериала у клеточных пушных зверей осуществлялись в ООО «Зверохозяйство "Вятка"» (58.652253° с.ш., 49.867279° в.д.). В исследованиях

использованы данные морфометрических измерений самок серебристо-черной лисицы в возрасте 3 и 7 месяцев ($n = 50$ для каждой возрастной группы). Все животные содержались в одинаковых условиях звероводческого хозяйства при стандартном рационе кормления.

Линейные промеры оценивали измерительной лентой первого класса точности с ценой деления 0,2 см. Продольные измерения вдоль тела проводили по срединной линии от кончика носа до кончика хвоста, прижимая ленту через все изгибы тела, фиксируя следующие промеры: длина морды (от кончика носа до внутреннего угла глаза); длина головы (от кончика носа до сочленения черепа с атлантом); длина тела (от кончика носа до корня хвоста); длина хвоста. Поперечные измерения грудной клетки проводили в плоскости за лопатками: обхват груди (за лопатками на вдохе); ширина груди за лопатками (в самом широком месте); высота груди за лопатками (от вентральных концов остистых отростков грудных позвонков до грудины); ширина морды (скуловая ширина). Промеры проводили штангенциркулем с точностью до 0,1 см (рис. 1А-1В). Взвешивание зверей проводили на крановых весах с точностью до 10 г.

Для анализа использованы данные морфометрии 13 параметров у самцов лисиц. Обработка данных производилась методом главных компонент (PCA) с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 26.

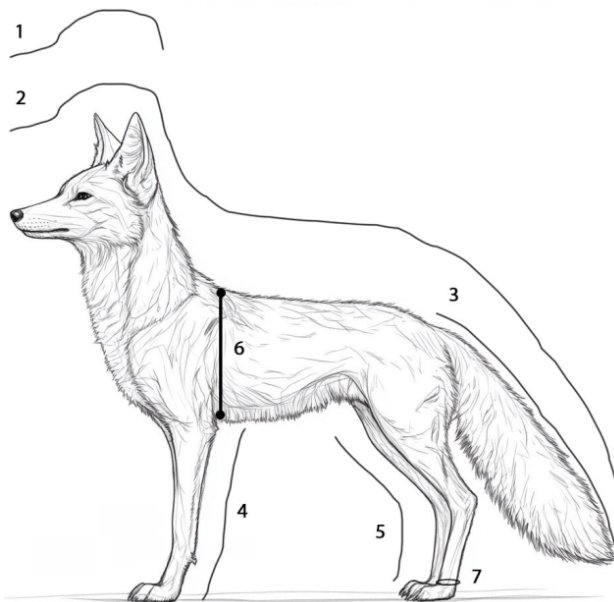


Рис. 1А. Линейные промеры тела лисицы:

- 1 – длина головы; 2 – длина туловища;
- 3 – длина хвоста; 4 – длина передней лапы,
- 5 – длина задней лапы;
- 6 – высота груди; 7 – обхват задней лапы

Figure 1A. Linear body measurements of the fox:

- 1 – head length; 2 – trunk length; 3 – tail length;
- 4 – front paw length; 5 – hind paw length;
- 6 – chest height; 7 – hind paw girth

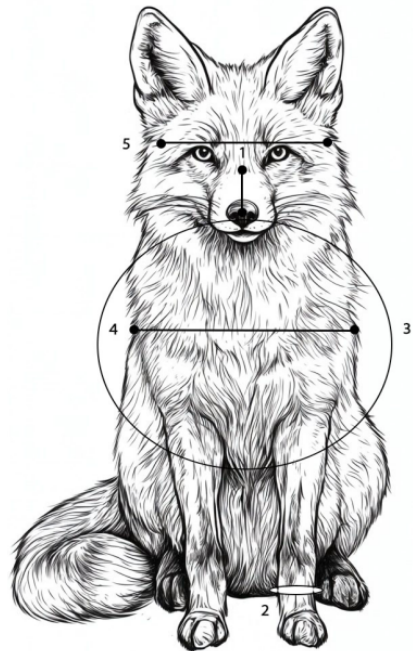


Рис. 1В. Линейные

промеры тела лисицы:

- 1 – длина морды;
- 2 – обхват передней лапы;
- 3 – обхват груди; 4 – ширина груди;
- 5 – ширина морды

Figure 1B. Linear body

measurements of the fox:

- 1 – muzzle length;
- 2 – front paw girth; 3 – chest girth;
- 4 – chest width; 5 – muzzle width

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

На основании проведенного анализа методом главных компонент морфометрических данных самок серебристо-черной лисицы установлено, что изменчивость 13 исходных признаков эффективно описывается двумя независимыми компонентами, которые в совокупности объясняют 76,8% общей дисперсии (табл. 1).

Таблица 1

Объясненная дисперсия морфометрических признаков у самок серебристо-черных лисиц в возрасте 3 и 7 месяцев по результатам анализа главных компонент

Table 1

Explained variance of morphometric traits in female silver-black foxes at 3 and 7 months of age based on Principal Component Analysis

Возраст	3 месяца		7 месяцев	
	% дисперсии	Суммарный%	% дисперсии	Суммарный%
1	49,993	49,993	39,597	39,597
2	26,804	76,796	33,674	73,271

Первый и наиболее значимый компонент, объясняющий 49,993% дисперсии, интерпретируется как фактор общего размера тела. На это указывают исключительно высокие положительные нагрузки таких признаков, как длина тела (0,922), длина хвоста (0,897), обхват груди (0,881), длина задней конечности (0,890) и масса тела (0,828) (рис. 2). Особи с высокими значениями по этому компоненту характеризуются крупными соматическими размерами.

Второй компонент, объясняющий 26,804% дисперсии, отражает вариацию в пропорциях телосложения и противопоставляет друг другу различные группы признаков. Он демонстрирует сильную положительную связь с шириной груди (0,937) и одновременно сильную отрицательную нагрузку с длиной передней конечности (-0,889) и длиной головы (-0,786). Таким образом, данный компонент дифференцирует особей с мощным широкогрудым телосложением, но относительно короткими конечностями и головой, от особей с более удлиненными и грацильными пропорциями.

При анализе возрастной динамики выявлены существенные различия между 3-месячными и 7-месячными особями. В 3-месячном возрасте доминирует фактор общего размера (49,99% дисперсии), интегрирующий рост всех линейных параметров (длина тела – 0,922, хвоста – 0,897), что соответствует классической модели изометрического роста на ранних стадиях постнатального онтогенеза.

К 7 месяцам у большинства млекопитающих период экстремально интенсивного ювенильного роста завершается, начинается фаза стабилизации и пубертатного развития. Организм переходит от набора «массы вообще» к формированию взрослых пропорций, усиленному развитию вторичных половых признаков и функциональных систем. Рост становится более гармоничным и направленным. Общая объясненная дисперсия почти не изменилась (69,17% против 67,37% в 3 месяца) (табл. 1). Это означает, что два фактора по-прежнему исчерпывающе описывают основные закономерности телосложения. Первый компонент стал немного важнее (38,59% против 37,12%).

Это говорит о том, что общий размер тела как фактор вариаций усилил свое влияние. Второй компонент незначительно потерял в весе (30,58% против 30,25%). Это указывает на то, что диспропорции в росте (аллометрия) стали менее выраженными, рост стал более гармоничным (рис. 3).

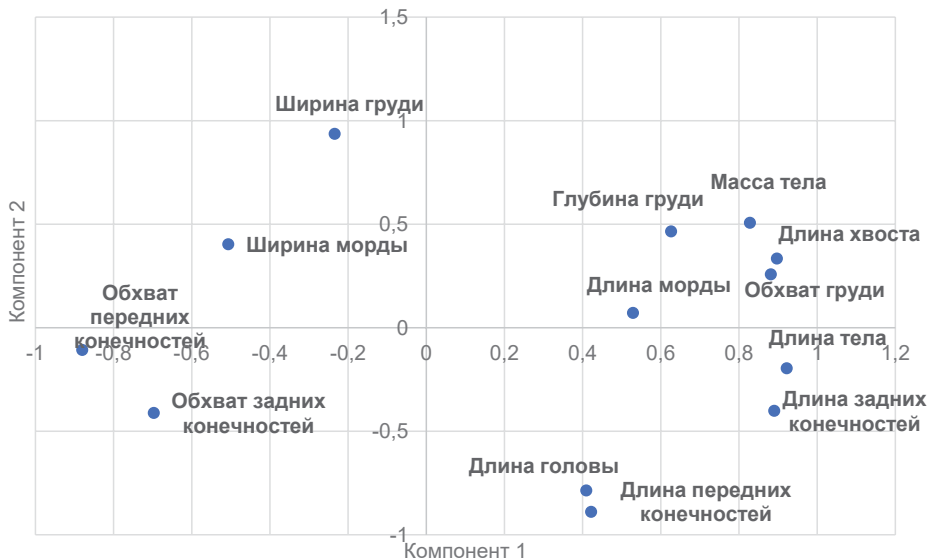


Рис. 2. График нагрузок линейных промеров тела, полученный в результате анализа методом главных компонент у серебристо-черных самок в возрасте 3 месяца

Figure 2. Load graph of linear body measurements obtained via Principal Component Analysis for female silver-black foxes at three months of age

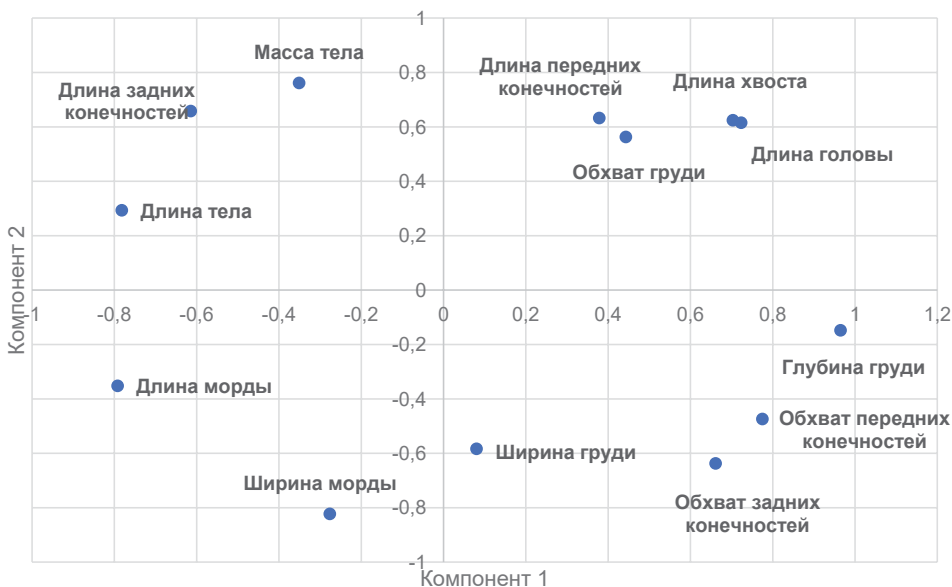


Рис. 3. График нагрузок линейных промеров тела, полученный в результате анализа методом главных компонент у серебристо-черных самок в возрасте 7 месяцев

Figure 3. Load graph of linear body measurements obtained via Principal Component Analysis for female silver-black foxes at seven months of age

Результаты исследований показали существенную перестройку морфометрических показателей у самок серебристо-черной лисицы в возрасте от 3 до 7 месяцев, что отражает сложные онтогенетические изменения в этот критический период развития (табл. 2).

Анализ методом главных компонент показал, что в 3-месячном возрасте доминирует фактор общего размера тела (49,99% дисперсии), интегрирующий рост всех линейных параметров. Это свидетельствует о преобладании изометрического роста на ранних стадиях постнатального развития, что характерно для периода интенсивного соматического роста под контролем соматотропной оси (GH-IGF-1) при минимальном влиянии половых стероидов [13].

К 7 месяцам наблюдается кардинальное изменение структуры морфометрической изменчивости. Первый компонент (39,60%) отражает опережающее развитие осевых структур, что свидетельствует о переходе к аллометрическому росту, обусловленному пубертатной гормональной перестройкой [14]. Данные изменения полностью соответствуют модели «Дифференциальная траектория роста» семейства Псовые (*Canidae*), описанной в работах на моделях домашней собаки по изучению полового диморфизма (*Canis familiaris*) [15].

Исследования подтверждают, что активация гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси в возрасте 6–8 месяцев инициирует закрытие эпифизарных зон роста в длинных костях [16]. Это объясняет редукцию значимости линейного роста в наших данных, одновременно стимулируя периостальный аппозиционный рост костей и развитие мышечно-связочного аппарата, что проявляется в росте обхватов и глубины груди.

Второй компонент у 7-месячных особей (33,67%) демонстрирует оппозицию между накоплением массы тела и удлинением задней конечности против уменьшения ширины морды и обхвата задней конечности. Эта дивергенция согласуется с данными о половом диморфизме роста: эстрогены у самок индуцируют липогенез и рост тазовых костей при одновременном торможении роста краниофациальных структур [16].

Биохимические исследования показывают, что у серебристо-черных лисиц к 4-месячному возрасту показатели общего белка достигают референтного диапазона, тогда как уровень липидов у молодняка зимой выше, чем летом [3, 4]. Эти метаболические изменения совпадают с периодом морфологической перестройки и отражают перераспределение ресурсов с ростовых процессов на формирование депо энергетических веществ и развитие вторичных половых признаков.

Полученные результаты находятся в полном соответствии с физиологическими закономерностями, описанными в литературе. Исследования на растущих лисицах подтверждают, что пик скорости роста приходится на 3–4 месяца с последующим замедлением и перераспределением ресурсов [17]. Роль лептина и инсулина в переключении энергетического обмена с роста на депонирование жира у самок в предрепродуктивный период хорошо документирована [18].

Выявленная морфометрическая динамика является точным отражением глубоких физиологических процессов: перехода от соматотропного доминирования роста к эстроген-опосредованной подготовке опорно-двигательного аппарата и энергетических резервов к первому репродуктивному циклу. Это составляет основу адаптивной стратегии онтогенеза у видов с сезонным размножением [19, 20].

Особый интерес представляет выявленный антагонизм между развитием ширины груди и длиной конечностей и головы, являющийся классическим примером аллометрии – дифференцированного роста частей тела. Это указывает на то, что данные признаки находятся под независимым гормональным или генетическим контролем и имеют разные критические периоды своего формирования [21].

Широкая грудь, имеющая наивысшую нагрузку, является показателем хорошо развитого костяка и объема грудной полости, а, следовательно, и развития кардиореспираторной системы. Такой тип сложения может быть адаптивным признаком, связанным с лучшими показателями выносливости и обмена веществ.

Короткие конечности при широком туловище могут быть следствием более раннего прекращения роста длинных трубчатых костей в длину (закрытие эпифизарных зон роста) по сравнению с ростом костяка в ширину, что регулируется комплексом гормонов (половые гормоны, тиреоидные гормоны) [22, 23].

Таблица 2

Сравнительная характеристика возрастных периодов развития у самок серебристо-черной лисицы

Table 2

Comparative characteristics of developmental stages in female silver-black foxes

Параметр	3 месяца	7 месяцев	Физиологическое значение
Доминирующий компонент роста	Общий размер тела (49,99%)	Развитие осевых структур (39,60%)	Переход от изометрического к аллометрическому росту
Рост костей в длину	Интенсивный	Замедленный	Закрытие эпифизарных зон роста
Развитие грудной клетки	Умеренное	Интенсивное (нагрузка – 0,965)	Подготовка к репродуктивной функции
Накопление массы тела	Пропорциональное	Интенсивное (нагрузка – 0,761)	Накопление энергетических ресурсов
Гормональный статус	Преобладание соматотропина	Повышение уровня половых стероидов	

Таким образом, вариация по второму компоненту отражает не только морфологические, но и глубокие физиологические различия между особями, сформировавшиеся в процессе индивидуального развития. Это может быть следствием различий в сроках полового созревания, активности щитовидной железы или особенностей распределения питательных веществ.

Полученные результаты имеют важное практическое значение для звероводства. Выявление критических периодов роста и развития позволяет оптимизировать условия кормления и содержания молодняка серебристо-черных лисиц. Учет возрастных особенностей морфогенеза может способствовать улучшению продуктивных качеств и повышению эффективности селекционно-племенной работы [24].

**Выводы
Conclusions**

1. У самок серебристо-черной лисицы в возрасте 3 месяца морфометрическая изменчивость на 49,99% определяется фактором общего размера тела, что свидетельствует о преобладании изометрического роста в этот период.

2. К 7-месячному возрасту происходит кардинальная перестройка ростовых процессов: первый главный компонент (39,60% дисперсии) отражает опережающее развитие осевых структур (глубина груди – 0,965, обхват передней конечности – 0,775), а второй компонент (33,67%) демонстрирует оппозицию между накоплением массы тела (0,761) и удлинением задней конечности (0,658).

3. Выявленные изменения свидетельствуют о переходе от соматотропного контроля роста к эстроген-опосредованной регуляции, обеспечивающей подготовку организма к первому репродуктивному циклу.

4. Установленные закономерности возрастной динамики морфометрических показателей имеют важное значение для разработки научно обоснованных технологий выращивания серебристо-черных лисиц в условиях клеточного звероводства.

Список источников

1. Шевчук Т.В. Биологические особенности серебристо-черной лисицы // *APRIORI. Серия «Естественные и технические науки»*. 2015. № 5. С. 34. EDN: UMDJXH

2. Берестов В.А. *Лабораторные методы оценки состояния пушных зверей*. Петрозаводск: Карелия, 1981. 198 с.

3. Балхановская Т.В. Зависимость биохимических показателей крови серебристо-черных лисиц от сезона года в условиях севера Тюменской области // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 4-5. С. 1120–1123. EDN: PXMLBR

4. Березина Ю.А., Кошурникова М.А., Домский И.А. Гормональные особенности у самок лисиц (*Vulpes vulpes L.*) разных цветовых типов в онтогенезе // *Кролиководство и звероводство*. 2022. № 4. С. 20–27. https://doi.org/10.52178/00234885_2022_4_20

5. Salt C., Morris P.J., Butterwick R.F., Lund E.M. et al. Comparison of growth patterns in healthy dogs and dogs in abnormal body condition using growth standards. *PLoS ONE*. 2020;15(9): e0238521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238521>

6. Шумилина Н.Н., Ларина Е.Е. Особенности роста и развития щенков золотистой и белой генерации енотовидной собаки // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2018. № 3. С. 48–54. EDN: XQBWGD

7. Балакирев Н.А., Ларина Е.Е., Шумилина Н.Н. Сравнительный анализ динамики живой массы молодняка лисиц серебристо-черных, коликотт, жемчужных, бургундских с учетом потребления корма // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011. Т. 80, № 6. С. 46–49. EDN: NTSFQX

8. Ходусов А.А., Пономарева М.Е., Коноплев В.И. Морфометрические показатели самцов сканблэк с разным гено- и фенотипом // *Вестник АПК Ставрополя*. 2021. № 4 (44). С. 15–20. <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2021-10-43-15-20>

9. Орлова Е.А., Параскива Е.Е., Федорова О.И. Изменения некоторых экстерьерных и интерьерных показателей соболей в процессе их промышленного разведения // *Кролиководство и звероводство*. 2023. № 5. С. 15–23. https://doi.org/10.52178/00234885_2023_5_15

10. Халафян А.А. *Современные методы многомерного статистического анализа*. М.: Лань, 2020. 456 с.

11. McGarigal K., Cushman S., Stafford S. *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. New York: Springer, 2018. 283 p.

12. Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D., Fink W.L. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. London: Elsevier, 2004. 443 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-778460-1.X5000-5>

13. Rincon M., Rudin E., Barzilai N. The insulin/IGF-1 signaling in mammals and its relevance to human longevity. *Experimental gerontology*. 2005;40(11):873-877. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2005.06.014>
14. Смирнов В.В., Выхристюк О.Ф., Гаврилова А.Е. и др. Синдром высокорослости: дифференциальная диагностика // *Лечащий врач*. 2012. № 3. С. 10–15. EDN: SEPVIN
15. Frynta D., Baudyšová J., Hradcová P., Faltusová K. et al. Allometry of Sexual Size Dimorphism in Domestic Dog. *PLoS ONE*. 2012;7(9): e46125. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046125>
16. Väänänen H.K., Härkönen P.L. Estrogen and bone metabolism. *Maturitas*. 1996;23:565-569. [https://doi.org/10.1016/0378-5122\(96\)01015-8](https://doi.org/10.1016/0378-5122(96)01015-8)
17. Березина Ю.А., Кошурникова М.А., Беспятовых О.Ю., Сюткина А.С. и др. Интенсивность роста щенков красной лисицы типа огневка вятская // *Генетика и разведение животных*. 2023. № 2. С. 20–27. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-20-27>
18. Jaiswar S., Priyadarshini A. Leptin and Female Reproductive Health. *IntechOpen*. 2021. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101226>
19. Zhan Y.M., Yasuda J., Too K. Reference data on the anatomy and serum biochemistry of the silver fox. *Japanese Journal of Veterinary Research*. 1991;39(1):39-50.
20. Zatoń-Dobrowolska M., Moska M., Mucha A., Wierzbicki H. et al. Variation in fur farm and wild populations of the red fox, *Vulpes vulpes* (Carnivora: Canidae) – Part I: Morphometry. *Canadian Journal of Animal Science*. 2016;(96):589-597. <https://doi.org/10.1139/CJAS-2016-0026>
21. Sherratt E., McCullough E., Painting C. Commentary: The ecological and evolutionary implications of allometry. *Evolutionary Ecology*. 2022;36:431-437. <https://doi.org/10.1007/s10682-022-10201-9>
22. Walther A., Seuffert J. Testosterone and Dehydroepiandrosterone Treatment in Ageing Men: Are We All Set? *World Journal of Men's Health*. 2020;38(2):178-190. <https://doi.org/10.5534/wjmh.190006>
23. Орлова Е.А., Зотова А.А., Федорова О.И. Репродуктивная способность однопородных самок соболей разных сроков рождения // *Кролиководство и звероводство*. 2021. № 5. С. 10–15. https://doi.org/10.52178/00234885_2021_5_10
24. Ларина Е.Е., Кудрявцев В.Б., Шумилина Н.Н. Анализ качества шкурковой продукции серебристо-черных лисиц звероплемзавода «Савватьево» // *Кролиководство и звероводство*. 2021. № 5. С. 4–9. https://doi.org/10.52178/00234885_2021_5_4

References

1. Shevchuk T.V. Biological features silver fox. *APRIORI. Seriya: Estestvennyye i tekhnicheskie nauki*. 2015;(5):34. (In Russ.)
2. Berestov V.A. *Laboratory methods for assessing the condition of fur-bearing animals*. Petrozavodsk, USSR: Karelia, 1981:198. (In Russ.)
3. Balhanovskaya T.V. Dependence of the blood biochemical indices silver-black foxes on the season in the north of Tyumen. *Fundamentalnye issledovaniya*. 2013;(4-5):1120-1123. (In Russ.)
4. Berezina Yu.A., Koshurnikova M.A., Domskey I.A. Female foxes (*Vulpes vulpes* L.) of different color types with age. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2022;(4):20-27. (In Russ.) https://doi.org/10.52178/00234885_2022_4_20

5. Salt C., Morris P.J., Butterwick R.F., Lund E.M. et al. Comparison of growth patterns in healthy dogs and dogs in abnormal body condition using growth standards. *PLoS ONE*. 2020;15(9): e0238521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238521>
6. Shumilina N.N., Larina E.E. Features of growth and development of puppies of a golden and white generation of a raccoon dog. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. 2018;(3):48-54. (In Russ.)
7. Balakirev N.A., Larina E.E., Shumilina N.N. Comparative analysis of the dynamics of live weight of young foxes of silver-black, colicotta, pearl, Burgundy foxes, taking into account feed consumption. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011;80(6):46-49. (In Russ.)
8. Khodusov A.A., Ponomareva M.E., Konoplev V.I. Morphometric parameters of scanblack males with different geno- and phenotypes. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2021;(4(44)):15-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2021-10-43-15-20>
9. Orlova E.A., Paraskiva E.E., Fedorova O.I. Changes in some exterior and interior indicators of sables in the process of their industrial breeding. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2023;(5):15-23. (In Russ.) https://doi.org/10.52178/00234885_2023_5_15
10. Khalafyan A.A. *Modern methods of multidimensional statistical analysis*. Moscow, Russia: Lan, 2020:456. (In Russ.)
11. McGarigal K., Cushman S., Stafford S. *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. New York, USA: Springer, 2018:283.
12. Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. London, UK: Elsevier, 2014:443.
13. Rincon M., Rudin E., Barzilai N. The insulin/IGF-1 signaling in mammals and its relevance to human longevity. *Experimental gerontology*. 2005;40(11):873-877. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2005.06.014>
14. Smirnov V.V., Vykhristyuk O.F., Gavrilova A.E. Berezina, D.E. Tallness syndrome: differential diagnosis. *Lechaschi Vrach*. 2012;(3):10-15. (In Russ.)
15. Frynta D., Baudyšová J., Hradcová P., Faltusová K. et al. Allometry of Sexual Size Dimorphism in Domestic Dog. *PLoS ONE*. 2012;7(9): e46125. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046125>
16. Väänänen HK, Härkönen PL. Estrogen and bone metabolism. *Maturitas*. 1996;(23):565-569. [https://doi.org/10.1016/0378-5122\(96\)01015-8](https://doi.org/10.1016/0378-5122(96)01015-8)
17. Berezina Yu., Koshurnikova M., Bespyatykh O., Syutkina A. et al. Growth rate of red fox puppies of Vyatka fire type. *Genetika i razvedenie zhivotnykh*. 2023;(2):20-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-20-27>
18. Jaiswar S, Priyadarshini A. Leptin and Female Reproductive Health. *IntechOpen*. 2021. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101226>
19. Zhan Y.M., Yasuda J., Too K. Reference data on the anatomy and serum biochemistry of the silver fox. *Japanese Journal of Veterinary Research*. 1991;39(1):39-50.
20. Zatoń-Dobrowolska M., Moska M., Mucha A., Wierzbicki H. et al. Variation in fur farm and wild populations of the red fox, *Vulpes vulpes* (Carnivora: Canidae) – Part I: Morphometry. *Canadian Journal of Animal Science*. 2016;(96):589-597. <https://doi.org/10.1139/CJAS-2016-0026>
21. Sherratt E., McCullough E., Painting C. Commentary: The ecological and evolutionary implications of allometry. *Evolutionary Ecology*. 2022;36:431-437. <https://doi.org/10.1007/s10682-022-10201-9>
22. Walther A., Seuffert J. Testosterone and Dehydroepiandrosterone Treatment in Ageing Men: Are We All Set? *World Journal of Men's Health*. 2020;38(2):178-190. <https://doi.org/10.5534/wjmh.190006>

23. Orlova E.A., Zotova A.A., Fedorova O.I. Reproductive capacity of annual female sables different birth dates. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2021;(5):10-15. (In Russ.) https://doi.org/10.52178/00234885_2021_5_10

24. Larina E.E., Kudryavtsev V.B., Shumilina N.N. Analysis of the quality of the fur products of silver-black foxes of the Savvatievo Animal Breeding Plant. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2021;(5):4-9. (In Russ.) https://doi.org/10.52178/00234885_2021_5_4

Сведения об авторах

Юлия Анатольевна Березина, канд. вет. наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; e-mail: uliyal80775@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5082-716X>

Олег Юрьевич Беспятых, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; заведующий кафедрой физической культуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Вятский государственный университет; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Московская, 36; e-mail: oleg_b@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4539-7385>

Анна Сергеевна Сюткина, канд. вет. наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; e-mail: annasiutkina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3234-8602>

Игорь Аркадьевич Плотников, д-р биол. наук, заведующий лабораторией разведения пушных зверей, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; e-mail: plotnikov_63@vk.com; <https://orcid.org/0000-0003-0458-5029>

Ираида Ивановна Окулова, канд. вет. наук, доцент, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; e-mail: okulova_i@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9938-4769>

Михаил Сергеевич Кибардин, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; e-mail: mikhail.kibardin@inbox.ru; <https://orcid.org/0009-0007-4344-6570>

Игорь Александрович Домский, д-р вет. наук, член-корр. РАН, директор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова»; 610000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79; e-mail: vniiioz43@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1633-1341>

Information about the authors

Yulia A. Berezina, CSc (Vet), Senior Research Associate, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: uliya180775@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5082-716X>

Oleg Yu. Bespyatykh, DSc (Bio), Leading Research Associate, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; Head of the Department of Physical Culture, Vyatka State University; 36 Moskovskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: oleg. – b@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4539-7385>

Anna S. Syutkina, CSc (Vet), Senior Research Associate, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: annasiutkina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3234-8602>

Igor A. Plotnikov, DSc (Bio), Head of the Laboratory of Fur Animal Breeding, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: plotnikov_63@vk.com; <https://orcid.org/0000-0003-0458-5029>

Iraida I. Okulova, CSc (Vet), Associate Professor, Senior Research Associate, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: okulova_i@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9938-4769>

Mikhail S. Kibardin, Junior Research Associate, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: mikhail.kibardin@inbox.ru; <https://orcid.org/0009-0007-4344-6570>

Igor A. Domsy, DSc (Vet), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, All-Russian Scientific Research Institute of Hunting Farm and Fur Farming named after professor B.M. Zhitkov; 79 Preobrazhenskaya St., Kirov, 610000, Russian Federation; e-mail: vnioz43@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1633-1341>

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

**Оценка субхронической системной токсичности
нового ветеринарного лекарственного препарата против эймериоза**

**Юрий Андреевич Лысенко¹✉, Евгений Юрьевич Марченко¹,
Альбина Владимировна Лунева¹, Марина Ивановна Селионова¹,
Антон Алексеевич Нестеренко², Ольга Владиславовна Петрова³,
Ирина Павловна Рябова¹**

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

³ООО «Научно-производственная компания «"Асконт+"», Москва, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** y.lysenko@rgau-msha.ru

Аннотация

Кокцидиоз, вызываемый паразитами рода *Eimeria*, представляет собой одну из наиболее серьезных инфекционных угроз в бройлерном птицеводстве, обуславливая значительные экономические потери. В условиях импортозамещения ветеринарных препаратов особую актуальность приобретает оценка безопасности новых отечественных кокцидиостатиков. В статье представлены результаты доклинического исследования субхронической системной токсичности нового отечественного лекарственного препарата для ветеринарного применения, содержащего монензин натрия в качестве действующего вещества (400 мг/г). Исследования проведены на лабораторных крысах линии Wistar в течение 28 дней ежедневного перорального введения в дозах, эквивалентных 1/10, 1/5 и промежуточной от ЛД₅₀ (36,8; 55,2; 73,5 мг/кг массы тела), с последующим 7-дневным периодом постнаблюдения. Комплексный анализ включал в себя мониторинг клинического состояния, динамики массы тела, общего и биохимического анализа крови, а также патологоанатомическое исследование органов. Установлено, что препарат не вызывает летальности, не оказывает выраженного местнораздражающего действия на желудочно-кишечный тракт и не приводит к статистически значимым морфологическим изменениям внутренних органов. Однако выявлено дозозависимое обратимое угнетение прироста массы тела, особенно выраженное у самок животных: на фоне высоких доз (55,2 и 73,5 мг/кг) наблюдались достоверное снижение темпов набора веса и умеренное, но статистически значимое уменьшение содержания гемоглобина, лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови самок. Важно, что все выявленные гематологические отклонения полностью исчезли через 7 дней после прекращения приема препарата, что свидетельствует о его обратимом, адаптационном характере воздействия. Полученные данные подтверждают относительную безопасность препарата при применении в рекомендованной дозе. Особенно важным является то, что влияние препарата на самок крыс оказалось более значимым по сравнению с его влиянием на самцов.

Ключевые слова

кокцидиостатик, субхроническая токсичность, местнораздражающее действие, доза, лабораторные крысы, общий анализ крови, биохимический анализ крови, некропсия

Благодарности

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и в партнерстве с ООО «НПК "Асконт+"».

Для цитирования

Лысенко Ю.А., Марченко Е.Ю., Лунева А.В., Селионова М.И. и др. Оценка субхронической системной токсичности нового ветеринарного лекарственного препарата против эймериоза // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 129–143.

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

Assessment of subchronic systemic toxicity of a novel veterinary drug against eimeriasis

Yury A. Lysenko[✉], Evgeniy Yu. Marchenko¹, Albina V. Luneva¹,
Marina I. Selionova¹, Anton A. Nesterenko², Olga V. Petrova³, Irina P. Ryabova¹

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

²Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

³Research and Production Company “Askont+”, Moscow, Russia

✉ **Corresponding author:** yuraduban45@mail.ru

Abstract

Coccidiosis, caused by parasites of the genus *Eimeria*, represents one of the most serious infectious threats in broiler poultry farming, leading to significant economic losses. In the context of veterinary drug import substitution, the safety assessment of new domestic coccidiostats gains particular relevance. This paper presents the results of a preclinical investigation into the subchronic systemic toxicity of a novel domestic veterinary drug, containing monensin sodium as the active pharmaceutical ingredient (400 mg/g). The study was conducted on Wistar laboratory rats over 28 days of daily oral administration at doses equivalent to 1/10, 1/5, and an intermediate fraction of the LD50 (36.8, 55.2, and 73.5 mg/kg body weight, respectively), followed by a seven-day post-observation period. Comprehensive analysis included monitoring of clinical status, body weight dynamics, complete blood count, biochemical blood analysis, and pathological examination of organs. It was established that the drug did not cause lethality, showed no pronounced local irritant effect on the gastrointestinal tract, and did not lead to statistically significant morphological changes in internal organs. However, a dose-dependent, reversible inhibition of body weight gain was observed, particularly evident in female animals: at high doses (55.2 and 73.5 mg/kg), a significant decrease in weight gain rates and a moderate, but statistically significant, reduction in hemoglobin, leukocyte, and platelet counts in the peripheral blood of females were noted. Importantly, all observed hematological abnormalities completely resolved seven days after cessation of drug administration, indicating a reversible, adaptive nature of its effects. The obtained data confirm the relative safety of the drug when used at the recommended dose. It is particularly important to note that the effect of the drug on female rats was more significant compared to males.

Keywords

coccidiostat, subchronic toxicity, local irritant effect, dose, laboratory rats, complete blood count, biochemical blood analysis, necropsy

Acknowledgments

The research was funded by the University Development Program as part of the “Priority 2030” Strategic Academic Leadership Program and performed in partnership with Research and Production Company “Askont+”.

For citation

Lysenko Yu.A., Marchenko E.Yu., Luneva A.V., Selionova M.I. et al. Assessment of subchronic systemic toxicity of a novel veterinary drug against eimeriosis. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):130–143.

Введение Introduction

Кокцидиоз, вызываемый паразитами рода *Eimeria*, остается одной из наиболее значимых инфекций в бройлерном птицеводстве, обуславливая значительные экономические потери за счет повышения смертности, снижения продуктивности и ухудшения конверсии корма [1]. Ооцисты возбудителя обладают высокой экологической устойчивостью и передаются алиментарным путем, что делает птичники постоянными резервуарами инфекции. Наиболее тяжелое течение наблюдается у молодняка 2–6-недельного возраста, летальность которого может достигать 50% при отсутствии профилактики [2, 3].

В условиях ограничений на импорт ветеринарных препаратов развитие отечественных кокцидиостатиков и комплексных санитарно-гигиенических мер становится стратегически необходимым направлением. Эффективность этих решений подтверждена полевыми данными и позволяет снизить заболеваемость на 30–60% при сохранении экономической целесообразности [4–6].

Таким образом, обеспечение устойчивости птицеводческой отрасли требует интеграции локальных диагностических, профилактических и технологических решений, направленных на снижение зависимости от импортных средств и минимизацию инфекционных рисков, особенно по кокцидиозу, что требует внедрения новых отечественных и эффективных лекарственных средств ветеринарного назначения.

Цель исследований: в рамках субхронической токсичности выявить наиболее чувствительные к действию ветеринарного препарата органы и системы организма у лабораторных крыс при многократном его пероральном введении для установления противопоказаний и возможных побочных эффектов.

Методика исследований Research method

Доклинические исследования осуществлялись на базе центра доклинических и клинических исследований при ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Объект исследований – новый отечественный антипротозойный лекарственный препарат для ветеринарного применения, содержащий в качестве действующего вещества монензин в форме натриевой соли 400 мг, для лечения и профилактики эймериоза у с.-х. птицы (фирма-изготовитель – ООО «НПК «Асконт+»»).

Исследования выполнены на половозрелых крысах линии Wistar обоего пола в возрасте 11–12 недель. Средние показатели живой массы в группах самцов и самок достигали 314,01 и 242,61 г соответственно. Происхождение и здоровье животных подтверждено ветеринарным свидетельством от 4 марта 2025 г. № 28157522056.

Животные содержались индивидуально в условиях контролируемого микроклимата вивария: температура воздуха составляла 20,0–22,0°C, относительная влажность – 50–60%. Для размещения применялись клетки из поликарбоната, оборудованные подстилочным материалом марки М55. Рацион питания был основан на полнорационном гранулированном комбикорме для лабораторных животных (рецепт ПК-120).

Дизайн исследований и все процедуры с участием животных были одобрены Биоэтической комиссией РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (протокол № 33 от 18 февраля 2025 г.) и соответствовали международным этическим стандартам [7–10].

На момент проведения опыта каждому лабораторному животному был присвоен индивидуальный порядковый номер. Лабораторных животных идентифицировали по номерным знакам, указанным на клетках.

В соответствии с целью были проведены следующие виды исследований.

1. Субхроническая системная токсичность нового кокцидиостатика, содержащего в качестве действующего вещества монензин в форме натриевой соли 400 мг, осуществлялась в течение 35 дней (28 дней – введение препарата и дополнительно 7 дней – постнаблюдение) согласно общепринятым методикам и нормативным документам [11–17]. Для исследования субхронической токсичности ветеринарного препарата были сформированы 3 опытные группы и одна контрольная. Первая опытная группа получала исследуемый препарат в дозе 1/10 от ЛД₅₀, полученной в острой оральной токсичности (36,8 мг/кг животного); третья опытная группа получала исследуемый препарат в дозе 1/5 от ЛД₅₀, полученной в острой оральной токсичности (73,5 мг/кг животного), вторая опытная группа получала исследуемый препарат в промежуточной дозе, находящейся между 1/5 и 1/10 от ЛД₅₀, полученной в острой оральной токсичности (55,2 мг/кг животного). Объем выборки в каждой экспериментальной группе составил 12 особей (6 самцов и 6 самок). Модель субхронической системной токсичности воспроизводили путем ежедневного введения изучаемого кокцидиостатика в течение 28 дней. Препарат вводили интрагастрально один раз в день через ротопищеводный зонд в виде водного раствора, разбавленного дистиллированной водой.

2. Местно-раздражающее действие нового кокцидиостатика, содержащего в качестве действующего вещества монензин в форме натриевой соли 400 мг, оценивали в рамках изучения субхронической токсичности при патологоанатомическом вскрытии лабораторных крыс путем влияния его на различные участки желудочно-кишечного тракта в месте введения.

При исследовании субхронической токсичности нового ветеринарного препарата у лабораторных крыс оценивали клиническое состояние и их летальность на протяжении всего эксперимента. У животных измеряли массу тела на нулевые (до исследований), 7-е, 14-е, 21-е, 28-е и 35-е сутки. Проводили исследование крови на 28-е и 35-е сутки эксперимента на следующие показатели: гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, гематокрит (на автоматическом гематологическом анализаторе Abacus 5 Vet); АСТ, АЛТ, ЩФ, общий белок, билирубин общий, креатинин, мочевины, глюкоза, холестерин, кальций, фосфор (на биохимическом анализаторе Chem well 2910). Для оценки состояния внутренних органов и расчета массового коэффициента у лабораторных животных на 28-е и 35-е сутки эксперимента осуществляли их патологоанатомическое вскрытие. Эвтаназирование экспериментальных животных проводили согласно рекомендациям [8].

Полученные показатели и величины контролировали посредством статистической обработки (нахождение средних величин и оценка разброса

индивидуальных результатов), а также сравнения с результатами первичных исследований при помощи программного обеспечения Microsoft Excel 2019 в операционной системе Windows 10. Статистическую значимость различий устанавливали по величине критерия Стьюдента. Результаты считали достоверными при уровне вероятности $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

При проведении субхронической токсичности лекарственного препарата ветеринарного назначения в испытанных дозах ярко выраженного токсического действия на организм лабораторных крыс не выявлено. В течение эксперимента у животных опытных групп регистрировались незначительные различия в общем состоянии в сравнении с состоянием в группе биологического контроля, выражающиеся в меньшей двигательной активности в первые недели эксперимента. Показатели потребления пищи и воды оставались стабильными во всех экспериментальных группах животных, значимые различия между ними не продемонстрированы. Поведение лабораторных животных после дачи исследуемого лекарственного препарата не отклонялось от физиологического состояния. Визуальные нарушения функций работы органов пищеварения и мочеотделения отмечены не были.

Изменения показателей живой массы тела у животных опытных и контрольной групп до 28 суток представлены в таблице 1. Установлено, что прирост живой массы тела самцов крыс за весь период эксперимента в контрольной группе составил 118,89 г, или 37,13%; в первой опытной группе – 110,36 г, или 35,25%; во второй опытной группе – 110,87 г, или 35,90%; в третьей опытной группе – 103,17 г, или 32,87%. Исследования показали, что общий прирост массы тела самцов крыс в контрольной и экспериментальной группах находится в пределах нормы и не демонстрирует существенного различия между группами. Тем не менее в ходе эксперимента были выявлены определенные закономерности: на седьмой день наблюдений зафиксировано статистически значимое различие ($p \leq 0,05$) между показателями живой массы контрольной группы и третьей опытной группы. Разница составила 4,50% в пользу контрольной группы, где недельный прирост массы тела составил 10,81%, в то время как в третьей группе этот показатель был равен 7,95%. На 14-е сутки исследования достоверная разница в сравнении с группой биологического контроля отмечена во второй ($p \leq 0,05$) и третьей ($p \leq 0,01$) опытных группах: разница в пользу контрольной группы составила 4,11% (в сравнении со второй группой) и 6,60% (в сравнении с третьей группой). При этом недельный привес составил 10,77% в контроле; 8,38 и 8,76% – во второй и третьей опытных группах соответственно.

На 21-е сутки эксперимента статистически достоверная разница ($p \leq 0,05$) между контрольной и третьей опытной группами в пользу группы контроля составила 4,65%. При этом недельный прирост живой массы тела в группе биологического контроля составил 4,49% против 6,66% в третьей опытной группе. К концу четвертой недели эксперимента (28-е сутки) выявлено статистически значимое преимущество контрольной группы над второй ($p \leq 0,05$) и третьей ($p \leq 0,01$) экспериментальными группами. Превышение значений в контрольной группе над второй и третьей опытными группами достигало 4,41 и 5,02% соответственно. Схожая картина наблюдалась при оценке недельного прироста: максимальное значение отмечалось в контроле (5,18%), в то время как во второй группе он составил 4,20%, а в третьей – 4,61%.

**Результаты влияния нового кокцидиостатика
на живую массу лабораторных крыс с нулевых по 28-е сутки (n = 12), M±m**

Table 1

**Effect of the novel coccidiostat on the live body weight
of laboratory rats from day 0 to day 28, n = 12, M±m**

Группа	Доза, мг/кг	Пол	Дни эксперимента, сут.				
			0	7	14	21	28
Контрольная	—	♂	320,19±2,18	354,80±2,83	397,62±2,54	416,33±3,80	439,08±3,53
		♀	238,67±2,87	257,06±3,42	266,52±2,85	279,33±3,11	287,53±2,39
1-я опытная	36,8	♂	313,10±6,62	347,73±9,10	383,34±10,10	410,29±10,18	423,46±9,21
		♀	241,70±4,18	258,13±3,61	268,47±5,10	280,95±4,49	292,34±6,00
2-я опытная	55,2	♂	308,86±5,02	349,32±4,73	381,27±7,19*	402,12±7,02	419,73±7,69*
		♀	245,72±2,17	237,62±3,02***	231,97±2,48***	247,43±2,35***	268,47±3,06***
3-я опытная	73,5	♂	313,89±8,53	338,83±6,34*	371,36±7,86**	397,84±7,34*	417,06±6,33**
		♀	244,35±4,25	228,84±3,09***	218,61±2,20***	232,04±3,76***	251,60±4,87***

Примечание. Результаты достоверны по отношению к группе биологического контроля: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Результаты исследований показали, что длительное введение препарата самцам крыс в дозе 36,8 мг/кг (1-я группа) не вызывало признаков токсического действия, поскольку различия с контрольной группой на протяжении эксперимента были статистически недостоверными. В то же время дозы 55,2 и 73,5 мг/кг (вторая и третья опытные группы) оказывали дозозависимое влияние на динамику живой массы, выражавшееся в менее стабильном ее приросте. Наиболее выраженные отклонения от контроля наблюдались при введении максимальной дозы (73,5 мг/кг). Несмотря на то, что абсолютные значения прироста массы во всех группах оставались в пределах физиологической нормы, выявленные нарушения динамики роста могут указывать на проявление слабовыраженной субхронической токсичности препарата в указанных дозах.

Статистический анализ исследования динамики живой массы тела самок лабораторных крыс показал отсутствие значимых различий между контрольной и первой опытной группами на протяжении всего эксперимента. В то же время различия между контрольной группой и второй и третьей опытными группами были статистически значимыми ($p \leq 0,001$): с седьмых суток и до конца опыта. Общий прирост массы за 28 дней эксперимента существенно различался между группами. В контрольной группе было зафиксировано увеличение массы на 48,86 г (16,99%), в первой опытной группе – 50,64 г (17,32%), во второй группе – 22,75 г (8,47%), а в третьей опытной группе – всего 7,25 г (2,88%).

Детальный анализ динамики недельного прироста выявил существенные различия между группами на разных этапах эксперимента. На 7-е сутки крысы контрольной группы набрали 18,39 г (+7,15%), тогда как во второй и третьей опытных группах наблюдалось снижение массы на 8,1 г (– 3,41%) и 15,51 г (– 6,78%) соответственно. К 14-м суткам относительный прирост в контрольной группе составил + 3,55%, при этом во второй и третьей группах отмечалось снижение на 2,44 и 4,68% соответственно. На 21-е сутки недельный прирост стал положительным во всех группах: в контрольной группе он составил 4,59%, во второй группе – 6,25%, в третьей группе – 5,7%. К концу эксперимента (28-е сутки) прирост в контрольной группе составил 2,85%, во второй группе – 7,84%, в третьей группе – 7,77%.

В начале эксперимента (на 7-е и 14-е сутки) во второй и третьей опытных группах наблюдалось снижение массы тела животных. Однако к завершению исследования динамика изменилась: был зафиксирован положительный прирост массы, хотя существенно уступающий показателям контрольной группы. Наблюдаемая тенденция может указывать на процесс адаптации животных к воздействию исследуемого препарата. При этом зафиксированные различия в динамике массы тела свидетельствуют о проявлении субхронической токсичности препарата при используемых режимах дозирования. Особенно важно отметить, что влияние препарата на самок крыс оказалось более значимым по сравнению с самцами.

На заключительном этапе эксперимента (28-е сутки) у части животных из каждой группы ($n = 6$ включая 3 самца и 3 самки) был выполнен забор периферической крови. Полученные образцы были подвергнуты общему клиническому и биохимическому анализу. Результаты морфо-биохимических показателей крови у экспериментальных лабораторных крыс при длительном применении лекарственного препарата для ветеринарного назначения отражены в таблице 2.

В результате изучения показателей общего и биохимического анализа крови опытных крыс не установлены нарушения системного здоровья организма испытуемых. Все исследуемые показатели у животных опытных групп находились в пределах внутривидовых значений нормы.

Показатели общего анализа крови самцов экспериментальных крыс в разрезе групп не имели статистически достоверных отклонений, тогда как обработка результатов, полученных в группе самок, продемонстрировала достоверные тенденции. Уровень лейкоцитов в группе биоконтроля у самок был значимо выше, чем во второй и третьей опытных группах, на 32,81% ($p \leq 0,01$) и 23,74% ($p \leq 0,05$) соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась для содержания гемоглобина у самок: превышение над показателями второй и третьей групп составило 14,48% ($p \leq 0,001$) и 9,0% ($p \leq 0,05$). Средний уровень тромбоцитов в контроле также был достоверно выше по сравнению с опытными группами – приблизительно на 19%.

Полученные результаты указывают на то, что изучаемый препарат оказывает более выраженное влияние на организм самок, что подтверждается статистически значимыми отклонениями в показателях крови.

Результаты общего и биохимического анализа крови у крыс на 28-е сутки (n = 6), M±m

Table 2

Results of the complete blood count and biochemical blood analysis in rats on day 28 (n = 6), M±m

Показатель	Группа											
	Контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная					
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<i>Общий анализ крови</i>												
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	7,61±1,06	8,93±0,72	8,00±0,92	8,27±1,37	8,07±0,75	6,00±0,63**	7,30±1,14	6,81±0,65*				
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,84±0,36	8,41±0,30	8,12±0,39	8,44±0,56	8,04±0,01	8,03±0,29	7,84±0,21	7,60±0,54				
Гематокрит, %	43,23±2,19	43,74±3,48	49,76±4,67	49,60±4,61	42,87±1,01	46,99±2,88	48,62±1,79	49,21±3,84				
Гемоглобин, ммоль/л	9,80±0,55	9,67±0,24	10,13±0,86	9,93±0,35	9,17±0,15	8,27±0,32***	8,93±0,52	8,80±0,26*				
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	739,33±43,76	716,67±42,44	794,00±29,72	710,00±27,57	675,33±23,35	580,67±40,54*	672,67±36,25	578,00±23,44**				
<i>Биохимический анализ крови</i>												
АСТ, Ед/л	102,27±9,48	108,40±7,33	104,23±7,04	95,60±3,87	108,87±4,32	114,23±3,27	114,00±2,97	102,07±5,79				
АЛТ, Ед/л	37,50±4,12	39,07±4,73	32,70±1,06	40,77±1,6	43,10±2,83	38,53±3,27	38,20±3,16	36,77±1,64				

Показатель	Группа											
	Контрольная		1-я опытная		2-я опытная		3-я опытная					
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀				
Щелочная фосфатаза, Ед/л	131,39±14,57	121,37±9,77	116,28±7,51	136,23±8,43	136,67±5,81	124,65±13,02	128,72±13,17	137,00±6,05				
Глюкоза, ммоль/л	6,90±0,35	7,10±0,35	6,93±0,41	6,43±0,24	6,67±0,37	7,03±0,09	7,03±0,27	6,33±0,19				
Креатинин, мкмоль/л	40,97±2,67	41,4±4,23	42,73±3,37	45,23±4,62	44,33±2,03	42,67±4,12	40,37±1,65	38,07±1,92				
Общий белок, г/л	67,33±2,20	71,17±2,90	65,17±1,45	69,80±1,83	66,43±2,24	69,97±2,33	70,63±2,63	71,00±1,95				
Общий билирубин, мкмоль/л	4,43±0,22	4,93±0,09	4,27±0,22	4,50±0,29	4,60±0,26	4,33±0,39	4,50±0,20	4,87±0,19				
Мочевина, ммоль/л	4,08±0,34	4,25±0,16	3,57±0,10	4,20±0,21	4,00±0,37	4,02±0,20	3,91±0,35	3,93±0,23				
Холестерин, ммоль/л	1,83±0,38	1,63±0,20	1,83±0,09	1,63±0,32	1,93±0,26	2,03±0,47	2,43±0,26	1,83±0,38				
Кальций, ммоль/л	3,03±0,03	2,87±0,12	3,03±0,12	2,73±0,07	2,97±0,23	2,77±0,19	2,77±0,20	2,70±0,21				
Фосфор, ммоль/л	1,57±0,18	1,93±0,22	1,83±0,13	2,00±0,06	1,90±0,17	1,90±0,10	1,80±0,23	1,90±0,30				

Примечание. Результаты достоверны по отношению к группе биологического контроля: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

При изучении биохимического анализа крови испытуемых животных не установлены значительные и статистические тенденции между показателями сыворотки крови у крыс всех групп и полов: все изучаемые показатели соответствовали референсным значениям.

Патологоанатомическое исследование показало отсутствие макроскопически определяемых патологий внутренних органов. Морфометрический анализ показал отсутствие статистически значимых отклонений в массовых коэффициентах органов между исследуемыми группами.

Таким образом, патологоанатомическое исследование показало, что длительное введение исследуемого препарата не вызывает структурных изменений внутренних органов и не обладает местнораздражающим действием на желудочно-кишечный канал при пероральном применении.

На протяжении последующего 7-суточного периода постнаблюдения общее состояние и поведение животных во всех опытных группах оставались удовлетворительными и сопоставимыми с контролем. Подопытные животные активно потребляли корм и воду. Поведенческие реакции, а также функции пищеварения и мочевыделения не выходили за пределы физиологической нормы.

В таблице 3 представлены результаты влияния лекарственного препарата на массу лабораторных крыс через 7 суток после последнего его перорального введения.

При оценке изменений показателей живой массы тела у животных опытных и контрольной групп выявлены следующие статистически достоверные отклонения: через 7 дней после отмены внутрижелудочного введения лекарственного препарата для ветеринарного назначения масса тела самцов крыс контрольной группы была выше аналогичных показателей в опытных группах на 2,60; 4,39; и 6,76% соответственно. При этом отмечалась статистически значимая достоверность в сравнении со второй опытной группой при $p \leq 0,05$ и при $p \leq 0,001$ в сравнении с третьей опытной группой, а прирост массы тела в контрольной группе был выше показателей второй и третьей опытных групп на 7,61 и 21,32% соответственно.

Анализ живой массы тела самок в период наблюдения (после отмены препарата) выявил единственное достоверное различие между группой биологического контроля и третьей опытной группой ($p \leq 0,05$), где контрольные показатели были выше. При этом недельный привес в опытных группах составил 5,60; 6,37; 9,67% соответственно против 1,85% в контрольной группе, что может свидетельствовать об обратимости последствий субхронического введения лекарственного препарата в организм испытуемых животных.

Анализ гематологических и биохимических показателей крови, проведенный через 7 суток после окончания введения препарата, не выявил признаков системных нарушений у животных опытных групп. Статистически значимых различий по всем исследуемым параметрам между опытными группами и группой биологического контроля зафиксировано не было. Важно отметить, что те показатели, которые демонстрировали различия на 28-е сутки эксперимента, к 35-м суткам (после отмены препарата) нормализовались и не отличались от контрольных значений, что свидетельствует об обратимости выявленных ранее эффектов субхронического введения исследуемого ветеринарного препарата.

Морфометрическое исследование внутренних органов экспериментальных животных в период постнаблюдения показало отсутствие статистически значимых различий между контрольной и опытными группами. Сравнительный анализ массовых коэффициентов органов не выявил достоверных отклонений в абсолютных и относительных показателях между исследуемыми группами животных.

**Результаты влияния препарата на живую массу лабораторных крыс
в период постнаблюдения на 35-е сутки, (n = 6), M±m**

Table 3

**Effect of the drug on the live body weight of laboratory rats during
the post-observation period on day 35, n = 6, M±m**

Группа	Пол	Масса тела животных, г		Прирост, г
		на 28-е сутки	на 35-е сутки	
Контрольная	♂	443,93±6,14	460,49±2,21	16,56
	♀	290,70±3,04	296,17±3,42	5,47
1-я опытная	♂	430,17±18,64	448,52±15,75	18,35
	♀	282,74±8,33	299,51±10,62	16,77
2-я опытная	♂	424,99±11,21	440,29±8,46*	15,30
	♀	272,48±0,55	291,01±2,61	18,53
3-я опытная	♂	416,32±5,74	429,35±7,83***	13,03
	♀	254,37±9,57	281,59±6,40*	27,22

Примечание. Результаты достоверны по отношению к группе биологического контроля: * $p \leq 0,05$; *** $p \leq 0,001$.

Выводы Conclusions

При изучении субхронической системной токсичности нового отечественного кокцидиостатика, содержащего в качестве действующего вещества монензин в форме натриевой соли 400 мг, установлено отсутствие летального эффекта и значимых патологических изменений в общем клиническом и биохимическом показателях крови при ежедневном введении доз, составляющих 1/10, промежуточной дозы и 1/5 от LD₅₀ (367,5 мг/кг). Значения массы тела опытных крыс второй и третьей опытных групп на протяжении эксперимента и через 7 суток периода постнаблюдения отставали от значений масс тела животных контрольной группы. При этом отмечено более выраженное влияние препарата на самок по сравнению с самцами, что может быть обусловлено различиями в гормональном фоне, метаболических процессах и особенностях иммунной системы между полами.

Патологоанатомическое исследование показало отсутствие макроскопических патологий внутренних органов и повреждений слизистых оболочек ротовой полости и пищевода, связанных с раздражающим действием препарата.

Анализ биохимического состава крови показал отсутствие существенных и статистически достоверных различий между группами как в конце эксперимента, так и через 7 дней после отмены введения препарата. Исследование морфологического состава цельной крови выявило следующие особенности: у самцов экспериментальных животных не были обнаружены значимые различия между контрольной и опытными группами на всех этапах исследования. У самок во второй и третьей опытных группах на 28-е сутки эксперимента зафиксировано достоверное снижение уровня лейкоцитов, гемоглобина и тромбоцитов относительно контроля. Однако в течение 7-суточного периода наблюдения после отмены препарата эти показатели у опытных групп нормализовались и не отличались от контрольных значений, что свидетельствует об обратимости выявленных гематологических изменений.

Важно отметить, что влияние препарата на самок крыс оказалось более значимым по сравнению с его влиянием на самцов.

Список источников

1. Сайпуллаев М.С., Койчугев А.У., Гаджимурадова З.Т., Батырова А.М. и др. Меры борьбы с эймериозом птиц // *Ветеринария*. 2023. № 1. С. 46–51. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.1.46-50>
2. Бердюкова И. Эймериоз птицы в индивидуальных подсобных хозяйствах ДНР // *Промышленность и сельское хозяйство*. 2024. № 3 (68). С. 63–66. EDN: OTWXQY
3. Гиззатуллин Р.Р., Лутфуллин М.Х., Мингалеев Д.Н., Гиззатуллина Р.Р. и др. Противопаразитарная эффективность новой фармакологической субстанции «К-55» при эймериозе птиц // *Ветеринарный врач*. 2023. № 6. С. 68–72. https://doi.org/10.33632/1998-698X_2023_6_68
4. Дагаева А.Б., Махиева Б.М. Эффективные меры борьбы с эймериозами птиц в условиях Республики Дагестан // *Ветеринария сегодня*. 2024. Т. 13, № 3. С. 242–247. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-242-247>
5. Понамарев Н.М., Гвоздева А.А. Лечение и профилактика эймериоза птиц в АО «Птицефабрика "Молодежная"» Алтайского края // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2024. № 12 (242). С. 43–48. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-242-12-43-4>
6. Lysenko Y., Koshchayev A., Luneva A. Organic Meat Production of Broiler Chickens Hubbard Redbro Cross. *International Journal of Veterinary Science*. 2021;10(1): 25-30. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2020.021>
7. Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях.
8. О руководстве по работе с лабораторными (экспериментальными) животными при проведении доклинических (неклинических) исследований: Рекомендации Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14 ноября 2023 г. № 33. 59 с.
9. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS123). Strasbourg, 1986.
10. *Guide for the care and use of laboratory animals*. National Academy press. Washington D.C., 1996.
11. ГОСТ 32641-2014. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Определение токсичности при повторном/многократном пероральном поступлении вещества на грызунах. 28-дневный тест: введ. 1 июня 2015 г. Москва: Издательство «Стандартинформ», 2015. 15 с.

12. Миронов А.Н. *Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств*: Учебное пособие. Москва: Издательство «Гриф и К», 2012. 944 с. EDN: SDEWMP

13. Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения: Приказ Минсельхоза России от 6 марта 2018 г. № 101, с изм. на 5 июня 2020 г. 48 с.

14. Саночкий И.В. *Методы определения токсичности и опасности химических веществ (токсикометрия)*: Учебное пособие. Москва: Издательство «Медицина», 1970. 345 с.

15. Смирнов А.М., Дорожин В.И. *Научно-методологические аспекты исследования токсических свойств фармакологических лекарственных средств для животных*: Учебное пособие. Москва: Издательство «Россельхозакадемия», 2008. 120 с.

16. Тишков А.И., Аргунов М.Н., Ляшко Н.И. *Токсикологическая оценка новых препаратов для лечения и профилактики незаразных болезней животных*: Методические указания. Воронеж: Издательство «ВНИИНБЖ», 1987. 23 с.

17. Хабриев Р.У. *Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ*: Учебное пособие. Москва: Издательство ОАО «Медицина», 2005. 832 с. EDN: QСПОВ

References

1. Saipullaev M.S., Koichuev A.U., Gadzhimuradova Z.T., Batyrova A.M. et al. Measures to control avian eimeriosis. *Veterinary Medicine*. 2023;(1):46-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.1.46-50>

2. Berdyukova I.V. Avian eimeriosis in individual subsidiary farms of the DPR. *Promyshlennost i selskoe khozyaystvo*. 2024;(3(68)):63-66. (In Russ.)

3. Gizzatullin R.R., Lutfullin M.Kh., Mingaleev D.N., Gizzatullina R.R. et al. Antiparasitic efficacy of the new pharmacological substance “K-55” in avian eimeriosis. *Veterinarniy vrach*. 2023;(6):68-72. (In Russ.) https://doi.org/10.33632/1998-698X_2023_6_68

4. Dagaeva A.B., Makhieva B.M. Effective measures to control eimeriosis in poultry in the Republic of Dagestan. *Veterinary Science Today*. 2024;13(3):242-247. (In Russ.) <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-242-247>

5. Ponomarev N.M., Gvozdeva A.A. Treatment and prevention of avian eimeriosis at the Molodezhnaya Poultry Farm in Altai Krai. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024;(12(242)):43-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-242-12-43-4>

6. Lysenko Y., Koshchayev A., Luneva A., Omarov R. et al. Organic Meat Production of Broiler Chickens Hubbard Redbro Cross. *International Journal of Veterinary Science*. 2021;10(1):25-30. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2020.021>

7. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council, dated September 22, 2010, on the protection of animals used for scientific purposes. (In Russ.)

8. Recommendations of the Board of the Eurasian Economic Commission, No. 33, dated November 14, 2023 “On the guideline for working with laboratory (experimental) animals when conducting preclinical (non-clinical) studies.” 2023:59. (In Russ.)

9. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS123). Strasbourg, 1986.

10. *Guide for the care and use of laboratory animals*. Washington D.C., National Academy press, 1996.
11. GOST 32641-2014. *OECD guidelines for the testing of chemicals. Repeated dose 28-day oral toxicity study in rodents*. Introduced June 1, 2015. Moscow, Russia: Standartinform, 2015:15. (In Russ.)
12. Mironov A.N. *Guidelines for conducting preclinical studies of drugs: a study guide*. Moscow, Russia: Grif i K, 2012:944. (In Russ.)
13. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, No. 101, dated March 6, 2018, “*On the approval of the rules for conducting preclinical studies of veterinary medicinal products, clinical studies of veterinary medicinal products, and bioequivalence studies of veterinary medicinal products (as amended on June 5, 2020)*”. 2018:48. (In Russ.)
14. Sanotsky I.V. *Methods for determining the toxicity and hazard of chemicals (toximetry): a study guide*. Moscow, USSR: Meditsina, 1970:345. (In Russ.)
15. Smirnov A.M., Dorozhin V.I. *Scientific and methodological aspects of studying the toxic properties of pharmacological drugs for animals: a study guide*. Moscow, Russia: Rosselkhozakademiya, 2008:120. (In Russ.)
16. Tishkov A.I., Argunov M.N., Lyashko N.I. *Toxicological evaluation of new drugs for the treatment and prevention of non-communicable animal diseases: guidelines*. Voronezh, USSR: VNIINBZh, 1987:23. (In Russ.)
17. *Guide to the experimental (preclinical) study of new pharmacological substances: a study guide*. R.U. Khabriev (Ed.). Moscow, Russia: Izdatelstvo Meditsina, 2005:832. (In Russ.)

Сведения об авторах

Юрий Андреевич Лысенко, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: y.lysenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2629-2334>

Евгений Юрьевич Марченко, канд. вет. наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: marchenko.vet@mail.ru

Альбина Владимировна Лунева, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: albina.luneva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4863-3590>

Марина Ивановна Селионова, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: selionova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9501-8080>

Антон Алексеевич Нестеренко, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. имени Калинина, 13; e-mail: nesterenko-aa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1780-9466>

Ольга Владиславовна Петрова, канд. ветеринар. наук, ведущий специалист по научным исследованиям и разработкам, ООО «Научно-производственная компания «Асконт+»»; 142279, Российская Федерация, Московская обл., г.о. Серпухов, п. Оболенск, территория Квартал Б, 25; e-mail: opetrova@askont.ru

Ирина Павловна Рябова, аспирант, кафедра ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: smailik1.styudio@gmail.com

Information about the authors

Yury A. Lysenko, DSc (Bio), Associate Professor, Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: y.lysenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2629-2334>

Evgeny Yu. Marchenko, CSc (Vet), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: marchenko.vet@mail.ru

Albina V. Luneva, DSc (Bio), Associate Professor, Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: albina.luneva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4863-3590>

Marina I. Selionova, DSc (Bio), Professor, Head of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: selionova@rgau-msha.ru <https://orcid.org/0000-0002-9501-8080>

Anton A. Nesterenko, CSc (Eng), Associate Professor at the Department of Livestock Product Storage and Processing Technology, Kuban State Agrarian University; 13 Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation; e-mail: nesterenko-aa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1780-9466>

Olga V. Petrova, CSc (Vet), Leading Specialist in Scientific Research and Development, Research and Production Company Askont+; 25 Quarter B, Obolensk, Serpukhov, Moscow Region, 142279, Russian Federation; e-mail: opetrova@askont.ru

Irina P. Ryabova, postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: smailik1.styudio@gmail.com

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

**Характеристика микробиома желудочно-кишечного тракта
белой куропатки (*Lagopus lagopus*)**

Семен Викторович Николаев[✉], Андрей Викторович Филатов

Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар, Россия

[✉] **Автор, ответственный за переписку:** semen.nikolaev.90@mail.ru

Аннотация

Белая куропатка распространена в северных регионах и предпочитает кустарниковую растительность. Зимой ее рацион ограничен побегами ив и берез, поэтому пищеварительная система куропаток адаптирована к усвоению грубой растительной пищи, что обеспечивается особенностями строения ЖКТ. Цель исследований – изучение микробиома пищеварительного тракта белой куропатки в зимний период. Объектом исследований являлись образцы содержимого зоба, тощей, подвздошной и слепой кишок. Анализ проводили методом ПЦР в реальном времени с использованием набора «Колонофлор Премиум». По результатам исследований в кишечнике белой куропатки были выявлены бактерии с целлюлозолитической и антагонистической активностью – такие, как *Bacteroides spp.*, *Blautia spp.*, *Roseburia inulinivorans* и *Faecalibacterium prausnitzii*. Наиболее многочисленными представителями являлись бактероиды, количество которых в слепых отростках составляла $3,0 \times 10^{11}$ – $4,0 \times 10^{11}$ ГЭ/г, в тощей и подвздошной кишках – $1,0 \times 10^7$ – $9,0 \times 10^7$ и $7,0 \times 10^7$ – $1,0 \times 10^8$ ГЭ/г соответственно. *Roseburia inulinivorans* в основном встречалась в содержимом слепых отростков, где ее концентрация находилась в диапазоне от $3,0 \times 10^6$ до $2,0 \times 10^7$ ГЭ/г. *Faecalibacterium prausnitzii* детектировалась в зобе на уровне $1,0 \times 10^5$ – $4,0 \times 10^5$ ГЭ/г, а также в тощей и подвздошной кишках в количестве $2,0 \times 10^6$ ГЭ/г. Концентрация представителей рода *Bifidobacterium* в различных отделах ЖКТ находилась в диапазоне от $1,0 \times 10^7$ до $8,0 \times 10^{10}$ ГЭ/г, а *Lactobacillus* – от $1,0 \times 10^7$ до $4,0 \times 10^7$ ГЭ/г. Метагенные бактерии *Methanobrevibacter smithi* не были обнаружены в ЖКТ белой куропатки, а *Methanosphaera stadmanae* был идентифицирован только в слепых отростках на уровне $9,0 \times 10^7$ – $6,0 \times 10^8$ ГЭ/г. Условно-патогенная микрофлора была представлена бактериями рода *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*. Выявленные представители симбиотической микрофлоры представляют научный интерес и могут быть использованы в качестве штаммов-продуцентов для разработки ферментативных и пробиотических средств.

Ключевые слова

белая куропатка, микробиом кишечника, слепая кишка, пробиотические микроорганизмы, полимеразная цепная реакция, условно-патогенная микрофлора

Для цитирования

Николаев С.В., Филатов А.В. Характеристика микробиома желудочно-кишечного тракта белой куропатки (*Lagopus lagopus*) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2026. № 1. С. 144–153.

Characteristics of the gastrointestinal microbiome of the white partridge (*Lagopus lagopus*)

Semen V. Nikolaev✉, Andrey V. Filatov

A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Komi Republic, Russia

✉Corresponding author: semen.nikolaev.90@mail.ru

Abstract

The white partridge is widely distributed across northern regions, primarily inhabiting shrub-dominated environments. During winter, its diet is restricted to the shoots of willow and birch; consequently, the bird's digestive system is uniquely adapted for the digestion of coarse plant material, facilitated by specific anatomical features of the gastrointestinal tract. This study aimed to investigate the gastrointestinal microbiome of the white partridge during the winter period. The study objects included contents from the goiter, jejunum, ileum, and cecum. Analysis was performed via real-time PCR using the ColonoFlor Premium test system. The results revealed the presence of bacteria with cellulolytic and antagonistic activities, such as *Bacteroides* spp., *Blautia* spp., *Roseburia inulinivorans*, and *Faecalibacterium prausnitzii*. *Bacteroides* were the most abundant group, with concentrations in the ceca ranging from 3.0×10^{11} to 4.0×10^{11} GE/g, while concentrations in the jejunum and ileum were 1.0×10^7 – 9.0×10^7 GE/g and 7.0×10^7 – 1.0×10^8 GE/g, respectively. *Roseburia inulinivorans* was primarily detected in the cecal contents, with concentrations between 3.0×10^6 and 2.0×10^7 GE/g. *Faecalibacterium prausnitzii* was identified in the goiter (1.0×10^5 – 4.0×10^5 GE/g) as well as in the jejunum and ileum (approximately 2.0×10^6 GE/g). The concentration of *Bifidobacterium* species across various gastrointestinal sections ranged from 1.0×10^7 to 8.0×10^{10} GE/g, and *Lactobacillus* from 1.0×10^7 to 4.0×10^7 GE/g. Among methanogens, *Methanobrevibacter smithii* was not detected, whereas *Methanosphaera stadtmanae* was identified exclusively in the ceca at levels of 9.0×10^7 – 6.0×10^8 GE/g. The opportunistic microflora was represented by the genera *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, and *Staphylococcus*. The identified symbiotic microorganisms are of significant scientific interest and may serve as producer strains for the development of enzymatic and probiotic agents.

Keywords

partridge, gut microbiome, cecum, probiotic microorganisms, polymerase chain reaction, opportunistic microflora

For citation

Nikolaev S.V., Filatov A.V. Characteristics of the gastrointestinal microbiome of the white partridge (*Lagopus lagopus*). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):144–153.

Введение Introduction

Белая куропатка (*Lagopus lagopus*) распространена в северных регионах включая тундру и тайгу Северного полушария. Эти птицы предпочитают открытые пространства и тесно связаны с кустарниковой растительностью, которая служит для них основным источником пищи круглый год. В зимний период условия для куропаток

становятся крайне суровыми, что вынуждает их мигрировать и сталкиваться с недостатком растительной пищи, а также с ухудшением ее качества. Зимой рацион белой куропатки ограничивается несколькими видами ив и берез, что зависит от особенностей региона их обитания [1–3]. Наиболее привлекательными для них являются однолетние ивовые побеги диаметром 1,5–2,5 мм. При их отсутствии куропатки переходят на питание веточками более старых (3–4-летних) ивовых и чозениевых кустов. По наблюдениям А.В. Андреева [4], питательность зимнего рациона зависит не только от калорийности, но и от способности организма птицы усваивать пищу. Эффективность использования растительных кормов зимой обеспечивается особенностями пищеварительной системы белой куропатки, характерными для тетеревиных птиц. У них есть объемистый зоб, хорошо развитый мускульный желудок и слепые отростки кишечника. В пищеварительной системе куропаток есть особый узел, где соединяются тонкая, слепая (с двумя отростками) и прямая кишки. Непереваренное содержимое тонкого кишечника попадает в прямую кишку и выводится в виде экскрементов, а жидкое содержимое поступает в слепые кишки для дальнейшего переваривания и всасывания. Слепая кишка занимает более половины объема брюшной полости [5].

Вопросы, связанные с пищеварением у белой куропатки, остаются недостаточно изученными, а некоторые описания исследователей могут быть противоречивыми. Поэтому исследование микробиома кишечника этого вида представляет большой интерес.

Важно отметить, что классические методы изучения микрофлоры пищеварительного тракта, основанные на культивировании микроорганизмов, не позволяют полностью оценить их видовое разнообразие. Это связано с тем, что многие виды не могут быть выращены в лабораторных условиях. В связи с этим наиболее перспективными и результативными подходами к исследованию микробиома являются технологии, основанные на анализе микробной ДНК [6–8].

Цель исследований: изучение особенностей микробиома различных отделов ЖКТ у белой куропатки.

Методика исследований

Research method

Объектом исследований являлись образцы содержимого желудочно-кишечного тракта белой куропатки (*Lagopus lagopus*) ($n = 3$), добытых в зимний период на территории биогеографического региона Малоземельской тундры Ненецкого автономного округа. Материал для молекулярно-генетического анализа отбирали из зоба, тощей и подвздошной кишок, а также из слепых отростков. Образцы были получены с соблюдением асептических условий и заморожены при температуре -20°C , после чего транспортированы в молекулярно-генетическую лабораторию компании «БИОТРОФ» в криоконсервированном состоянии для дальнейшего анализа.

В условиях лаборатории выделение тотальной ДНК проводили с использованием набора «Экспресс ДНК Био» («Алкор Био», г. Санкт-Петербург), постановку ПЦР в реальном времени осуществляли на детектирующем амплификаторе ДТ Lite-4 (ООО «НПО ДНК-Технология», г. Москва) с использованием реагентов «Коллонофлор Премиум» (ООО «АльфаЛаб», г. Санкт-Петербург) в режимах, рекомендованных производителем.

По результатам анализа была определена концентрация геном-эквивалентов (ГЭ) микробной ДНК на 1 г содержимого отдельных представителей микробного сообщества.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

ПЦР-исследования показали (табл.), что в содержимом ЖКТ белой куропатки присутствуют как представители нормофлоры, так и условно-патогенные для большинства животных и птицы виды микроорганизмов.

Таблица

Количественная характеристика микробиоты различных отделов ЖКТ белой куропатки, ГЭ/г

Table

Quantitative characteristics of the microbiota in various sections of the white partridge gastrointestinal tract, GE/g

Наименование микроорганизма	Отдел желудочно-кишечного тракта			
	зоб	кишка		
		тощая	подвздошная	слепая
Нормофлора				
<i>Blautia spp.</i>	<п.о.	$4,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$	<п.о.
<i>Bacteroides spp.</i>	$8,0 \times 10^8 - 2,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^7 - 9,0 \times 10^7$	$7,0 \times 10^7 - 1,0 \times 10^8$	$3,0 \times 10^{11} - 4,0 \times 10^{11}$
<i>Bacteroides thetaomicronn</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Prevotella spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Eubacterium rectale</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Ruminococcus spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Roseburia inulinivorans</i>	<п.о.	$6,0 \times 10^4$	<п.о.	$3,0 \times 10^6 - 2,0 \times 10^7$
<i>Bifidobacterium spp.</i>	$4,0 \times 10^7 - 3,0 \times 10^8$	$1,0 \times 10^7 - 7,0 \times 10^8$	$4,0 \times 10^7 - 9,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^{10} - 8,0 \times 10^{10}$
<i>Lactobacillus spp.</i>	$9,0 \times 10^6 - 4,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6 - 4,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7 - 4,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7 - 1,1 \times 10^7$
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	$1,0 \times 10^5 - 4,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	<п.о.
<i>Akkermansia muciniphila</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Methanobrevibacter smithii</i>	$8,0 \times 10^5$	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Methanosphaera stadmanae</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	$9,0 \times 10^7 - 6,0 \times 10^8$

Наименование микроорганизма	Отдел желудочно-кишечного тракта			
	зоб	кишка		
		тощая	подвздошная	слепая
<i>Условно-патогенная и патогенная микрофлора</i>				
<i>Acinetobacter spp.</i>	$3,0 \times 10^7 - 5,0 \times 10^7$	$4,0 \times 10^7 - 1,0 \times 10^9$	$2,0 \times 10^7 - 3,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7 - 5,0 \times 10^7$
<i>Enterobacter spp.</i>	<п.о.	$1,0 \times 10^6$	<п.о.	<п.о.
<i>Enterococcus spp.</i>	<п.о.	<п.о.	$4,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$
<i>Escherichia coli</i>	$4,0 \times 10^9 - 1,0 \times 10^{10}$	$2,0 \times 10^5 - 3,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5 - 2,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^7 - 3,0 \times 10^8$
<i>Klebsiella</i> (в т.ч. <i>K. pneumoniae</i> и <i>K. oxytoca</i>)	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Parvimonas micra</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Citrobacter spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Clostridium difficile</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Clostridium perfringens</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Proteus vulgaris/mirabilis</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Salmonella spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Shigella spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Staphylococcus aureus</i>	<п.о.	<п.о.	<п.д.	$5,0 \times 10^6$
<i>Streptococcus spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
Энтеропатогенная <i>E. coli</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.
<i>Candida spp.</i>	<п.о.	<п.о.	<п.о.	<п.о.

Примечание. <п.о. – концентрация микроорганизма ниже предела обнаружения тест-системой.

Среди представителей нормальной микрофлоры кишечника определены бактерии с целлюлозолитической активностью, бактерии-антагонисты возбудителей заболеваний и прочие симбиотические формы. Так, были детектированы представители родов *Bacteroides* и *Blautia*, а также штаммы *Roseburia inulinivorans*, которые отличаются высокой целлюлозолитической и амилолитической активностью.

Микроорганизмы, относящиеся к роду *Bacteroides*, оказались наиболее широко распространенными на протяжении всего пищеварительного тракта белой куропатки. В зобе наблюдалась концентрация бактериоидов, достигающая уровня $8,0 \times 10^8$ – $2,0 \times 10^9$ ГЭ/г. В тощей и подвздошной кишках количество данных микроорганизмов было несколько ниже, составляя $1,0 \times 10^7$ – $9,0 \times 10^7$ и $7,0 \times 10^7$ – $1,0 \times 10^8$ ГЭ/г соответственно. Наибольшая численность бактериоидов отмечена в слепых отростках кишечника, где она достигает $3,0 \times 10^{11}$ – $4,0 \times 10^{11}$ ГЭ/г. Эти данные могут свидетельствовать о преобладании энергетического и углеводного метаболизма в данном отделе пищеварительного тракта.

Грамположительные анаэробные бактерии рода *Blautia* считаются одними из многочисленных представителей кишечной микробиоты. В наших исследованиях бактерии данного рода были идентифицированы не во всех отделах пищеварительной системы. Так, в содержимом зоба и слепых отростков они отсутствовали в детектируемом количестве. В образцах химуса тощей и подвздошной кишок куропаток представители рода *Blautia* были выявлены в концентрациях $4,0 \times 10^5$ и $2,0 \times 10^6$ ГЭ/г соответственно.

По данным литературы [9], представители рода *Blautia* играют ключевую роль в регуляции метаболизма у птиц. Они оказывают влияние на энергетический гомеостаз организма хозяина и модулируют иммунный ответ. Эти микроорганизмы способны продуцировать бутират, который является основным источником энергии для клеток эпителия толстой кишки. Кроме того, они участвуют в метаболизме белков, что может быть связано с процессами их переваривания в желудочно-кишечном тракте птиц. В последние годы было проведено значительное количество исследований, направленных на изучение пробиотических эффектов представителей рода *Blautia*. Результаты исследований выявили их способность к биологической трансформации, а также влияние на здоровье хозяина и возможность использования для профилактики и лечения метаболического синдрома.

В содержимом тощей кишки и слепых отростков присутствовал генетический материал бактерии *Roseburia inulinivorans*. В тонком отделе кишечника данный микроорганизм обнаружен в небольшой концентрации (до $6,0 \times 10^4$ ГЭ/г), а наибольшая численность представителя была установлена в биотопе слепых отростков – $3,0 \times 10^6$ – $2,0 \times 10^7$ ГЭ/г. *Roseburia inulinivorans* продуцирует короткоцепочечные жирные кислоты, в том числе бутират, который является источником энергии для эпителиоцитов, обеспечивая нормальное развитие клеток, поддерживая гомеостаз. Показано, что *Roseburia inulinivorans* косвенно усиливает целостность эпителиального барьера кишечника, тем самым влияя на естественную резистентность организма. Поэтому как крупный продуцент бутирата, род *Roseburia* имеет большие перспективы применения при разработке новых пробиотических средств [10].

Faecalibacterium prausnitzii рассматривается также как один из продуцентов бутирата. В ЖКТ белой куропатки этот микроорганизм обнаружен в биотопе зоба на уровне $1,0 \times 10^5$ – $4,0 \times 10^5$ ГЭ/г, в тощей и подвздошной кишках – в концентрации до $2,0 \times 10^6$ ГЭ/г. В слепых отростках птицы *F. prausnitzii* в детектируемом количестве не обнаружен.

Во всех исследованных образцах были выявлены представители *Bifidobacterium* в сравнительно высокой концентрации по всем отделам ЖКТ. Наибольшее количество бифидобактерий присутствовало в слепых отростках и подвздошной кишке: $5,0 \times 10^{10}$ – $8,0 \times 10^{10}$ и $4,0 \times 10^7$ – $9,0 \times 10^7$ ГЭ/г соответственно. Также во всех исследованных образцах были обнаружены представители *Lactobacillus spp.* Содержание лактобактерий не имело значительных колебаний в разных отделах ЖКТ белой куропатки. Максимальное их количество детектировано в химусе слепых отростков и подвздошной кишки: $1,0 \times 10^7$ – $1,1 \times 10^7$ ГЭ/г и $1,0 \times 10^7$ – $4,0 \times 10^7$ ГЭ/г соответственно. Важно подчеркнуть, что иммуномодулирующая способность *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* оказывает существенное влияние на естественную резистентность организма. Антимикробная активность этих микроорганизмов направлена на подавление роста и размножения патогенных агентов, конкурирование за субстрат и стимуляции иммунного ответа организмом животного, что способствует поддержанию целостности и функциональной стабильности микробиоты кишечника, а также общей резистентности [11].

Methanobrevibacter smithii и *Methanosphaera stadmanae* являются представителями археобактерий, которые в кишечнике преобразуют водород и углекислый газ в присутствии метанола в метан. Метаноген *Methanobrevibacter smithii* широко распространен в микробиоме кишечника человека и животных, а также в содержимом рубца жвачных животных [10, 12]. Исследования показали, что данный архей не был обнаружен ни в одном из образцов содержимого различных отделов ЖКТ белой куропатки. В свою очередь, *Methanosphaera stadmanae* в значительном количестве ($9,0 \times 10^7$ – $6,0 \times 10^8$ ГЭ/г) присутствовал только в содержимом слепых отростков птиц.

На протяжении всего пищеварительного тракта белой куропатки присутствовали представители условно-патогенной микрофлоры. Эти оппортунистические микроорганизмы в норме обнаруживаются у здоровых особей, но при снижении резистентности организма или в стрессовых условиях они могут стать причиной развития заболеваний различной этиологии. В частности, во всех исследуемых образцах содержимого ЖКТ белой куропатки было выявлено присутствие ацинетобактерий рода *Acinetobacter*. Наибольшая их концентрация установлена в содержимом тощей кишки птицы – $4,0 \times 10^7$ – $1,0 \times 10^9$ ГЭ/г. Однако также в зобе, слепых отростках и подвздошной кишке ацинетобактерии выделялись на уровне 10^5 ГЭ/г.

Кроме того, среди условно-патогенных бактерий во всех отделах ЖКТ птицы была выявлена кишечная палочка *Escherichia coli*. Наибольшее количество кишечной палочки детектировано в содержимом зоба ($4,0 \times 10^9$ – $1,0 \times 10^{10}$ ГЭ/г), а наименьшее – в химусе тощей кишки ($2,0 \times 10^5$ – $3,0 \times 10^5$ ГЭ/г). В слепых отростках и в подвздошной кишке содержание этого микроорганизма занимало промежуточные значения: $3,0 \times 10^7$ – $3,0 \times 10^8$ и $5,0 \times 10^5$ – $2,0 \times 10^6$ ГЭ/г соответственно. Кишечная палочка способна вызывать различные заболевания, приводить к диарее и даже смерти птицы. Однако энтеропатогенная *Escherichia coli* не выявлялась ни в одном из отделов пищеварения.

В образцах, взятых из различных отделов ЖКТ, не во всех случаях были обнаружены представители родов *Enterobacter spp.* и *Enterococcus spp.* Энтеробактерии были найдены только в биотопе тощей кишки, где их концентрация достигала до $1,0 \times 10^6$ ГЭ/г. Энтерококки в свою очередь были выявлены в слепых отростках в количестве $2,0 \times 10^5$ ГЭ/г и в подвздошной кишке – $4,0 \times 10^5$ ГЭ/г. В содержимом слепых отростков у куропаток был обнаружен *Staphylococcus aureus*. Концентрация данного патогена в анализируемых образцах достигала $5,0 \times 10^6$ ГЭ/г.

Выводы Conclusions

Молекулярно-генетический метод позволил детально изучить качественный и количественный состав бактерий в различных отделах желудочно-кишечного тракта белой куропатки. Анализ микрофлоры из разных участков ЖКТ показал, что процессы пищеварения, в которых участвуют бактерии, начинаются уже в зобе и продолжаются в других отделах пищеварительной системы. Количественный и качественный состав микробиоты варьирует между отделами, что связано с их различными функциями в процессе пищеварения. Наиболее богатыми по количеству микроорганизмов на 1 г содержимого являются слепые отростки кишечника птиц.

По результатам исследований были обнаружены бактерии с целлюлозолизической и амилолитической активностью, а также бактерии-антагонисты патогенов и другие симбиотические формы. В частности, представители родов *Bacteroides*, *Blautia*, *Ruminococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Roseburia* представляют интерес для дальнейших научных исследований и могут служить основой в качестве штаммов-продуцентов при создании ферментативных и пробиотических препаратов.

Список источников

1. Воронин Р.Н. *Белая куропатка Большеземельской тундры: экология, морфология, хозяйственное значение*. Ленинград: Санкт-Петербургская издательско-книготорговая фирма «Наука», 1978. 168 с. EDN: RWMFEJ
2. Исаев А.П. Тетеревиные птицы в Якутии // *Влияние климатических и экологических изменений на мерзлотные экосистемы: Труды Третьей Международной конференции «Роль мерзлотных экосистем в глобальном изменении климата»*. Якутск: Якутский научный центр комплексных медицинских проблем СО РАМН, 2007. С. 35–41. EDN: RWYCTX
3. Потапов Р.Л. О происхождении и эволюции белых куропаток (род *Lagopus*, *Tetraonidae*) // *Русский орнитологический журнал*. 2016. Т. 25, № 1272. С. 1300–1308. EDN: VPMKLF
4. Андреев А.В. *Адаптация птиц к зимним условиям Субарктики: Монография*. Москва: Наука, 1980. 176 с. EDN: PODPUV
5. Кочкарев П.В. Роль слепых отростков белой куропатки (*Lagopus lagopus Montin.* 1776) в процессе регулирования микроэлементного состава // *Вестник КрасГАУ*. 2014. № 10 (97). С. 122–126. EDN: SZFFUB
6. Филатов А.В., Минин А.В., Николаев С.В. Структура микробиоты толстой кишки молодняка свиней в норме и при патологии желудочно-кишечного тракта // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2025. Т. 26, № 2. С. 388–395. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.388-395>
7. Hina L.A., Filippova V.A., Yildirim E.A., Brazhnik E.A. The succession of reindeer' rumen symbiotic bacteria. *Journal of Animal Science*. 2021;99(3):482. <https://doi.org/10.1093/jas/skab235.850>
8. Hird S.M., Sánchez C., Carstens B.C., Brumfield R.T. Comparative Gut Microbiota of 59 Neotropical Bird Species. *Front Microbiol*. 2015;21(6):1403. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01403>
9. Liu X., Mao B., Gu J., Wu J. et al. *Blautia* – a new functional genus with potential probiotic properties? *Gut Microbes*. 2021;13(1):1-21. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1875796>

10. Nie K., Ma K., Luo W., Shen Z. et al. Roseburia intestinalis: A Beneficial Gut Organism From the Discoveries in Genus and Species. *Front Cell Infect Microbiol.* 2021;11:757718. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.757718>
11. Филатов А.В., Николаев С.В., Сюткина А.С. Эффективность раннего применения пробиотического препарата при выращивании телят // *Международный вестник ветеринарии.* 2024. № 3. С. 155–161. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2024.3.155>
12. Dridi B., Henry M., El Khéchine A., Raoult D. et al. High Prevalence of Methanobrevibacter smithii and Methanosphaera stadtmanae Detected in the Human Gut Using an Improved DNA Detection Protocol. *PLoS ONE.* 2009;4(9): e7063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007063>

References

1. Voronin R.N. *the willow ptarmigan in the Bol'shezemel'skaya tundra.* Leningrad, USSR: State unitary enterprise St. Petersburg publishing house Nauka of the Russian Academy of Sciences (a subsidiary of the Academic Publishing Centre of the Russian Academy of Sciences), 1978:168. (In Russ.)
2. Isaev A.P. Grouse birds in Yakutia. *Tret'ya mezhdunarodnaya konferentsiya 'Rol merzlotnykh ekosistem v globalnom izmenenii klimata'. August 27-31, 2006.* Yakutsk, Russia: Yakut Science Centre of complex medical problems, 2007:35-41. (In Russ.)
3. Potapov R.L. On the origin and evolution of the genus *Lagopus* (Tetraonidae). *Russkiy ornitologicheskiy zhurnal.* 2016;25(1272):1300-1308. (In Russ.)
4. Andreev A.V. *Adaptation of birds to winter conditions of the Subarctic:* a monography. Moscow, USSR: Nauka, 1980:176. (In Russ.)
5. Kochkarev P.V. The role of the ptarmigan (*lagopus lagopus Montin. 1776*) caecum in the regulation process of microelement structure. *Bulletin of KSAU.* 2014;(10(9 7)):122-126. (In Russ.)
6. Filatov A.V., Minin A.V., Nikolaev S.V. The structure of the microbiota of the colon of young pigs is normal and in the pathology of the gastrointestinal tract. *Agricultural Science Euro-North-East.* 2025;26(2):388-395. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.388-395>
7. Ilina L.A., Filippova V.A., Yildirim E.A., Brazhnik E.A. The succession of reindeer' rumen symbiotic bacteria. *Journal of Animal Science.* 2021;99(3):482. <https://doi.org/10.1093/jas/skab235.850>
8. Hird S.M., Sánchez C., Carstens B.C., Brumfield R.T. Comparative Gut Microbiota of 59 Neotropical Bird Species. *Front Microbiol.* 2015;21(6):1403. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01403>
9. Liu X., Mao B., Gu J., Wu J. et al. Blautia – a new functional genus with potential probiotic properties? *Gut Microbes.* 2021;13(1):1-21. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1875796>
10. Nie K., Ma K., Luo W., Shen Z. et al. Roseburia intestinalis: A Beneficial Gut Organism From the Discoveries in Genus and Species. *Front Cell Infect Microbiol.* 2021;11:757718. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.757718>
11. Filatov A.V. Nikolaev S.V., Syutkina A.S. The effectiveness of early use of a probiotic drug in calf rearing. *International Bulletin of Veterinary Medicine.* 2024;(3):155-161. (In Russ.) <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2024.3.155>
12. Dridi B, Henry M, El Khéchine A., Raoult D. et al. High Prevalence of Methanobrevibacter smithii and Methanosphaera stadtmanae Detected in the Human Gut Using an Improved DNA Detection Protocol. *PLoS ONE.* 2009;4(9): e7063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007063>

Сведения об авторах

Николаев Семен Викторович, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник, Институт агrobiотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167023, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, 27; e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>

Филатов Андрей Викторович, д-р вет. наук, ведущий научный сотрудник, Институт агrobiотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167023, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, 27; e-mail: fav6819@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4557-844X>

Information about the authors

Semen V. Nikolaev, CSc (Vet), Leading Research Associate, A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 27 Rucheynaya St., Syktyvkar, Komi Republic, 167023, Russian Federation; e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>

Andrey V. Filatov, DSc (Vet), Leading Research Associate, A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 27 Rucheynaya St., Syktyvkar, Komi Republic, 167023, Russian Federation; e-mail: fav6819@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4557-844X>

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Определение фитонутриентного профиля экстракта сладкого каштана и его влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят

**Сергей Васильевич Федотов[✉], Борис Игоревич Елчев,
Наталья Сергеевна Белозерцева, Зинаида Сергеевна Артюшина**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: s.fedotov@rgau-msha.ru

Аннотация

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержала 2 представителя, а у эфиров – всего 1 представитель. В экстракте сладкого каштана обнаруженные флавоноиды включали в себя около 33 фитонутриентов – таких, как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин. В совокупности результаты наших исследований свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем в себя множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья животных свойствами. Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана, была обнаружена такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты – такие, как глутаминовая кислота и тирозин. В свою очередь, на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, приходится около 54,73% от общего количества полифенолов, что указывает на то, что этот экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. В целом исследованные экстракты являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов. При сравнительной оценке морфологических, а также биохимических показателей крови опытной и контрольной групп ягнят было установлено, что динамика нормализации показателей у опытной группы выше, чем у контрольной, что может служить маркером фитобиотической активности экстракта сладкого каштана. Расчет абсолютного среднесуточного прироста и относительного прироста живой массы за 6 дней эксперимента опытной группы показал, что среднее значение по АСП живой массы ягнят опытной группы составило $408,4 \pm 4,7$ г/день, а среднее арифметическое значение по относительному приросту – 28,1%; в то время как абсолютный среднесуточный прирост живой массы ягнят контрольной группы составил $298,6 \pm 3,9$ г/день.

Ключевые слова

новорожденные ягнята, экстракт сладкого каштана, экстракт конского каштана, фитонутриентный профиль

Благодарности

Работа выполнена в рамках фронта-2025 программы «Приоритет-2030».

Для цитирования

Федотов С.В., Елчев Б.И., Белозерцева Н.С., Артюшина З.С. Определение фитонутриентного профиля экстракта сладкого каштана и его влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 154–169.

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

Determination of the phytonutrient profile of sweet chestnut extract and its effect on the viability of newborn lambs

Sergey V. Fedotov[✉], Boris I. Elchev, Natalya S. Belozertseva,
Zinaida S. Artyushina

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

[✉]Corresponding author: s.fedotov@rgau-msha.ru

Abstract

In determining the phytonutrient profile of sweet chestnut, the highest diversity of compounds was observed among flavonoids and amino acids, whereas non-flavonoid polyphenols, coumarins, tannins, and fatty acids were represented by significantly fewer molecules. The carboxylic acid category contained two representatives, while only one ester was identified. Detected flavonoids in the sweet chestnut extract included approximately thirty-three phytonutrients, such as naringenin, rutin, apigenin, luteolin, hyperoside, acacetin, and isorhamnetin. Collectively, our results indicate a complex phytonutrient composition in sweet chestnut extracts, comprising numerous compounds that may possess various health-promoting properties for animals. Both sweet chestnut and horse chestnut extracts were found to contain the essential amino acid tryptophan, as well as non-essential amino acids such as glutamic acid and tyrosine. Furthermore, flavonoids accounted for approximately 54.73% of the total polyphenols detected in the horse chestnut extract, suggesting it as a potent source of these compounds. Overall, the studied extracts are valuable sources of flavonoids and polyphenols. A comparative assessment of hematological (morphological) and biochemical blood parameters in experimental and control groups of lambs revealed that the normalization dynamics of these markers were higher in the experimental group, serving as an indicator of the phytobiotic activity of sweet chestnut extract. Calculations of growth performance over the 6-day experiment showed that the absolute average daily gain (ADG) of the experimental group was 408.4 ± 4.7 g/day, with a relative growth rate of 28.1%, while the ADG of the control group was significantly lower at 298.6 ± 3.9 g/day.

Keywords

newborn lambs, sweet chestnut extract, horse chestnut extract, phytonutrient profile

Acknowledgments

The research was supported by the “Frontier 2025” project under the “Priority 2030” Strategic Academic Leadership Program.

For citation

Fedotov S.V., Elchev B.I., Belozertseva N.S., Artyushina Z.S. Determination of the phytonutrient profile of sweet chestnut extract and its effect on the viability of newborn lambs. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):154–169.

Введение Introduction

В настоящее время для практикующих ветеринарных врачей весьма актуальным является вопрос поиска новых эффективных и безопасных препаратов, обладающих противовоспалительными свойствами и низкой биодоступностью активных компонентов, которые не ухудшают качество продукции во время и после их применения [1].

Экстракты из целых растений или отдельных органов различных видов растений вызывают все больший интерес в связи с их фитотерапевтическим применением. Это связано в первую очередь с аминокислотами, которые являются незаменимыми элементами при синтезе белков в организме и помогают удовлетворить потребности организма в росте и состоянии здоровья [2–4]. Так, триптофан является предшественником нейротрансмиттеров включая серотонин, дофамин, норадреналин и эпинефрин (адреналин), а также кожного пигмента меланина [5, 6].

Было доказано, что линолевая кислота обладает нейропротекторными и нейропластическими свойствами в животных моделях, связанных с сердечно-сосудистыми и нейродегенеративными заболеваниями. Кроме того, она способна участвовать в биосинтезе простагландинов и клеточных мембран [7, 8].

Исследования олеиновой кислоты показали ее влияние на сердечно-сосудистую систему, поскольку она считается основным компонентом клеточной мембраны и клеточного ядра и способствует растворению и усвоению жирорастворимых витаминов – таких, как витамин Е [9]. Было показано, что олеиновая кислота улучшает липидный профиль крови, поддерживает здоровый вес тела и смягчает митохондриальную дисфункцию, резистентность к инсулину и сигналы, связанные с воспалением, в клетках нейронов и скелетных мышцах, вызванные пальмитиновой кислотой. Вместе с олеиновой кислотой линоленовая кислота участвует в профилактике и лечении сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний благодаря выведению холестерина [10].

Галловая кислота (3,4,5-тригидроксibenзойная кислота) обладает антиоксидантными, противораковыми, анти-ВИЧ, противовозвненными, противовоспалительными, антимикробными и противогрибковыми свойствами [11]. В последнее время сообщения о возможном участии кислоты в уменьшении повреждения нейронов и амилоидной невропатологии мозга, характерной для болезни Альцгеймера, и об улучшении когнитивных функций за счет сжигания свободных радикалов и ингибирования олигомеризации Аβ значительно активизировали исследования этого соединения и общий интерес к его свойствам [12].

Хорошо известно, что полифенолы растительного происхождения обладают антиоксидантными свойствами, и это позволяет им защищать от воспалений и болезней, вызванных окислительным стрессом или связанных с ним [13].

Применение фитопрепаратов является актуальным для профилактики заболеваний у новорожденного ягнят, особенно в условиях промышленной технологии. В этот период жизни признаки различных патологий могут встречаться почти у 100% новорожденных животных с максимальным пиком отхода в первые 2 недели жизни [14]. Особое внимание при этом должно быть уделено процессам нарушения метаболизма в системе «Мать – плацента – плод». Эти нарушения приводят к увеличению числа случаев мертворождения, появления гипотрофных ягнят со сниженной массой тела, а также ягнят, у которых недоразвиты ориентировочный и сосательный рефлексы [15].

Смертность новорожденных ягнят значительно снижает продуктивность отар овец. Уровень смертности новорожденных ягнят должен составлять от 3 до 5%. Это требует от работников своевременной и точной диагностики причин смертности.

В первую очередь следует провести соответствующие клинические и патологические обследования и определить возраст павших ягнят. Далее следует провести обследование стада, выявить особенности разведения и кормления [15].

У ослабленных ягнят часто развивается алиментарная дистрофия, встречаются случаи падежа. Как отмечено выше, дисбактериоз может быть следствием различных причин. Но в основе этиопатогенеза данного патологического состояния новорожденного молодняка чаще всего бывает ахлоргидрия, при которой не происходит активации протеаз сычужного сока, а также активации чужеродной микрофлоры, проникшей в пищеварительный тракт с кормом [16].

Экономические потери от болезней новорожденных ягнят складываются из следующих показателей: гибель заболевших ягнят, задержка роста и увеличение затрат на кормление. Предел неонатальной смертности в овцеводстве при любых обстоятельствах должен составлять 5%, но может достигать 50%, особенно в мясных стадах. Также у переболевших ягнят часто наблюдается значительная задержка роста, что приводит к отправке молодняка с неоптимальным весом на убой. В результате неоптимального роста ягнят увеличивается коэффициент конверсии корма. Чтобы исправить ситуацию, нужно давать корма с повышенным содержанием энергии и белка, но такие рационы являются более дорогими [17, 18]. Следовательно, для обеспечения населения качественной бараниной в ближайшие годы предстоит существенно увеличить ее производство. Для достижения данной цели необходимо значительно повысить продуктивность овец, а это возможно только в том случае, когда будет уделено больше внимания сохранению жизнеспособности новорожденных ягнят [19, 20]. Этого можно достигнуть разными способами, в том числе применением фитобиотиков, созданных на основе стандартизированных экстрактов растений, в самые ранние периоды жизни ягнят.

Цель исследований: идентификация биоактивных фитохимических соединений в экстрактах сладкого и конского каштана и определение их влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят

Методика исследований

Research method

Научно-исследовательская работа проводилась в лаборатории ВЭЖХ–МС кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Для оценки физиологических эффектов, оказываемых экстрактами растений, проведен количественный и качественный анализ содержания фенольных соединений и выполнена оценка антиоксидантной и антибактериальной активности стандартизированных экстрактов (СЭ) из молодых побегов сладкого каштана (*Castanea vesca*) и конского каштана (*Aesculus hippocastaneum*).

Перед консервированием образцы каждого вида растений отбирались и хранились при температуре 4°C до поступления в лабораторию контроля качества. По этим образцам проводился анализ влажности. Определенное содержание влаги использовалось для расчета количества растворителя, необходимого для достижения соотношения сухого растения и растворителя 1:20. Затем определялся начальный объем растворителя. Растворитель представлял собой смесь 96% (v/v) этанола и глицерина в соотношении 1:1.

Растительный материал измельчали и смешивали с консервирующим растворителем, добавляя рассчитанное количество. Полученная смесь растений и растворителя периодически перемешивалась в течение 20 дней по 20 мин дважды в день.

Затем твердые и жидкие компоненты смеси были разделены, а извлеченный твердый растительный материал был дополнительно отжат для повышения выхода экстракта. Затем оба экстрагированных раствора были объединены для получения концентрированных экстрактов для использования в дальнейших исследованиях.

Анализ профилей фитонутриентов проводили с использованием системы жидкостной хроматографии сверхвысокого давления (ВЭЖХ) Dionex Ultimate 3000RS, оснащенной колонкой Thermo Scientific Accucore C18, L./I.D. 100/2,1 мм (размер частиц – 2,6 мкм). Эта установка была соединена с масс-спектрометром (МС) Thermo Q Exactive Orbitrap с источником ионизации электрораспылением (ESI), обеспечивающим точность 5 ppm.

Общее содержание фенолов рассчитывали, как эквиваленты галловой кислоты по калибровочной кривой стандартных растворов галловой кислоты (2–40 мг/мл) и выражали в мг эквивалентов галловой кислоты (GAE)/мг экстракта (на сухой основе). Все реагенты относились к аналитическому классу и были приобретены у Merck, Дармштадт, Германия. Анализы проводились в трех экземплярах, результаты статистически оценивались с помощью программы Excel, Microsoft office.

Общее содержание флавоноидов измеряли спектрофотометрически при длине волны 510 нм. Содержание всех флавоноидных соединений в исследуемых образцах определяли по калибровочной кривой, для которой использовали катехин. Результат приведен в пересчете на мг катехина/100 г продукта. Все реагенты принадлежали аналитическому классу и были приобретены у Merck, Дармштадт, Германия. Все анализы проводились в трех экземплярах, результаты статистически оценивались с помощью программы Excel, Microsoft office.

Количественный анализ выбранных полифенолов, специфичных для экстрактов, выполняли с помощью Тандем масс-спектрометрии. Для этого использовали систему Shimadzu Nexera I LC–MS-8045 (Киото, Япония), оснащенную четвертичным насосом и автодозатором, а также зондом ESI и масс-спектрометром с квадрупольным стержнем. Разделение проводили на обращенно-фазовой колонке Luna C18 (150 мм x 4,6 мм x 3 мм, 100 Å) производства Phenomenex (Torrance, CA, USA) при температуре 40°C. Подвижная фаза представляла собой градиент из метанола (Merck, Darmstadt, Germany) и ультрачистой воды, приготовленной с помощью системы Simplicity Ultra Pure Water Purification System (Merck Millipore, Billerica, MA, USA). В качестве органического модификатора использовали муравьиную кислоту (Merck, Darmstadt, Germany). Метанол и муравьиная кислота относились к марке LC/MS. Скорость потока составляла 0,5 мл/мин, продолжительность каждого анализа – 35 мин.

Детектирование проводили на квадрупольном стержневом масс-спектрометре с ионизацией электрораспылением (ESI) в режимах отрицательных и положительных ионов MRM (Multiple Reaction Monitoring). Температура интерфейса поддерживалась на уровне 300°C. Азот использовался для испарения и в качестве осушающего газа при давлении 35 фунтов на квадратный дюйм и расходе 10 л/мин соответственно. Капиллярный потенциал был установлен на +3000 В.

Концентрации стандартов оценивали по 1 мкл образцов, а идентификацию проводили путем сравнения МС-спектров и переходов между выделенными полифенолами и стандартами. Идентификация и количественное определение основывались на первичном переходе из МС-спектров каждого соединения, а калибровочные кривые строились соответствующим образом.

Для определения влияния экстракта сладкого каштана на жизнеспособность новорожденных ягнят были сформированы опытная и контрольная группы ягнят в возрасте 1 день, по 6 особей в каждой группе. Суточная доза для ягнят составляла 5 г/особь в день, исследования проводились на 1, 3 и 6 дни жизни.

Оценка морфологии крови включает в себя исследование эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина. Элементами для оценки системы эритроцитов являлись: RBC (общее количество эритроцитов); гематокрит, гемоглобин (Hb); MCV (средний объем эритроцитов); MCH (среднее содержание гемоглобина в одном эритроците); MCHC (средняя концентрация гемоглобина в эритроците); RDW (индекс анизоцитоза эритроцитов).

Расчет абсолютного среднесуточного прироста живой массы и относительного прироста массы ягнят. Взвешивание ягнят производилось каждый день. Абсолютный среднесуточный прирост живой массы вычисляется по формуле:

$$A = \frac{w_1 - w_0}{t},$$

где A – абсолютный среднесуточный прирост; W_1 – живая масса конечная; W_0 – живая масса начальная; t – время.

Относительный прирост живой массы рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\%.$$

Оценка жизнеспособности новорожденных ягнят. Жизнеспособность новорожденных ягнят оценивалась при помощи анализа полученных результатов исследований морфологических и биохимических показателей крови, а также по абсолютному и относительному приросту живой массы животных. За новорожденными ягнятами проводилось постоянное наблюдение до 20-дневного возраста.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Для выявления фитонутриентных профилей исследуемых экстрактов был проведен качественный анализ с использованием тандем масс-спектрометрии. С помощью этого метода было идентифицировано 73 из сладкого каштана и 93 из конского каштана специфических компонентов, которые соответствуют категориям биологически активных соединений – таких, как полифенолы, флавоноиды, кумарины, иридоиды, алкалоиды, amino- или карбоновые кислоты, лигнаны, терпеноиды и витамины (рис. 1).

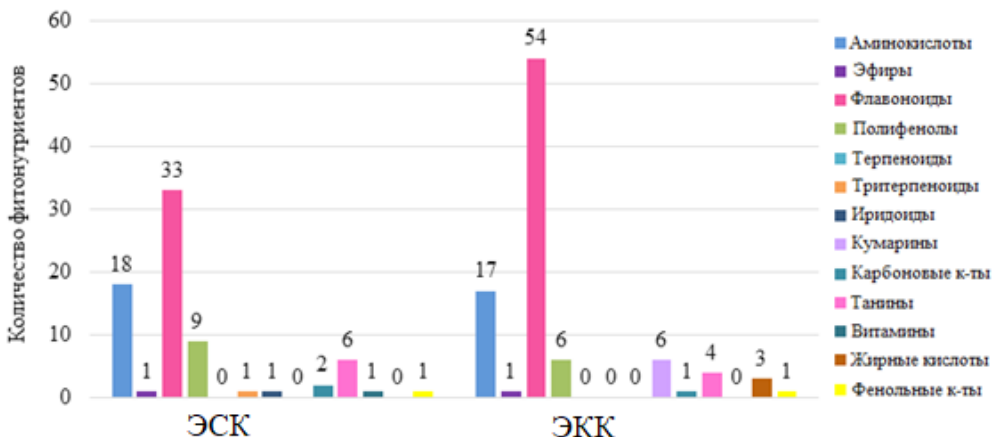


Рис. 1. Фитонутриентный профиль экстрактов сладкого (ЭСК) и конского (ЭКК) каштана

Figure 1. Phytonutrient profile of sweet chestnut (SCE) and horse chestnut (HCE) extracts

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержит 2 представителя, а у эфиров – всего 1 представитель.

Содержание полифенолов в сладком каштане было представлено 6 фенольными веществами, в том числе кофейной, феруловой и п-кумаровой кислотами. Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана, была обнаружена такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты – такие, как глутаминовая кислота и тирозин. Эти аминокислоты действуют как возбуждающие нейротрансмиттеры, причем глутаминовая кислота является предшественником для синтеза тормозной гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), а тирозин участвует в синтезе нейротрансмиттера дофамина, который далее преобразуется в катехоламины – такие, как норэпинефрин (норадреналин) и эпинефрин (адреналин).

Таким образом, плоды каштана и полученные из них пищевые добавки и функциональные продукты питания оказывают существенную поддержку здоровью нервной системы и кожи. Другие фитохимические соединения, идентифицированные в экстрактах сладкого (ЭСК) и конского (ЭКК) каштана, представляли собой фенольные фитохимические соединения – такие, как галловая кислота (3,4,5-тригидроксibenзойная кислота). Хиновая кислота, карбоновая кислота, обнаруженные в экстракте сладкого каштана, улучшают восстановление ДНК и приводят к ингибированию NF-κB. В свою очередь, хиновая кислота обладает радиопротекторной и противовоспалительной активностью.

Обнаруженные в экстракте сладкого каштана флавоноиды включают в себя около 33 фитонутриентов – таких, как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин (рис. 1).

Один тритерпеноид также был идентифицирован в ЭСК как бревифолия карбоновая кислота, которая обладает антиоксидантной активностью благодаря гетероциклической структуре, состоящей из сопряженных диенов и полярных ОН групп. Предполагается, что она способна действовать как окислительно-восстановительный агент с возможностью взаимодействовать с другими реактивными видами, способствующими ее антиоксидантной способности.

Идентификация биоактивных фитохимических соединений с помощью ВЖХ–МС в экстрактах сладкого каштана позволила обнаружить кумарины – такие, как эскулетин, скополетин и кумароиловый эфир. Эти соединения обладают антиоксидантными и противовоспалительными свойствами.

Каталпол (иридоид) образует важную и специфическую категорию фитонутриентов в экстракте сладкого каштана, поскольку он обладает ингибирующей активностью в отношении биосинтеза оксида азота – соединения, участвующего в физиологических и патологических процессах: таких, как хроническое воспаление.

Среди витаминов в ЭСК нами был выделен рибофлавин (витамин В2), который является ключевым компонентом флавиновых коферментов ФМН и ФАД. Эти коферменты участвуют в энергетическом обмене, клеточном дыхании, выработке антител, расщеплении жиров, стероидов и лекарств.

Результаты проведенных нами исследований в совокупности свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем в себя множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья свойствами. Так, конский каштан, который издавна считается лекарственным растением, используется для лечения болей в желудке, проблем с пищеварением,

диареи, лихорадки, камней в почках, ревматизма, геморроя и сосудистых заболеваний. По результатам анализов методом масс-спектрометрии определено, что экстракт конского каштана (ЭКК) содержит относительно большое количество фитонутриентов – таких, как полифенолы (включая флавоноиды и нефлавоноиды), аминокислоты, карбоновые и жирные кислоты (рис. 1).

Особого внимания заслуживает класс флавоноидов, состоящий из 54 соединений. В эту группу входят флавонолы – такие, как кверцетин, каэмпферол, мирицетин, рамназин и изорамнетин, а также флаваноны (сакуранетин). Кроме того, среди полифенолов, не относящихся к флавоноидам, были обнаружены такие вещества, как неохлорогеновая кислота и кумаровая кислота. Присутствие таких жирных кислот, как пальмитиновая, линолевая и олеиновая, отличает состав ЭКК от экстрактов сладкого каштана.

В экстрактах конского и сладкого каштана также был обнаружен этиловый эфир галловой кислоты. Этил галлат – растительный метаболит, обладающий антиоксидантным, противовоспалительным и противовирусным действием. Сама галловая кислота подавляет всасывание жиров и сахаров, содержащихся в пище, и снижает уровень триглицеридов и сахара в крови.

Результаты общего содержания флавоноидов и полифенолов представлены в таблице 1. Согласно полученным данным экстракты сладкого и конского каштана имеют практически одинаковое количество общих полифенолов. В то же время по содержанию флавоноидов экстракт конского каштана превосходит экстракт сладкого почти в 2 раза. Однако на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, флавоноиды составляют около 54,73% от общего количества полифенолов. Это указывает на то, что данный экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. В целом исследованные экстракты являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов.

Существует несколько методов, которые можно использовать для оценки антиоксидантного потенциала. Нами использован метод антиоксидантной активности к свободным синтетическим долгоживущим радикалам (DPPH) и метод FRAP, основанный на восстановлении Fe(III) – трипиридил триазинового комплекса в Fe(II) комплексе при низких pH.

Таблица 1

Общее содержание флавоноидов и полифенолов, содержащихся в исследуемых экстрактах

Table 1

Total flavonoid and polyphenol content in the studied extracts

Показатели	Экстракт сладкого каштана	Экстракт конского каштана
Общее количество полифенолов, выраженное в галловой кислоте, мг/мл	320,59±2,01	312,74±2,91
Общее количество флавоноидов, выраженное в катехине, мг/мл	82,96±2,57	169,87±8,23 **
% флавоноидов от общего количества полифенолов	27,15	55,14 **

*p<0,05.

**p<0,001.

DPPH действует как поглотитель водородных радикалов, и уровень его снижения означает антиоксидантный потенциал исследуемых экстрактов. Полумаксимальная ингибирующая концентрация (IC50) показывает, какое количество экстракта необходимо для подавления антиоксидантной активности DPPH в 2 раза. Таким образом, экстракт конского каштана является более эффективным антиоксидантом по сравнению с экстрактом сладкого каштана (табл. 2).

Анализ железо-восстанавливающей активности (FRAP) показывает способность антиоксидантов из исследуемых экстрактов восстанавливать комплекс железа. При этом экстракт сладкого каштана повысил антиоксидантный потенциал FRAP экстракта конского каштана на 10,25%.

По данным ВЖХ–МС исследований было принято решение о дальнейшем испытании экстракта сладкого каштана на новорожденных ягнятах.

При проведении оценки влияния экстракта на жизнеспособность ягнят был выполнен анализ биохимических показателей крови каждого ягненка опытной и контрольной групп и выведена погрешность измерения (рис. 2, 3).

Таблица 2

Оценка специфического антиоксидантного потенциала исследуемых экстрактов

Table 2

Evaluation of the specific antioxidant potential of the studied extracts

Экстракты	DPPH антиоксидантный потенциал, мг/мл	FRAP антиоксидантный потенциал, мг/мл
Экстракт сладкого каштана	47,68 ± 2,54	39,44 ± 3,68*
Экстракт конского каштана	68,91 ± 4,19**	35,71 ± 2,48

*p<0,05.

**p<0,001.

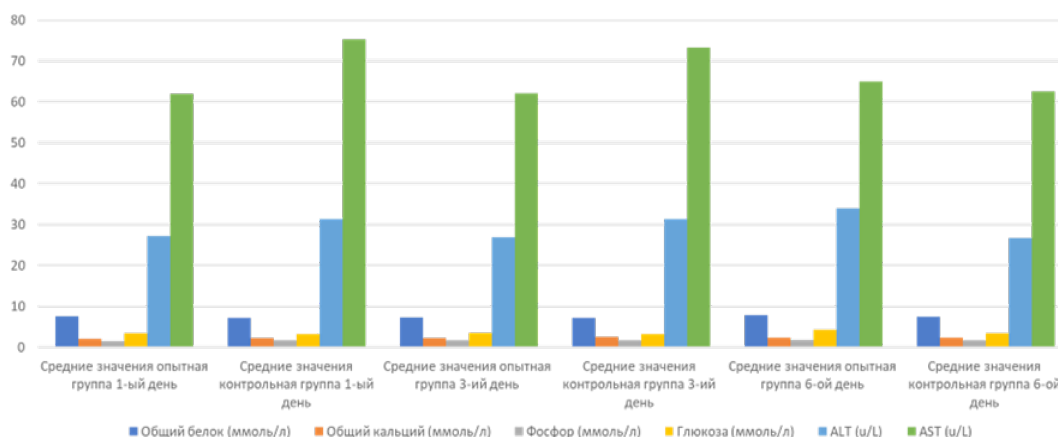


Рис. 2. Средние значения биохимических показателей крови опытной и контрольной групп на 1, 3 и 6 дни проведения исследований

Figure 2. Mean values of blood biochemical parameters in the experimental and control groups on days 1, 3, and 6 of the study

Выполнив сравнительную оценку результатов анализов крови в первые сутки в опытной и контрольной группах, выяснили, что показатели крови обеих групп находятся в пределах нормы. Также замечено небольшое снижение морфологических показателей в первые сутки жизни, характерное для новорожденных ягнят.

При выполнении сравнительной оценки результатов биохимического исследования крови в первые и третьи сутки можно отметить, что показатели опытной группы начинают приходить в норму у каждой исследуемой особи в отличие от контрольной группы (рис. 4).

При сравнении результатов биохимического и морфологического исследования крови на 1, 3 и 6 дни можно отметить, что показатели крови опытной группы пришли в норму у каждой особи, причем нормализация показателей происходила значительно быстрее, чем в контрольной группе. Это позволяет сделать заключение о том, что применение экстракта сладкого каштана в комплексе с молозивом оказывает положительное влияние на динамику нормализации биохимических и морфологических показателей крови ягнят в неонатальный период (рис. 5).

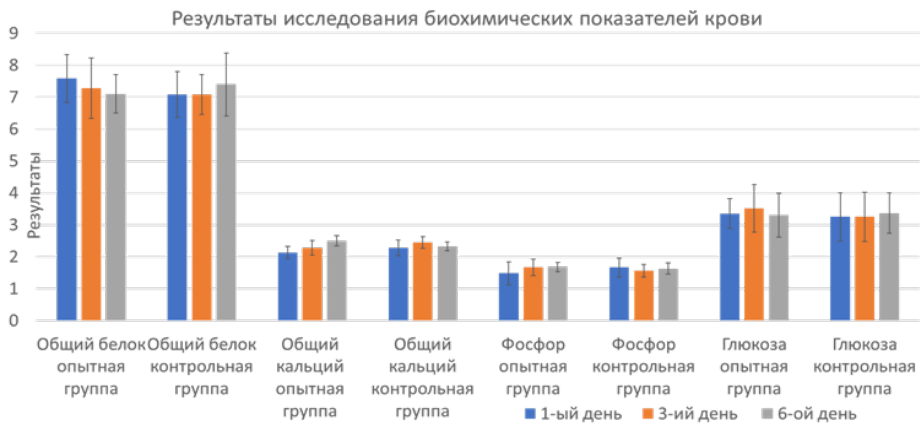


Рис. 3. Результаты биохимического анализа крови на 1, 3 и 6 дни (экспериментальная и контрольная группы)

Figure 3. Blood biochemical analysis results on days 1, 3, and 6 (experimental and control groups)

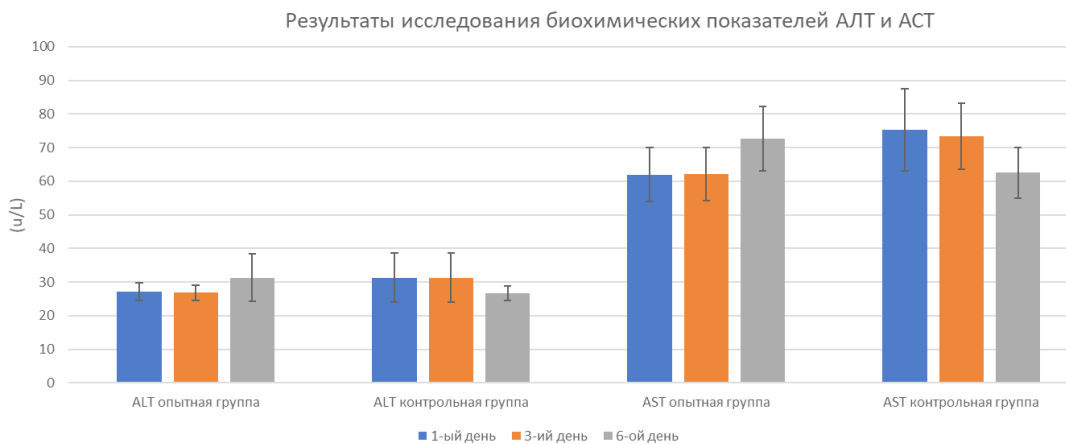


Рис. 4. Результаты исследования биохимических показателей АЛТ и АСТ на 1, 3 и 6 дни (экспериментальная и контрольная группы)

Figure 4. Biochemical parameters (ALT and AST) on days 1, 3, and 6 (experimental and control groups)

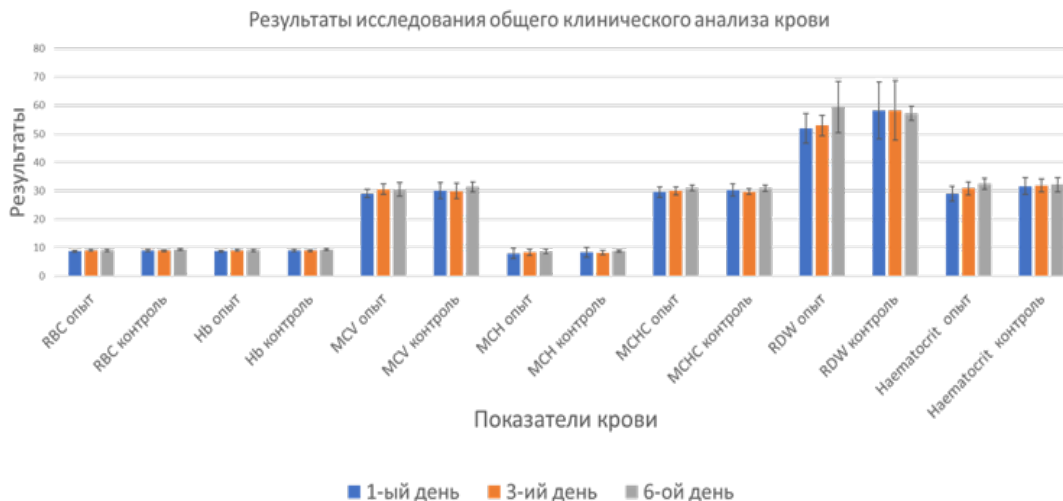


Рис. 5. Результаты исследования морфологических показателей крови опытной и контрольной групп ягнят

Figure 5. Morphological parameters of the blood in the experimental and control groups of lambs

Дополнительно определяли абсолютный среднесуточный прирост живой массы, для чего ежедневно проводили взвешивание каждой особи опытной и экспериментальной групп, а также производили расчет относительного прироста массы.

Расчет абсолютного среднесуточного прироста и относительного прироста живой массы за 6 дней эксперимента опытной группы показал, что среднее значение по АСП живой массы ягнят опытной группы составило $408,4 \pm 4,7$ г/день, а среднее арифметическое значение по ОПМ – 28,1%, в то время как абсолютный среднесуточный прирост живой массы ягнят контрольной группы составил $298,6 \pm 3,9$ г/день (табл. 3).

Таблица 3

Результаты абсолютного среднесуточного прироста (АСП) живой массы и относительного прироста массы (ОПМ) ягнят опытной и контрольных групп с 1 по 6 дни (n = 6)

Table 3

Absolute average daily gain (ADG) and relative growth rate (RGR) of lambs in the experimental and control groups from day 1 to day 6 (n=6)

Показатели	Группы	Дни					
		1	2	3	4	5	6
Абсолютный среднесуточный прирост, г/день	опыт	360	436	396	393	450	413
	контроль	316	280	256	310	310	316
относительный прирост массы, %	опыт	25,1	30,8	27,4	26,6	31,6	27,3
	контроль	22,1	18,0	17,2	21,9	20,4	20,5

Исходя из сравнительной оценки результатов, можно заключить, что применение экстракта сладкого каштана положительно влияет на динамику неонатального периода, прирост живой массы новорожденных ягнят и, следовательно, способствует сохранению жизнеспособности животных.

Выводы **Conclusions**

Проведенные исследования по идентификации биоактивных фитохимических соединений (аминокислот, фенольных соединений, флавоноидов, дубильных веществ, кумаринов, жирных кислот и некоторых нуклеозидов) в экстрактах сладкого и конского каштана с помощью масс-спектрометрии были направлены в первую очередь на подбор фитобиотической основы для создания ветеринарных препаратов.

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержала 2 представителя, а у эфиров – всего 1 представитель.

В экстракте сладкого каштана обнаруженные флавоноиды включали в себя около 33 фитонутриентов – таких, как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин.

В совокупности результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем в себя множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья животных свойствами.

Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана, была обнаружена такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты – такие, как глутаминовая кислота и тирозин.

В свою очередь, на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, приходится около 54,73% от общего количества полифенолов. Это указывает на то, что данный экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. Исследованные экстракты в целом являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов.

При выполнении сравнительной оценки морфологических, а также биохимических показателей крови опытной и контрольной групп было установлено, что динамика нормализации показателей у опытной группы выше, чем у контрольной, что может служить маркером фитобиотической активности экстракта сладкого каштана.

Расчет абсолютного среднесуточного прироста и относительного прироста живой массы за 6 дней эксперимента опытной группы показал, что среднее значение по АСП живой массы ягнят опытной группы составило $408,4 \pm 4,7$ г/день, а среднее арифметическое значение по относительному приросту – 28,1%, в то время как абсолютный среднесуточный прирост живой массы ягнят контрольной группы составил $298,6 \pm 3,9$ г/день.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку ветеринарных препаратов для промышленного овцеводства на основе экстракта сладкого каштана, а также эффективных методов их доставки.

Список источников

1. Симонов П.Г., Алиев А.Ю., Федотов С.В. Определение остаточного количества действующих веществ препарата «Аргумистин» в молоке при лечении субклинических маститов // *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2024. № 2 (50). С. 254–260. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402012>
2. Варданян З.С., Байрамян Л.Е., Саакян Г.Р., Мхитарян А.К. и др. Биоэкологическая характеристика растений облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.) в различных местообитаниях Лорийского марза // *Тимирязевский биологический журнал*. 2025. № 1. С. 202531202. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-2-02>
3. Шертаева Н.Т., Шаграева Б.Б., Кыбраева Н.С., Битурсын С.С. Количественное определение биологически активных веществ растения *Lepidium ruderales* // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2022. № 3. С. 70–73. <https://doi.org/10.17513/mjpf.13370>
4. Zhou T., DallaSanta K., Nazarenko L., Schmidt G.A. et al. The impact of increasing stratospheric radiative damping on the quasi-biennial oscillation period. *Atmos. Chem. Phys.* 2021;21(9):7395-7407. <https://doi.org/10.5194/acp-21-7395-2021>
5. Шейбак В.М., Павлюковец А.Ю. Триптофан – ключевой метаболит гомеостаза и регулятор функций организма // *Гематология и гастроэнтерология*. 2021. Т. 5. С. 143–149. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2021-5-2-143-149>
6. Höglund E., Øverli Ø., Winberg S. Tryptophan Metabolic Pathways and Brain Serotonergic Activity: A Comparative Review. *Frontiers in endocrinology*. 2019;10:158-164. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00158>
7. Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И. Конъюгированная линолевая кислота: новые возможности для создания функциональных мясных продуктов // *Все о мясе*. 2018. № 5. С. 14–17. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-5-14-17>
8. Blondeau N., Lipsky R.H., Bourourou M., Duncan M.W. et al. Alpha-linolenic acid: an omega-3 fatty acid with neuroprotective properties-ready for use in the stroke clinic? *Biomed. Res. Int.* 2015;24:1512-1521. <https://doi.org/10.1155/2015/519830>
9. Терещук Л.В., Старовойтова К.В., Лобова Т.В., Чуглина К.С. Технологические аспекты производства кислоты олеиновой из рапсового масла // *Техника и технология пищевых производств*. 2013. № 2(29). С. 62–67.
10. Visioli F., Poli A. Fatty acids and cardiovascular risk. Evidence, lack of evidence, and diligence. *Nutrients*. 2020;9(12):3760-3782. <https://doi.org/10.3390/nu12123782>
11. Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D. Antioxidant properties of Selected Flavonoids in Binary Mixtures-Considerations on Myricetin, Kaempferol and Quercetin. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;13:24-36. <https://doi.org/10.3390/ijms241210070>
12. Yu X., Li W., Ma Y., Tossel K. et al. GABA and glutamate neurons in the VTA regulate sleep and wakefulness. *Nat. Neurosci.* 2019;22:106-119. <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0288-9>
13. Бобрышева Т.Н., Анисимов Г.С., Золоторева М.С., Бобрышев Д.В. и др. Полифенолы как перспективные биологически активные соединения // *Вопросы питания*. 2023. Т. 92, № 1 (545). С. 28–35. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-92-107>
14. Юлдашбаев Ю.А., Муханов Н.Б., Кудияров Р.И., Куликова К.А. и др. Рост и развитие ягнят казахской грубошерстной курдючной породы в условиях Приаралья // *Аграрная наука*. 2018. Т. 7-8. С. 42–44. EDN: XZFAHB
15. Авдеенко В.С., Федотов С.В., Булатов Р.Н. Применение селеноорганического препарата «Селенолин» для профилактики гестоза у суягных овец и повышение оплодотворяемости в послеродовой период // *Вестник*

Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 12 С. 91–95. EDN: XDRURJ

16. Santos Júnior D.A., Olinda R.G., Oliveira Filho E.F., Soares P.C., et al. Nutritional muscular dystrophy in lambs reared on pasture in semiarid region of Brazil. *Research, Society and Development*. 2020;9(7): e506974642. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4642>

17. Holmoy I.H., Waage S., Granquist E.G., L'Abée-Lund T.M. et al. Early neonatal lamb mortality: postmortem findings. *Animal*. 2017;11(2):295-305. <https://doi.org/10.1017/S175173111600152X>

18. Swarnkar C.P., Gowane G.R., Prince L.L.L. Sonawane G.G. Risk factor analysis for neonatal lamb mortality in Malpura sheep. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2019;89:640-644. <https://doi.org/10.56093/ijans.v89i6.91121>

19. McHugh N., Berry D.P. Pabiou, T. Risk factors associated with lambing traits. *Animal*. 2016;10:89-9511. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001664>

20. Абонеев В.В., Абонеева Е.В. Некоторые пути сохранения и совершенствования племенных ресурсов в отечественном овцеводстве // *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2022. № 3. С. 3–6. <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2022-3-3-6>

References

1. Simonov P.G., Aliev A.Yu., Fedotov S.V. Determination of the residual amount of active substances “Argumistin” in milk in the treatment of subclinical mastitis. *Russian Journal Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*. 2024;(2(50)):254-260. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402012>

2. Vardanyan Z.S., Bairamyan L.E., Sahakyan G.R., Mkhitarian H.K. et al. Bioecological characteristics of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in different habitats of Lori Province, Armenia. *Timiryazev Biological Journal*. 2025;(1):202531202. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-2-02>

3. Shertaeva N.T., Shagraeva B.B., Kybraeva N.S., Bitursyn S.S. Quantitative determination of biologically active substances of plant *Lepidium ruderale*. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*. 2022;(3):70-73. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/mjpf.13370>

4. Zhou T., DallaSanta K., Nazarenko L., Schmidt G.A. et al. The impact of increasing stratospheric radiative damping on the quasi-biennial oscillation period. *Atmos. Chem. Phys.* 2021;21(9):7395-7407. <https://doi.org/10.5194/acp-21-7395-2021>

5. Sheibak V.M., Pauliukovets A.Yu. Tryptophan: a key metabolite of homeostasis and a regulator of body functions. *Hematology and Gastroenterology*. 2021;5(2):143-149. (In Russ.) <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2021-5-2-143-149>

6. Höglund E., Øverli Ø., Winberg S. Tryptophan Metabolic Pathways and Brain Serotonergic Activity: A Comparative Review. *Frontiers in endocrinology*. 2019;10:158-164. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00158>

7. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I. Conjugated linoleic acid: new possibilities to create functional meat products. *Vsyo o Myase*. 2018;(5):14-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-5-14-17>

8. Blondeau N., Lipsky R.H., Bourourou M., Duncan M.W. et al. Alpha-linolenic acid: an omega-3 fatty acid with neuroprotective properties-ready for use in the stroke clinic? *Biomed. Res. Int*. 2015;24:1512-1521. <https://doi.org/10.1155/2015/519830>

9. Terechuk L.V., Starovojtova K.V., Lobova T.V., Chuqlina K.S. Technological aspects of production of oleic acid from rape oil. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2013;(2(29)):62-67. (In Russ.)

10. Visioli F., Poli A. Fatty acids and cardiovascular risk. Evidence, lack of evidence, and diligence. *Nutrients*. 2020;9(12):3760-3782. <https://doi.org/10.3390/nu12123782>
11. Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D. Antioxidant properties of Selected Flavonoids in Binary Mixtures-Considerations on Myricetin, Kaempferol and Quercetin. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;13:24-36. <https://doi.org/10.3390/ijms241210070>
12. Yu X., Li W., Ma Y., Tossel K. et al. GABA and glutamate neurons in the VTA regulate sleep and wakefulness. *Nat. Neurosci.* 2019;22:106-119. <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0288-9>
13. Bobrysheva T.N., Anisimov G.S., Zolotoreva M.S., Bobryshev D.V. et al. Polyphenols as promising bioactive compounds. *Problems of Nutrition*. 2023;92(1(545)):28-35. (In Russ.)
14. Yuldashbaev Yu.A., Muhanov N.B., Kudiyarov R.I., Kulikova K.A. et al. Study of economic-biological indicators of perspective hybrid lines of bread wheat. *Agrarian Science*. 2018;(7-8):42-44. (In Russ.)
15. Avdeyenko V.S., Fedotov S.V., Bulatov R.N. Application of organoselenium product selenolin to prevent gestational toxicosis in pregnant ewes and increase fertility in postpartum period. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;(12(146)):91-95. (In Russ.)
16. Santos Júnior D.A., Olinda R.G., Oliveira Filho E.F., Soares P.C. et al. Nutritional muscular dystrophy in lambs reared on pasture in semiarid region of Brazil. *Research, Society and Development*. 2020;9(7): e506974642. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4642>
17. Holmoy I.H., Waage S., Granquist E.G., L'Abée-Lund T.M. et al. Early neonatal lamb mortality: postmortem findings. *Animal*. 2017;11(2):295-305. <https://doi.org/10.1017/S175173111600152X>
18. Swarnkar C.P., Gowane G.R., Prince L.L.L. Sonawane G.G. Risk factor analysis for neonatal lamb mortality in Malpura sheep. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2019;89:640-644. <https://doi.org/10.56093/ijans.v89i6.91121>
19. McHugh N., Berry D.P. Pabiou, T. Risk factors associated with lambing traits. *Animal*. 2016;10:89-9511. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001664>
20. Aboneev V.V., Aboneeva E.V. Some ways of preserving and improving breeding resources in domestic sheep breeding. *Ovtsy, kozy, sherstyanoje delo*. 2022;(3):3-6. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2022-3-3-6>

Сведения об авторах

Сергей Васильевич Федотов, д-р вет. наук, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.fedotov@rgau-msha.ru

Борис Игоревич Елчев, аспирант кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: boris.elchev@mail.ru

Наталья Сергеевна Белозерцева, канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный

университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: nsfetisova@mail.ru

Зинаида Сергеевна Артюшина, канд. вет. наук, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: artyshina.zinaida@yandex.ru

Information about the authors

Sergey V. Fedotov, DSc (Vet), Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: s.fedotov@rgau-msha.ru

Boris I. Elchev, postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: boris.elchev@mail.ru

Natalya S. Belozertseva, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: nsfetisova@mail.ru

Zinaida S. Artyushina, CSc (Vet), Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary Expertise, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: artyshina.zinaida@yandex.ru

ЭКОНОМИКА

**Трансформация социальной инфраструктуры
сельских территорий России в условиях демографических изменений**

Сергей Владимирович Митрофанов✉

Высшая школа экономики, Москва, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: smitrofanov@hse.ru

Аннотация

Современные сельские территории России находятся в состоянии глубокого системного кризиса, обусловленного устойчивой депопуляцией, институциональной деградацией и нарастающей социально-экономической маргинализацией. В статье отражен выявленный на основе комплексного анализа официальной статистики за 2000–2025 гг. самовоспроизводящийся механизм упадка сельских сообществ, в котором сокращение социальной инфраструктуры: образования, здравоохранения и культуры – выступает не следствием, а катализатором дальнейшей депопуляции. Эмпирически подтверждена региональная типология трансформации инфраструктуры, различающая пригородные, промежуточные и периферийные зоны, и показано, что традиционные подходы к «оптимизации» учреждений усугубляют социальное неравенство и пространственную поляризацию. В качестве альтернативы предложена адаптивная модель социального обслуживания, сочетающая минимальные стандарты доступности, гибридные (очно-дистанционные) и мобильные форматы предоставления услуг, а также дифференцированные региональные стратегии развития. Научная новизна исследований заключается в выявлении и описании механизма взаимного усиления демографического и институционального кризиса, а также в разработке концептуальных основ для преодоления «порочного круга» деградации сельских территорий через парадигму сохранения качества жизни как основы устойчивого развития.

Ключевые слова

сельские территории, институциональная деградация, демографический кризис, социальная инфраструктура, депопуляция, образовательные учреждения, медицинское обслуживание, культурные учреждения

Благодарности

Исследования выполнены в рамках проекта «Зеркальные лаборатории» НИУ ВШЭ: «Качество жизни на сельских территориях: эволюция, оценка, перспективы».

Для цитирования

Митрофанов С.В. Трансформация социальной инфраструктуры сельских территорий России в условиях демографических изменений // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 170–185.

Transformation of social infrastructure in rural Russia amid demographic changes

Sergey V. Mitrofanov✉

Higher School of Economics, Moscow, Russia

✉ **Corresponding author:** smitrofanov@hse.ru

Abstract

Contemporary rural areas in Russia are experiencing a profound systemic crisis characterized by persistent depopulation, institutional degradation, and intensifying socio-economic marginalization. Based on a comprehensive analysis of official statistics for the 2000–2025 period, this paper identifies a self-perpetuating mechanism of rural community decline, wherein the reduction of social infrastructure – specifically education, healthcare, and culture – serves not merely as a consequence but as a catalyst for further depopulation. The study empirically validates a regional typology of infrastructure transformation, distinguishing between suburban, intermediate, and peripheral zones. It demonstrates that traditional approaches to institutional “optimization” exacerbate social inequality and spatial polarization. As an alternative, an adaptive social service model is proposed, which integrates minimum accessibility standards, hybrid (in-person and remote) and mobile service formats, and differentiated regional development strategies. The scientific novelty of the research lies in the identification and description of the mutual reinforcement mechanism between demographic and institutional crises. Furthermore, it develops conceptual frameworks for overcoming the “vicious cycle” of rural degradation by adopting a paradigm that views the preservation of quality of life as the foundation for sustainable development.

Keywords

rural areas, institutional degradation, demographic crisis, social infrastructure, depopulation, educational institutions, healthcare, cultural institutions

Acknowledgments

The research was performed as part of the HSE Mirror Laboratories project: “Quality of Life in Rural Areas: Evolution, Assessment, Prospects”.

For citation

Mitrofanov S.V. Transformation of social infrastructure in rural Russia amid demographic changes. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):170–185.

Введение Introduction

Современные сельские территории России переживают глубокий системный кризис, характеризующийся устойчивой депопуляцией, институциональной деградацией и нарастающей социально-экономической маргинализацией. Истоки этого кризиса уходят корнями в позднесоветский период, однако его качественное обострение произошло после распада СССР, когда сформировался феномен «русского креста» – устойчивого превышения смертности над рождаемостью, ставшего демографическим маркером постсоветской трансформации.

Экономические потрясения последних 30 лет последовательно усугубляли кризисное состояние сельских территорий. Либерализация цен начала 1990-х гг., сопровождавшаяся гиперинфляцией и массовым банкротством сельхозпредприятий, разрушила экономическую основу существования села [1, 2]. Дефолт 1998 г., вызвавший четырехкратную девальвацию рубля и резкий рост цен на сельхозтехнику, еще больше подорвал производственный потенциал аграрного сектора [3, 4]. Мировой финансовый кризис 2008–2009 гг. и санкционное давление в период после 2014 г. привели к сокращению инвестиций, удорожанию кредитных ресурсов и технологической изоляции, что особенно болезненно сказалось на модернизационных процессах в сельском хозяйстве [4–6].

Демографическая динамика сельского населения за период 1990–2025 гг. свидетельствует о катастрофических изменениях. Численность сельских жителей сократилась на 11,5% – с 40,7 млн чел. до прогнозируемых 36,0 млн чел. При этом наиболее тревожным является качественное изменение структуры населения. Происходит стремительное старение: соотношение лиц пенсионного возраста к детям достигло 3,5:1; формируется выраженный гендерный дисбаланс (в отдельных регионах на 100 мужчин трудоспособного возраста приходится 142 женщины). Особую проблему представляет устойчивый миграционный отток молодежи, по разным оценкам превышающий 30% среди выпускников сельских школ [7, 8].

Пространственная дифференциация демографических процессов приобретает угрожающий характер. В то время как пригородные территории, интегрированные в городские агломерации, демонстрируют относительную устойчивость (миграционный прирост составляет +12,6‰), периферийные районы переживают катастрофическую депопуляцию (отток – 6,4‰). Эта диспропорция особенно усилилась после 2022 г., когда приграничные регионы столкнулись с дополнительным 15–20%-ным увеличением миграционного оттока [8]. Экономическая сфера характеризуется ростом доли натурального хозяйства, увеличением маятниковой и вахтовой миграции, скрытой безработицы, а также снижением реальных располагаемых доходов населения [9–11].

Новым испытанием стала пандемия COVID-19 (2020–2022 гг.), которая, несмотря на временный отток горожан в сельскую местность, усугубила системные проблемы. Рост смертности по причине ограниченного доступа к медицинской помощи, по разным оценкам, увеличил естественную убыль сельского населения на 18–22%. Социально-экономические последствия включали в себя рост доли населения за чертой бедности, кризис здравоохранения (рост смертности по причинам, не связанным с COVID, на 15–20% [12, 13].

Пандемия также обострила цифровое неравенство: на удаленный формат работы в России были переведены до 90% школ; согласно опросам 85% учителей были не готовы к переходу на дистанционное обучение. При этом, по разным оценкам, лишь 41% сельских школ смогли организовать онлайн-обучение, а перенаправление бюджетов на борьбу с вирусом сократило финансирование программ сельского развития.

Особого внимания заслуживает анализ влияния специальной военной операции на Украине на демографическую ситуацию в сельской местности. Мобилизационные мероприятия привели к существенному оттоку трудоспособного мужского населения, дополнительно усугубив гендерный дисбаланс. Перераспределение бюджетных ресурсов в пользу оборонных нужд сократило финансирование программ сельского развития, а усиление миграционных процессов в приграничных регионах способствовало созданию дополнительных вызовов для их социально-экономической стабильности [14–16].

Помимо прямого демографического воздействия, специальная военная операция оказала комплексное влияние на репродуктивные установки населения, вызвав массовую отсрочку деторождения по причине социально-экономической неопределенности, снижение брачной активности в условиях демографического дисбаланса, трансформацию структуры рождаемости с ростом внебрачных рождений и повышением возраста первородящих, а также распространение тревожных и пессимистичных репродуктивных настроений среди молодежи [17, 18].

Рассмотренные демографические и институциональные изменения сельских территорий России требуют системного анализа, позволяющего выявить глубинные механизмы их деградации. В данном контексте особую значимость приобретает исследование взаимосвязи демографического кризиса с состоянием социальной инфраструктуры, а также поиск эффективных путей восстановления сельских сообществ. Представленная работа направлена на решение этой комплексной задачи через призму современных социально-экономических реалий.

Цель исследований: выявление и описание механизма взаимного усиления демографического и институционального кризиса, разработка концептуальных основ для преодоления «порочного круга» деградации сельских территорий через парадигму сохранения качества жизни как основы устойчивого развития.

Методика исследований

Research method

В ходе исследований был проведен комплексный анализ динамики социальной инфраструктуры сельских территорий России на основе данных официальной статистики за период 2000–2025 гг. Основными источниками информации стали статистические сборники Росстата, ведомственные отчеты Министерства просвещения, Министерства здравоохранения и Министерства культуры Российской Федерации.

Исследования базировались на системном анализе количественных показателей, характеризующих развитие трех ключевых сфер социальной инфраструктуры: образования (динамика сети общеобразовательных учреждений); здравоохранения (изменения в системе больничных организаций и фельдшерско-акушерских пунктов); культуры (трансформация сети культурно-досуговых учреждений). Для обеспечения сопоставимости данных использовались единые методические подходы к сбору и обработке статистической информации.

Методологическая основа исследований включала в себя применение как количественных, так и качественных методов анализа. Статистическая обработка данных осуществлялась с расчетом абсолютных и относительных показателей включая определение совокупных среднегодовых темпов роста (CAGR), что позволило выявить устойчивые тенденции развития социальной инфраструктуры. Сравнительный анализ проводился по нескольким направлениям: сопоставление динамики городских и сельских территорий, межрегиональные сравнения, анализ изменений по типам учреждений. Особое внимание уделялось хронологическому анализу, позволившему выделить ключевые этапы трансформации социальной инфраструктуры.

Для оценки социальных последствий наблюдаемых изменений применялся институциональный подход, учитывающий многоуровневые эффекты сокращения инфраструктуры. Интерпретация полученных результатов осуществлялась с учетом современных концепций пространственного развития и региональной экономики.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Социальные последствия сельской депопуляции носят системный и кумулятивный характер, что наглядно демонстрирует анализ количественных изменений сети общеобразовательных учреждений в сельской местности России. Исследование выявило устойчивую негативную динамику, имеющую далеко идущие социальные последствия (табл. 1).

Анализ статистических данных за период 2000–2025 гг. демонстрирует сокращение количества сельских школ на 53,4% (с 45475 до 21172 учреждений). Данный процесс характеризуется среднегодовым темпом снижения (CAGR) на уровне –3,14%, что существенно превышает аналогичный показатель для городских образовательных учреждений (–1,12%), свидетельствуя о выраженной территориальной диспропорции в развитии образовательной инфраструктуры.

Хронологический анализ позволяет выделить две отчетливые фазы трансформационного процесса. В период 2000–2010 гг. наблюдалась наиболее интенсивная реструктуризация образовательной сети, когда ежегодное сокращение количества сельских школ составляло в среднем 3,6%. Последующий период (2018–2025 гг.) характеризуется относительной стабилизацией, хотя и с сохранением отрицательной динамики на уровне 2,1% в год.

Социальные последствия данной трансформации носят комплексный и многоуровневый характер. В сфере доступности образования отмечается существенное снижение плотности образовательной сети, что выражается в увеличении радиуса обслуживания, необходимости организации подвоза учащихся и в повышении нагрузки на сохранившиеся образовательные организации.

Особую проблему представляет утрата школ как важнейших социокультурных центров сельских поселений, что влечет за собой целый ряд структурных изменений, трансформирующих всю систему социальных отношений в сельской местности. В институциональном аспекте это приводит не только к сокращению рабочих мест для педагогических работников, но и к разрушению сложившейся системы профессиональной социализации и воспроизводства кадров в сфере образования. Утрата школы как центра притяжения существенно снижает инвестиционную привлекательность территорий, поскольку образовательная инфраструктура традиционно рассматривается как базовый элемент качества человеческого капитала и важный фактор при принятии решений о размещении экономической активности.

На уровне повседневных практик это выражается в заметном ухудшении качества жизни местного населения: сокращаются возможности для дополнительного образования детей, ограничивается доступ к культурным мероприятиям, нарушаются сложившиеся социальные связи. Особенно значимым представляется символический аспект данной проблемы: школа в сельской местности исторически выполняла не только образовательные, но и консолидирующие функции, являясь важным элементом локальной идентичности. Ее закрытие приводит к дезинтеграции социального пространства, утрате механизмов межпоколенческой трансляции культурных ценностей и практик.

Кроме того, исчезновение школы как социального института усиливает процессы маргинализации сельских территорий, способствует росту социального неравенства и ограничивает возможности вертикальной мобильности для сельской молодежи. Это создает порочный круг: ухудшение образовательной инфраструктуры ускоряет отток наиболее активного населения, что в свою очередь делает менее востребованными оставшиеся образовательные учреждения. В перспективе такая динамика может привести к формированию устойчивых очагов социальной депривации и образовательного неравенства, что требует разработки комплексных мер социально-экономической политики.

Число образовательных организаций, осуществляющих подготовку по основным программам общего образования*
(таблица составлена автором на основе данных Министерства просвещения Российской Федерации и данных НИУ ВШЭ
// Образование в цифрах: 2023: Краткий статистический сборник / Т.А. Варламова, Л.М. Гохберг, О.К. Озерова и др.;
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. 132 с.)

Table 1

Number of educational institutions providing basic general education programs

[Compiled by the author based on data from the Ministry of Education of the Russian Federation and data from the Higher School of Economics (T.A. Varlamova, L.M. Gokhberg, O.K. Ozerova et al. *Education in figures: 2023: a brief statistics digest*. Moscow, Russia: Higher School of Economics, 2023:132. (In Russ.))]

	2000/01	2005/06	2010/11	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	CAGR
Всего	68804	63174	50793	41349	40823	40346	39908	39440	38890	38485	-2,39%
из них											
Города и поселки городского типа	22694	21743	20125	17767	17677	17604	17479	17396	17327	17313	-1,12%
Сельская местность	45475	40705	30668	23582	23146	22742	22429	22044	21563	21172	-3,14%

*Включая организации на капитальном ремонте.

Демографические последствия данного процесса проявляются в ускорении миграционного оттока, особенно среди молодого населения, снижении репродуктивных установок и в прогрессирующем старении сельского населения

Региональная дифференциация процессов институциональной деградации проявляется наиболее выражено в северных регионах, где за последнее десятилетие произошло сокращение сети общеобразовательных учреждений на 20%. Данная динамика формирует самовоспроизводящийся механизм депопуляции: снижение качества образовательных услуг провоцирует миграционный отток наиболее мобильных возрастных когорт (15 лет –24 года), что в свою очередь приводит к дальнейшему сокращению контингента учащихся и экономической нецелесообразности сохранения образовательной инфраструктуры. Возникает замкнутый цикл территориального развития, характеризующийся:

- кумулятивным эффектом – усилением исходных негативных тенденций за счет их взаимного влияния;
- необратимостью изменений – критическим снижением демографического потенциала, делающим невозможным естественное восстановление социальной инфраструктуры;
- пространственной поляризацией – концентрацией человеческого капитала в урбанизированных центрах за счет периферийных территорий [19].

Как следствие, формируются устойчивые предикторы социально-экономической маргинализации сельских территорий: дефицит квалифицированных кадров, снижение инвестиционной привлекательности и утрата потенциала для воспроизводства локальных сообществ.

Современное состояние медицинского обслуживания в сельской местности России также характеризуется устойчивой тенденцией сокращения инфраструктуры, что создает серьезные вызовы для обеспечения доступности здравоохранения. Данные статистики демонстрируют системное уменьшение числа медицинских учреждений, сопровождающееся изменением их структуры и мощности.

За период с 2010 по 2022 гг. общее количество больничных организаций в стране сократилось с 6308 до 5167, CAGR $-1,65\%$ (табл. 2). При этом в сельской местности данный процесс протекает значительно более интенсивно: число сельских больниц уменьшилось с 1 349 до 948 (CAGR $-2,90\%$), тогда как в городах снижение составило лишь $-1,34\%$ в год. Это свидетельствует о глубокой структурной перестройке системы здравоохранения, сопровождающейся концентрацией медицинских услуг в крупных населенных пунктах.

Таблица 2

Динамика показателей развития больничной сети в РФ

(таблица составлена автором на основе данных Росстата без учета статистической информации по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской и Херсонской областям)

Table 2

Dynamics of hospital network development indicators in the Russian Federation

[Compiled by the author based on Rosstat data (excluding statistical information for the Donetsk People's Republic (DPR), Lugansk People's Republic (LPR), Zaporozhie and Kherson Regions)]

Показатель	2010 г.	2015 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	CAGR
Всего							
Число больничных организаций	6308	5433	5130	5065	5072	5167	$-1,65\%$
из них негосударственные	224	245	328	344	410	458	6,14%
из них частной формы собственности	115	180	274	294	367	409	11,15%
Число коек в больничных организациях: всего, тыс.	1339,5¹⁾	1222,0¹⁾	1173,6¹⁾	1188,8¹⁾	1162,1¹⁾	1141,9¹⁾	$-1,32\%$
из них в негосударственных организациях	21,7	24,1	29,8	32,7	32,6	36,1	4,33%
из них частной формы собственности	4,1	12,8	20,5	23,3	24,9	28,0	17,36%
Число центральных районных больниц²⁾	1754	1426	1325	1316	1311	1280	$-2,59\%$
в них коек, тыс.	327,1	205,6	177,4	175,4	171,6	164,0	$-5,59\%$

Показатель	2010 г.	2015 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	CAGR
средняя мощность одной больницы, коек	186	144	134	133	131	128	-3,07%
Число районных больниц²⁾	191	415	416	409	391	396	6,26%
в них коек, тыс.	24,2	54,5	52,6	51,5	49,1	48,4	5,95%
средняя мощность одной больницы, коек	126	131	126	126	126	122	-0,27%
Число участковых больниц²⁾	400	69	32	29	28	21	-21,77%
в них коек, тыс.	11,2	2,2	1,0	0,9	0,9	0,7	-20,63%
средняя мощность одной больницы, коек	28	32	31	31	31	33	1,38%
В городских поселениях							
Число больничных организаций	4959	4397	4186	4136	4146	4219	-1,34%
из них негосударственные	216	239	318	340	398	446	6,23%
из них частной формы собственности	110	176	265	290	355	397	11,29%
Число коек в больничных организациях:							
всего, тыс.	1186,1¹⁾	1060,1¹⁾	1017,6¹⁾	1031,1¹⁾	1009,8¹⁾	991,1¹⁾	-1,49%
из них в негосударственных организациях	20,2	21,8	25,7	29,6	28,7	31,8	3,85%
из них частной формы собственности	3,4	12,1	17,8	21,1	21,8	24,5	17,89%
Число центральных районных больниц²⁾	1027	829	789	784	778	757	-2,51%
Число районных больниц²⁾	112	230	217	208	202	211	5,42%
Число участковых больниц²⁾	18	4	4	4	4	4	-11,78%
В сельской местности							
Число больничных организаций	1349	1036	944	929	926	948	-2,90%
из них негосударственные	8	6	10	4	12	12	3,44%
из них частной формы собственности	5	4	9	4	12	12	7,57%

Показатель	2010 г.	2015 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	CAGR
Число коек в больничных организациях:							
всего, тыс.	153,4¹⁾	161,9¹⁾	155,9¹⁾	157,6¹⁾	152,4¹⁾	150,8	-0,14%
из них в негосударственных организациях	1,6	2,3	4,1	3,1	3,9	4,3	8,59%
из них частной формы собственности	0,68	0,60	2,70	2,30	3,10	3,40	14,35%
Число центральных районных больниц²⁾	727	597	536	532	533	523	-2,71%
Число районных больниц²⁾	79	185	199	201	189	185	7,35%
Число участковых больниц²⁾	382	65	28	25	24	17	-22,84%

¹⁾ Койки круглосуточных стационаров (без коек в дневных стационарах).

²⁾ В системе Минздрава России.

Особую тревогу вызывает практически полная ликвидация участковых больниц, традиционно игравших ключевую роль в оказании первичной медицинской помощи сельскому населению. За рассматриваемый период их количество сократилось с 400 до 21, а коечный фонд уменьшился в 16 раз – с 11,2 тыс. до 0,7 тыс. коек. Параллельно происходило снижение мощности центральных районных больниц: при сокращении их числа с 1754 до 1280 (-2,59% в год) коечный фонд уменьшился с 327,1 до 164,0 тыс. (-5,59% в год), а средняя мощность одной больницы снизилась со 186 до 128 коек

В условиях сокращения стационарной медицинской сети фельдшерско-акушерские пункты (ФАПы) остаются важнейшим элементом обеспечения первичной медико-санитарной помощи в сельской местности. Однако и их количество демонстрирует устойчивую отрицательную динамику (табл. 3). Так, с 2011 по 2023 гг. общее число ФАПов сократилось с 35043 до 33376 (CAGR -0,41%).

Региональный анализ выявляет существенные различия в динамике данного показателя. Наиболее значительное сокращение наблюдается в Южном (-0,70%) и Уральском (-0,77%) федеральных округах, что может быть связано как с процессами урбанизации, так и с оптимизацией сети медицинских учреждений. В то же время Северо-Кавказский федеральный округ демонстрирует противоположную тенденцию: рост числа ФАПов – на 0,54% в год, что объясняется как демографическими особенностями региона (более высокая рождаемость), так и спецификой расселения.

Сложившаяся ситуация требует разработки комплексного подхода к организации медицинской помощи в сельской местности. С одной стороны, наблюдаемое сокращение стационарной сети является отражением общемирового тренда на оптимизацию здравоохранения, с другой – оно создает риски снижения доступности медицинских услуг для сельского населения.

Число фельдшерско-акушерских пунктов, ед. на конец года

(таблица составлена автором на основе данных Росстата без учета статистической информации по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской и Херсонской областям)

Table 3

Number of medical and obstetric stations, units at the end of the year

[Compiled by the author based on Rosstat data (excluding statistical information for the Donetsk People's Republic (DPR), Lugansk People's Republic (LPR), Zaporozhie and Kherson Regions)]

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
Федеральный округ														
Российская Федерация	35043	34841	34772	34952	34288	34042	33861	33553	33622	33618	33628	33458	33376	-0,41%
Центральный федеральный округ	7564	7621	7452	7242	7153	7124	7104	6982	7096	7087	7098	7068	7134	-0,49%
Северо-Западный федеральный округ	2563	2443	2393	2391	2337	2297	2265	2259	2415	2438	2448	2461	2465	-0,32%
Южный федеральный округ	2892	2851	2833	3335	3316	3309	3197	3155	2795	2651	2671	2708	2658	-0,70%
Северо-Кавказский федеральный округ	1047	1020	997	995	990	979	996	945	974	972	1041	1042	1117	0,54%
Приволжский федеральный округ	10857	10873	11126	11043	10612	10524	10501	10514	10558	10615	10601	10537	10381	-0,37%
Уральский федеральный округ	2724	2719	2687	2638	2629	2610	2615	2599	2569	2584	2470	2467	2482	-0,77%
Сибирский федеральный округ	5313	5252	5224	5241	5168	5155	5140	5089	5207	5204	5235	5111	5105	-0,33%
Дальневосточный федеральный округ	2083	2062	2060	2067	2083	2044	2043	2010	2008	2067	2064	2064	2034	-0,20%

В качестве перспективных направлений развития можно выделить:

1. Развитие телемедицинских технологий, позволяющих компенсировать нехватку узких специалистов в отдаленных районах.

2. Совершенствование системы фельдшерско-акушерской помощи через модернизацию материально-технической базы ФАПов и повышение квалификации работающего в них персонала.

3. Стимулирование частно-государственного партнерства в сфере сельского здравоохранения, о чем свидетельствует положительная динамика роста негосударственных медицинских учреждений (CAGR +6,14%).

Особое значение приобретает необходимость увязки медицинской инфраструктуры с демографической и социально-экономической политикой развития сельских территорий. Только комплексный подход, учитывающий региональные особенности и современные технологические возможности, позволит обеспечить устойчивое развитие системы здравоохранения в сельской местности России.

Анализ динамики развития организаций культурно-досугового типа в сельской местности России за 2019–2023 гг. выявляет комплексную картину структурных изменений, отражающих общие тенденции трансформации социальной инфраструктуры в условиях сокращения сельского населения (табл. 4).

Наблюдается устойчивое сокращение сети учреждений культуры при одновременной их технологической модернизации, что свидетельствует о пересмотре подходов к организации культурного пространства сельских территорий.

Наиболее выраженная негативная динамика отмечается в сфере библиотечного обслуживания. Количество сельских библиотек сократилось с 4173 до 3585, демонстрируя среднегодовые темпы снижения на уровне $-3,73\%$. Этот процесс отражает как изменение моделей потребления информации, так и общую оптимизацию сети социальных учреждений в условиях депопуляции сельских территорий. В отличие от библиотек сеть сельских музеев демонстрирует относительную стабильность с незначительным ростом ($0,41\%$ в год).

Состояние материальной базы культурно-досуговых учреждений характеризуется противоречивыми тенденциями. С одной стороны, отмечается сокращение количества зданий, требующих капитального ремонта (с 7238 до 5842), с другой – сохраняется проблема аварийных объектов, число которых незначительно увеличилось.

Общее количество зданий сократилось с 38230 до 36960. При этом количество помещений осталось практически неизменным (около 233 тыс. ед.), что свидетельствует о процессах оптимизации использования существующих площадей.

Особого внимания заслуживает трансформация зрелищно-развлекательной инфраструктуры. Количество зрительных залов уменьшилось с 35,8 до 34,5 тыс., а их общая вместимость сократилась с 5,47 млн до 5,08 млн мест. Эти изменения отражают как закрытие отдельных учреждений, так и тенденцию уменьшения размеров новых культурных объектов. В то же время сеть клубных формирований демонстрирует относительную стабильность, сократившись всего с 314,4 до 306,8 тыс. ед., что подтверждает сохранение востребованности этой формы досуга среди сельского населения.

Параллельно с сокращением физической сети учреждений культуры происходит их технологическое оснащение. Число организаций с автоматизированными рабочими местами увеличилось с 19,9 до 22,8 тыс. Особенно значительный рост отмечается в сфере интернетизации: доступ в сеть получили 17664 учреждения (против 12528 в 2019 г.), а возможность пользоваться Интернетом для посетителей предоставляют 7184 организации (по сравнению с 5206 в начале периода).

Сведения об организациях культурно-досугового типа в сельской местности
(таблица составлена автором на основе данных ГИВЦ Минкультуры России)

Table 4

Data on cultural and leisure organizations in rural areas

[Compiled by the author based on the data from the Main Information and Computing Center (GIVTs) of the Ministry of Culture of the Russian Federation]

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
Число организаций культурно-досугового типа (включая обособленные подразделения), ед.	37601	37166	36952	36669	36363	-0,83%
из них число организаций, занимающихся:						
библиотечной деятельностью	4173	3914	3805	3641	3585	-3,73%
музейной деятельностью	606	612	614	619	616	0,41%
из общего числа организаций имеют:						
автоматизированные рабочие места	19900	20816	21810	22346	22752	3,41%
доступ в Интернет	12528	13285	15720	17007	17664	8,97%
доступ в Интернет для посетителей и участников формирований	5206	5623	6392	6932	7184	8,38%
Число зданий, ед.	38230	37913	37631	37346	36960	-0,84%
из них:						
требуют капитального ремонта	7238	6653	6351	6101	5842	-5,22%
аварийные	649	710	708	720	699	1,87%
Число помещений – всего, ед.	233558	232002	231455	232749	233184	-0,04%
из них:						
требуют капитального ремонта	36413	35353	34065	33182	32484	-2,81%
аварийные	2988	3082	3099	3216	3100	0,92%
Число зрительных залов, ед.	35799	35368	35107	34875	34504	-0,92%
вместимость зрительных залов, мест	5474152	5360733	5280382	5197972	5084891	-1,83%
Число клубных формирований, ед.	314365	308638	309119	308161	306777	-0,61%

Современное состояние культурно-досуговой инфраструктуры сельских территорий отражает сложный процесс адаптации к изменяющимся социально-демографическим условиям. Сокращение сети учреждений сочетается с их технологическим обновлением, что в целом соответствует общемировым тенденциям трансформации культурного пространства. Однако сохраняющиеся проблемы, связанные с состоянием материальной базы, и различия в динамике развития отдельных типов учреждений указывают на необходимость более дифференцированного подхода к культурной политике на селе. Особую актуальность приобретает разработка сбалансированных моделей культурного обслуживания, учитывающих как потребности местного населения, так и реальные возможности муниципальных образований.

Выводы **Conclusions**

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что современные процессы трансформации социальной инфраструктуры сельских территорий России представляют собой не просто следствие демографического кризиса, а сложную систему взаимосвязанных и взаимоусиливающих факторов. Анализ динамики социальной инфраструктуры выявил формирование самовоспроизводящегося механизма упадка, при котором сокращение учреждений образования, здравоохранения и культуры не только отражает уменьшение численности населения, но и активно способствует дальнейшей депопуляции.

Научная новизна исследований заключается в том, что:

1. Впервые на основе комплексного анализа данных за период 2000–2025 гг. выявлен и описан самовоспроизводящийся механизм институциональной деградации сельских территорий, где сокращение социальной инфраструктуры выступает не следствием, а катализатором дальнейшей депопуляции.

2. Выявлена и эмпирически подтверждена типология трансформации социальной инфраструктуры, фиксирующая региональные особенности и различные траектории развития для пригородных, промежуточных и периферийных зон.

Основной парадокс сложившейся ситуации заключается в том, что оптимизация социальной инфраструктуры, проводившаяся с целью повышения эффективности использования ресурсов, в условиях сельских территорий привела к противоположному результату. Сокращение сети школ, ликвидация участковых больниц и уменьшение культурных учреждений создали эффект «социального вакуума», значительно снижающий качество жизни и перспективы развития территорий. Особенно тревожной представляется пространственная дифференциация этих процессов, когда относительно благополучные пригородные зоны развиваются за счет катастрофической деградации периферийных районов.

Важнейшим выводом исследований является необходимость принципиального пересмотра подходов к управлению сельскими территориями. Традиционные методы, ориентированные на экономическую эффективность и укрупнение учреждений, в условиях демографического кризиса оказываются контрпродуктивными. Вместо этого требуются:

1. Реализация адаптивной модели социального обслуживания, основанной на сочетании законодательного закрепления минимальных стандартов доступности социальных услуг и внедрения гибридных (очно-дистанционных) форматов их предоставления, что отличает ее от существующих практик, где технологии внедряются без институциональной поддержки и без обеспечения базовой очной доступности услуг.

2. Развитие мобильных форм социального обслуживания через создание системы выездных бригад (врачей, педагогов, культурных работников).

3. Создание дифференцированных региональных стратегий, учитывающих демографические и экономические особенности различных типов сельских территорий, с разработкой соответствующих механизмов финансирования и управления.

Перспективы дальнейших исследований видятся в углубленном анализе возможностей компенсаторных механизмов включая изучение роли местных сообществ в самоорганизации, потенциала частно-государственного партнерства и эффективности различных моделей «умных деревень» в российских условиях.

В заключение следует подчеркнуть, что преодоление институциональной деградации сельских территорий требует не столько увеличения объемов финансирования, сколько изменения парадигмы управления: от принципа «эффективности любой ценой» к стратегии «сохранения качества жизни» как основы устойчивого развития. Реализация предложенной адаптивной модели социального обслуживания позволит разорвать порочный круг депопуляции и создать условия для возрождения российского села.

Список источников

1. Баутин В.М., Романцева Ю.Н. Статистический анализ динамики развития сельского хозяйства России в постсоветский период // *Экономика сельского хозяйства России*. 2016. № 6. С. 26–32. EDN: WAAGUV
2. Nefedova T.G. The transformation of agriculture in Russia: the myths and realities // *Universe of Russia. Sociology. Ethnology*. 2013. Vol. 22. № 1. Pp. 29-60. EDN: PVKGBV
3. Вербицкая О.М. Экономическое развитие российского села в первое десятилетие XXI века // *Труды Института российской истории РАН*. 2024. № 18. С. 393–412. EDN: APKOCC
4. Овчаров А.О., Терехов А.М. Периодизация развития сельского хозяйства РФ в контексте влияния экономических кризисов // *АПК: экономика, управление*. 2021. № 1. С. 62–70. <https://doi.org/10.33305/211-62>
5. Овчаров А.О., Терехов А.М. Влияние экономических кризисов на развитие сельского хозяйства: теоретические подходы и многофакторный анализ // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2022. Т. 15, № 3 (74). С. 129–140. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_129
6. Соболев О.С. Спрос на сельскохозяйственную продукцию в период мирового экономического кризиса // *Никоновские чтения*. 2009. № 14. С. 26–28. EDN: OCOTND
7. Будажданаева М.Ц. Демографические тенденции сельских территорий Российской Федерации // *Уровень жизни населения регионов России*. 2024. Т. 20, № 4. С. 612–628. https://doi.org/10.52180/1999-9836_2024_20_4_10_612_628
8. Карцева М.А., Мкртчян Н.В., Флоринская Ю.Ф. Сельско-городская миграция в современной России через призму количественного и качественного анализа // *Крестьяноведение*. 2024. Т. 9, № 2. С. 153–179. <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2024-9-2-153-179>
9. Корчагина Т.А. Современное состояние демографической безопасности в России // *Российский экономический вестник*. 2022. Т. 5, № 1. С. 106–115. EDN: WKHRCC
10. Киреенко А.П., Невзорова Е.Н. Теневая экономика в регионах России: вклад городской и сельской местности // *Регион: Экономика и Социология*. 2018. № 1 (97). С. 191–216. <https://doi.org/10.15372/REG20180109>
11. Сарайкин В.А., Никулина Ю.Н., Янбых Р.Г. Субъективное благополучие сельских жителей в России: факторы и их значимость // *Экономическая социология*. 2023. Т. 24, № 1. С. 71–105. <https://doi.org/10.17323/1726-3247-2023-1-71-105>

12. Липатова Л.Н. Пандемия COVID-19 в России: статистическая оценка прямых и косвенных демографических потерь // *Регионоведение*. 2023. Т. 31, № 1 (122). С. 107–122. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.107-122>
13. Сабгайда Т.П. Структура избыточной смертности, обусловленной пандемией новой коронавирусной инфекции, у городских и сельских жителей // *Социальные аспекты здоровья населения*. 2021. Т. 67, № 5. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-67-5-1>
14. Семченков А.С., Несолена А.К. Санкционное давление и политика обеспечения национальной безопасности РФ в условиях специальной военной операции // *Вестник Российской нации*. 2023. № 1-2 (89). С. 44–61. EDN: KQVRDO
15. Гурнович Т.Г., Кривенко Ю.А. Тенденции развития российского сельского хозяйства в условиях глобального кризиса // *Вестник Академии знаний*. 2024. № 2 (61). С. 141–144. EDN: OYAWTW
16. Повышение конкурентоспособности аграрных предприятий в условиях импортозамещения: Аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. 118 с. EDN: VHKWKS
17. Вакуленко Е.С., Горский Д.И., Кондратьева В.П., Трофименко И.А. Репродуктивные намерения россиян в 2022-2023 гг.: роль субъективных факторов // *Вопросы экономики*. 2024. № 9. С. 138–157. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-9-138-157>
18. Vakulenko E., Gorskiy D., Kondrateva V., Trofimenko I. Periods of High Uncertainty: How Fertility Intentions in Russia Changed During 2022-2023. *Demographic Research*. 2025;52(29):939-970. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2025.52.29>
19. Митрофанов С.В., Янбых Р.Г., Орлова Н.В., Николаев Д.В. Демографические вызовы развитию сельских территорий и кадровое обеспечение АПК // *Крестьяноведение*. 2025. Т. 10, № 3. С. 38–67. EDN: FIPUNN

References

1. Bautin V.M., Romantseva Yu.N. Statistical analysis of dynamics of development of agriculture of Russia during the post-Soviet period. *Economics of Agriculture of Russia*. 2016;(6):26-32. (In Russ.)
2. Nefedova T.G. The transformation of agriculture in Russia: the myths and realities. *Universe of Russia. Sociology. Ethnology*. 2013;22(1):29-60.
3. Verbitskaya O.M. Economic development of the Russian village in the first decade of the XXIst century. *Trudy Instituta rossiyskoy istorii RAN*. 2024;(18):393-412. (In Russ.)
4. Ovcharov A.O., Terekhov A.M. The periodization of the development of agriculture in the Russian Federation in the context of the impact of economic crises. *AIC: Economics, Management*. 2021;(1):62-70. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/211-62>
5. Ovcharov A.O., Terekhov A.M. Impact of economic crises on agricultural development: theoretical approaches and multifactorial analysis. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(3(74)):129-140. (In Russ.) https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_129
6. Sobolev O.S. Demand for agricultural products during the global economic crisis. *Nikonovskie chteniya*. 2009;(14):26-28. (In Russ.)
7. Budazhanaeva M.Ts. Demographic trends in rural areas of the Russian Federation. *Living Standards of the Population in the Regions of Russia*. 2024;20(4):612-628. (In Russ.) https://doi.org/10.52180/1999-9836_2024_20_4_10_612_628
8. Kartseva M.A., Mkrtychyan N.V., Florinskaya Yu.F. Rural-urban migration in contemporary Russia through the prism of quantitative and

qualitative analysis. *Russian Peasant Studies*. 2024;9(2):153-179. (In Russ.) <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2024-9-2-153-179>

9. Korchagina T.A. The current state of demographic security in Russia. *Russian Economic Bulletin*. 2022;5(1):106-115. (In Russ.)

10. Kireenko A.P., Nevzorova E.N. Shadow economy in Russian regions: urban and rural areas contributions. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya*. 2018;(1(97)):191-216. (In Russ.) <https://doi.org/10.15372/REG20180109>

11. Saraikin V.A., Nikulina Yu.N., Yanbykh R.G. Subjective well-being of rural dwellers in Russia: factors and their significance. *Journal of Economic Sociology*. 2023;24(1):71-105. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/1726-3247-2023-1-71-105>

12. Lipatova L.N. COVID-19 pandemic in Russia: Statistical assessment of direct and indirect demographic losses. *Russian Journal of Regional Studies*. 2023;31(1(122)):107-122. (In Russ.) <https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.107-122>

13. Sabgayda T.P. The structure of excess mortality due to the novel coronavirus infection pandemic in urban and rural residents. *Social Aspects of Population Health*. 2021;67(5). (In Russ.) <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-67-5-1>

14. Semchenkov A.S., Nesolenaya A.K. Sanctions pressure and the policy of ensuring the national security of Russian Federation in the context of a special military operation. *Vestnik Rossiyskoy natsii*. 2023;(1-2(89)):44-61. (In Russ.)

15. Gurnovich T.G., Krivenko Yu.A. Development trends in Russian agriculture during a global crisis. *Vestnik Akademii znaniy*. 2024;(2(61)):141-144. (In Russ.)

16. *Improving the competitiveness of agricultural enterprises under import substitution: analytical review*. Moscow, Russia: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, 2024:118. (In Russ.)

17. Vakulenko E.S., Gorskiy D.I., Kondrateva V.P., Trofimenko I.A. Reproductive intentions of Russians in 2022-2023: the role of subjective factors. *Vopreosy Ekonomiki*. 2024;(9):138-157. (In Russ.) <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-9-138-157>

18. Vakulenko E., Gorskiy D., Kondrateva V., Trofimenko I. Periods of high uncertainty: how fertility intentions in Russia changed during 2022-2023. *Demographic Research*. 2025;52(29):939-970.

19. Mitrofanov S.V., Yanbykh R.G., Orlova N.V., Nikolaev D.V. Demographic challenges for Russian rural areas and their impact on staffing of agriculture. *Russian Peasant Studies*. 2025;10(3):38-67. (In Russ.)

Сведения об авторе

Митрофанов Сергей Владимирович, канд. с.-х. наук, заведующий отделом экономики инноваций в сельском хозяйстве, Институт аграрных исследований, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"»; 109028, Российская Федерация, г. Москва, Покровский бульвар, 11; e-mail: smitrofanov@hse.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0657-7148>

Information about the authors

Sergey V. Mitrofanov, CSc (Ag), Head of the Department of Economics of Innovation in Agriculture, Institute of Agrarian Research, Higher School of Economics; 11 Pokrovskiy Ave., Moscow, 109028, Russian Federation; e-mail: smitrofanov@hse.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0657-7148>

ЭКОНОМИКА

**Студенческое общественное питание в формате
социального предпринимательства**

Людмила Константиновна Субракова[✉], Светлана Евгеньевна Широкова

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

[✉] **Автор, ответственный за переписку:** subrackoval@ya.ru

Аннотация

Студенчество – особая социальная группа с условиями труда и жизни, связанными с большими нагрузками для организма, требующего рационального питания, режима работы и отдыха. Несбалансированность питания, характерная для студентов в связи с дефицитом времени, организацией учебного процесса, недооценкой важности рационального питания, приводит к ухудшению состояния здоровья во время учебы и ослаблению его в последующем. По данным ВОЗ, состояние здоровья человека зависит на 15% от организации здравоохранения, на 15% – от наследственности, на 20% – от окружающей среды, на 50% – от образа жизни и питания. Существующие проблемы в питании студентов обусловили актуальность темы исследований, целью которых является обоснование возможности оздоровления питания студентов в системе общественного питания, функционирующего в формате социального предпринимательства. Материалами исследований послужили публикации по экономическим, медицинским, социологическим аспектам темы, данные опроса студентов. При проведении исследований использовались методы: статистико-аналитический, анкетирование целевой группы респондентов, обобщение, классификация и анализ информации. Исследованиями установлено, что проблемы в организации общественного питания в вузах могут быть решены на основе использования современных технологий и развития социального предпринимательства, что представляется новым подходом к исследованию данной сферы. Практическое значение работы видится в возможности использования предложенного формата социального предпринимательства в общественном питании студентов в управлении, бизнес-аналитике и реализации планов социально-экономического развития вузов.

Ключевые слова

студенты, здоровье, культура питания, государственная поддержка

Для цитирования

Субракова Л.К., Широкова С.Е. Студенческое общественное питание в формате социального предпринимательства // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 186–202.

Student public catering within a social entrepreneurship framework

Ludmila K. Subrakova✉, Svetlana E. Shirokova

Katanov Khakass State University, Abakan, Russia

✉Corresponding author: subrackoval@ya.ru

Abstract

The students constitute a specific social group whose working and living conditions involve high physical and mental stress, requiring balanced nutrition and a proper work-rest regimen. Nutritional imbalances – prevalent among students due to time deficits, the organization of the educational process, and an underestimation of the importance of a healthy diet – lead to deteriorating health during their studies and potentially long-term negative effects. According to the World Health Organization (WHO), health is determined 15% by healthcare organization, 15% by heredity, 20% by the environment, and 50% by lifestyle and nutrition. Current issues in student nutrition underscore the relevance of this study, which aims to justify the feasibility of improving student diets through a public catering system functioning as a social entrepreneurship. The research materials include publications on economic, medical, and sociological aspects of the topic, as well as data from student surveys. The study employed statistical and analytical methods, target group surveys, generalization, classification, and information analysis. The findings suggest that organizational challenges in university catering can be addressed through modern technologies and the development of social entrepreneurship – a novel approach to investigating this sector. The practical significance of the work lies in the potential application of the proposed social entrepreneurship model for university management, business analytics, and the implementation of socio-economic development plans in higher educational institutions.

Keywords

students, health, food culture, government support

For citation

Subrakova L.K., Shirokova S.E. Student public catering within a social entrepreneurship framework. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):186–202.

Введение

Introduction

Студенческое общественное питание является частью индустрии питания, которая в России быстро развивается после отмены ограничений в связи с пандемией и при намечившемся повышении доходов населения. В таблице 1 приведены показатели отрасли.

Наибольший рост товарооборота и посещаемости наблюдался в 2021 г., а за период 2019–2023 гг. динамика составила 166,5 и 157,8% соответственно. Средняя стоимость чека в общепите повысилась лишь на 5,5%, что означает изменение структуры отрасли за счет уменьшения доли ресторанов и повышения доли быстрого питания. Важнейшие факторы влияния на питание – это доходы и соответствующие потребительские расходы и их распределение на основные потребительские нужды. Закон Энгеля гласит о том, что с ростом доходов расходы на питание относительно снижаются, а доля расходов на услуги растёт [3].

Таблица 1

**Показатели предприятий общественного питания в России
за 2019–2023 гг. [1, 2]**

Table 1

Indicators of public catering enterprises in Russia for 2019–2023 [1, 2]

Показатели	Единица измерения	Годы				
		2019	2020	2021	2022	2023
Оборот	млрд руб.	1700	1350	1930	2283	2830
Посещения	тыс. чел.	2109,2	2190,8	2772,3	3100,9	3456,7
Средний чек	руб.	776	616	696	736	819

Услуги общественного питания замещают домашнее питание, когда возрастет дефицит времени семей на приготовление пищи. В таблице 2 содержатся данные об общих расходах, расходах на приобретение продуктов питания и оплату услуг общепита в России. Расчеты показывают, что при росте потребительских расходов на 37,0% расходы на покупку продуктов питания возросли на 36,9%, а на услуги общепита – всего на 27,6%, то есть меньше, чем на продовольствие, на 9,3 и на 9,4 п.п. меньше, чем на все товары и услуги. Доля расходов населения на услуги общепита за период снизилась.

Таблица 2

**Потребительские расходы населения России
на продовольственные товары и общественное питание в 2019–2023 гг. [1]**

Table 2

**Consumer spending of the Russian population on food products
and public catering in 2019–2023 [1]**

Показатели	Годы									
	2019		2020		2021		2022		2023	
	руб/ мес.	%	руб/ мес.	%	руб/ мес.	%	руб/ мес.	%	руб/ мес.	%
Потребительские расходы на душу нас. – всего	28 736	100	27 443	100	32 352	100	35 336	100	39 373	100
Расходы на продовольственные товары	10 814	37,6	10 147	37,0	12 345	38,2	13 467	38,1	14 809	37,6
Расходы на общественное питание	716,68	2,5	684,43	2,9	940, 8	2,5	789,76	2,2	914,63	2,3

Полученные результаты говорят об отклонении от закономерности, выявленной Э. Энгелем. Поэтому нужно учесть иные факторы – в частности, изменение уровня цен на продовольственные товары. При их повышении растут расходы домохозяйств на продукты, что сокращает расходы на другие нужды, в том числе на посещение кафе и ресторанов [4].

Таким образом, рынок общественного питания в России растет со стороны предложения за счет появления и активного использования новых форматов, технологий, трендов, а спрос на услуги индустрии питания отстает по причине высокой инфляции и сохранения неизменной структуры потребительских расходов. В этих условиях студенты как потребители услуг общественного питания оказываются в наихудшем положении, так как имеют наименьшие доходы и пользуются в основном услугами фастфуда (43%) [5].

Проблема исследований заключается в том, что сфера общественного питания студенческой молодежи, находящаяся в отличие от общепита в целом в неудовлетворительном состоянии, остается за пределами четкого государственного регулирования и не представляет большого интереса для частного предпринимательства. Между тем в Стратегии реализации молодежной политики в Российской Федерации на период до 2030 года в качестве одних из ее направлений утверждено «...выявление и устранение факторов, снижающих качество человеческого капитала» и то, что «...создание условий, способствующих сохранению и упрочению здоровья, ...приобретает значение необходимого условия обеспечения национальной безопасности страны» [6]. Следует уточнить, что в этом важном документе «общественное питание» и просто «питание» не получили своего отражения. Как отмечается в зарубежных исследованиях, в настоящее время в США нет государственной политики, направленной на улучшение условий питания в высших учебных заведениях [7]. Эти факты свидетельствуют об актуальности исследования путей совершенствования общественного питания студенчества.

Изучение публикаций по теме функционирования студенческого общественного питания в формате социального предпринимательства показало, что имеются исследования относительно оценки меню столовых от рекомендаций здорового питания [8], роли социального предпринимательства в переходе к устойчивости продовольственного обеспечения [9], возможностей социального предпринимательства в гастрономии для трудоустройства социально уязвимых категорий населения [10], потенциала университетов в подготовке студентов как социальных предпринимателей [11], борьбы социальных предпринимателей с растущими пищевыми отходами [12].

В медицинских исследованиях здоровья студентов отмечаются проблемы несбалансированности питания [13], нерегулярность приема пищи [14, 15], неполноценность потребляемых продуктов по содержанию полезных компонентов [13, 14], дефицит белковой пищи [16] и др. Широкое распространение потребления продуктов быстрого питания – фастфуда – приводит к резкому повышению холестерина, нарушению функций печени, ожирению. Отсутствие завтрака, горячих блюд, по мнению врачей, чревато тем, что студенты, приступая к занятиям натошак, хуже усваивают учебный материал. Употребление сэндвичей, бургеров, картофеля фри без достаточного количества жидкости нарушает процесс пищеварения, в результате чего наблюдаются спазм, изжога, отрыжка [15]. Даже для студентов-медиков выявлено преобладание (64,2%) нерационального типа питания, то есть нарушение принципов питания, касающихся режима, структуры питания, уровня знаний, места и условий приема пищи [17].

В качестве последствий нездорового питания называются нарушения работы сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной и других систем организма человека,

что негативно отражается на самочувствии и результатах учебы студентов. Заболеваемость студентов растет: по результатам исследований, на респираторные болезни приходится 18%; болезни костно-мышечной системы, болезни глаза находятся на втором и третьем местах; болезни органов желудочно-кишечного тракта составляют 11,7%, болезни нервной системы – 11,6%, болезни эндокринной системы – 8,8%, болезни крови и кроветворения – 7% [18]. Эксперты отмечают, что неправильное питание может привести к пищевому дефициту, пищевой зависимости, пищевому отравлению и к ожирению [19].

Причинами нарушения принципов рационального питания, по оценке самих студентов, являются низкий уровень культуры питания, вредные привычки и социально-экономические факторы [13]. Низкая культура питания характеризуется поспешностью, бессистемностью, ориентиром только на цены продуктов, отказом от ценности приема пищи как социальной коммуникации [20]. Вредные привычки сохраняются в студенческой среде как реакция на высокие психоэмоциональные и психофизиологические нагрузки в безуспешном стремлении их снять. Необходимость подработки для обеспечения нужных расходов также влияет на сложившуюся практику питания студентов.

Цель исследований: обоснование возможности оздоровления питания студентов в системе общественного питания, функционирующего в формате социального предпринимательства.

Методика исследований

Research method

Для исследований привлекались материалы Хакасского государственного университета имени Н.Ф. Катанова. В вузе для общественного питания студентов и работников предусмотрено 9 площадок, в том числе 5 столовых (в корпусах 5, 16, 17, 8 и 7) и 4 буфета (в корпусах 1, 2, 3 и 15). Общая площадь всех помещений общепита вуза составляет 2850,22 кв. м. Самой большой по площади (60,9 кв. м) является столовая № 4 по адресу: ул. Хакасская, 6, стр. 1, в студенческом городке Института менеджмента, экономики и агротехнологий. Столовая посещается студентами и работниками университета; сторонних посетителей нет, так как помещение достаточно удалено от делового центра и других организаций.

Основным показателем деятельности предприятий общественного питания является количество посадочных мест, которых во всех столовых и буфетах числится 712 шт. Столовая № 4 рассчитана на 140 мест. В помещениях общественного питания площадь обеденного зала занимает 36,4% от общей площади (1037,44 м²). Все помещения общепита университета переданы в аренду ООО «Сибирская торговая корпорация» (г. Абакан; основной вид деятельности – деятельность предприятий общественного питания по прочим видам организации питания) и используются по назначению – для общественного питания. Площадь, переданная в аренду, составляет 1292,02 м², или 45,3% общей площади; площадь в 1569,1 м² находится в управлении университета. Из этого следует, что ресурсы общепита используются неполностью, большая их часть не вовлечена в целевую деятельность.

Для выяснения того, как посетители оценивают работу столовой, был проведен социологический опрос по анонимным анкетам. Опросный лист содержал 8 вопросов по питанию, на которые ответили 127 студентов ИМЭА разных курсов; по 5-балльной шкале оценивалось качество сервиса и меню. По показателю «Качество обслуживания» средняя оценка составила 3,74 балла. По качеству меню оценка также низкая – 3,63 балла. Лишь 58,3% опрошенных ответили, что посещают столовую № 4.

На вопрос, почему не посещают столовую, получены такие ответы, как: «Антисанитария, разнообразие блюд не очень»; «Большая очередь и дорогая еда»; «Качество еды оставляет желать лучшего»; «Не хватает времени – лучше в магазине взять и по дороге съесть»; «Дорого и небезопасно для здоровья»; «Невкусная, неаппетитная еда»; «Неприятно пахнет». Студенты при выборе места для питания обращают внимание на цены (37,5%), меню (30,1%), быстроту обслуживания (15,8%), интерьер (9,2%), лаундж-музыку (4%), скидки и акции (3,3%). Как следует из опроса, студенты хотели бы видеть в меню столовой № 4: разнообразную выпечку – 29,5%; фрукты – 21,9%; блюда китайской кухни – 13,1%; фастфуд – 12,7%; рыбу и морепродукты – 7,6%; кондитерские изделия – 4,6%; снеки – 1,7%. Студенты предложили добавить в меню картофель-фри, супы, полезное питание, большой ассортимент каш, гарниров, мяса, вегетарианские блюда. На вопрос о том, чего не хватает столовой № 4 ХГУ, чтобы ее услугами пользовалось большее количество студентов, получены ответы, что не хватает: разнообразного меню – 22,2%; красивого интерьера – 16,8%; удобной мебели – 14,8%; акций и скидок – 13,8%; быстрого обслуживания – 12,5%; тематических дней «Рыбный», «Китайская кухня» – 11,1%; приятной музыки – 5,1%.

По результатам опроса студентов выявлены проблемы столовой: устаревший ветхий интерьер; неудобная мебель; однообразное меню; долгое обслуживание; неудобная информация о меню и ценах. Результаты опроса говорят о необходимости смены концепции общественного питания в столовой вуза. Если проблемы в общепите не решать, то это угрожает имиджу, привлекательности университета как места учебы и пребывания студентов.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Проблемы общественного питания студентов должны быть решены на основе современных технологий, роль которых в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации определена как «...обеспечивающие устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие Российской Федерации на долгосрочный период» [21].

Общественное питание, как и театр, начинается с вешалки. Вместо стоек для одежды в центре обеденного зала, которыми редко пользуются посетители, предлагается установить в вестибюле перед входом вешалку напольную для удобства и экономии места. Ускорить обслуживание может установка терминала самообслуживания G-Sense Junior, который работает с большой базой блюд и полной посадкой посетителей вместо кассы. POS-терминал позволяет посетителям не тратить время на расчеты в кассе и быстро выбирать блюда по изображению на дисплее с указанием цены. Так решаются проблемы медленного обслуживания и неудобства выбора блюд. При использовании в общественном питании электронных терминалов заказ, сформированный на киоске, отправляется на кухню, сообщение о его готовности высвечивается на табло электронной очереди, заказ забирают на стойке выдачи. С помощью киосков контакт с персоналом практически устраняется, что важно в условиях ограничений, как это было в период пандемии.

Внедрение киосков самообслуживания во многих кафе и ресторанах показало увеличение покупок на 8% и среднего чека на 10% за счет кросс-продажи (сопутствующих товаров), которая легко организуется на платформе. Отсутствие очереди позволяет выбрать больше блюд из ассортимента, попробовать новое, что увеличивает объем заказов. Окупаемость оборудования оценивается в 6–8 мес. за счет повышения посещаемости.

Желающим быстрого питания предлагаются снеки и готовые напитки из вендинговых автоматов, устанавливаемых против входа в обеденный зал. Установка совмещенного кофе-аппарата со снековым модулем дешевле отдельных автоматов. Мебель в обеденной зоне требует замены как не отвечающая удобству, устойчивости, долговечности, единству стиля. Замена 6-местных столов на белые квадратные столы Eames (T004), а табуреток – на яркие стулья Eames (SC-001) фабрики Глобал (Санкт-Петербург) с практичным дизайном и лаконичной формой – преобразит интерьер. Раздаточная линия столовой № 4 включает в себя: охлаждаемые прилавок и витрину, мармиты вторых и первых блюд, стойку для столовых приборов и подносов, стеллажи для хлеба, что сохранится на месте. Касса исключается из раздаточной линии, которая дополняется поворотными и угловыми модулями для удобства обслуживания. Металлостойки демонтируются, ограждения и прилавки отделяются цветным пластиком.

Главное изменение необходимо в ассортименте блюд, так как посетители приходят в общепит за вкусным и полезным завтраком или обедом. Полезность и вкус пищи определяются качеством исходных продуктов и технологией приготовления. Лучшее приготовление блюд здорового питания обеспечивают пароконвектоматы – профессиональное оборудование с разными режимами пара и принудительной конвекцией приготовления пищи. Высокий уровень автоматизации и программирования режимов позволяет производить до 70% всех операций теплообработки. Выбраны инжекторный пароконвектомат ПКА-6–2/33 и зонт для очистки от аэрозолей ЗВВ-700 АО «Чувашторгтехника».

Внедрение цифровых платформ для обслуживания посетителей столовой позволяет организовать еще одно перспективное направление общепита – прием и реализацию заказов продуктов и полуфабрикатов на дом студентам и работникам университета. О численности работников, предпочитающих заказ питания, известно из исследования эконо-сервиса доставки питания «Прием»: большинство работников питаются едой, приготовленной дома (63% из числа работающих в офисе и 76% работающих дома), а 2% работников – как работающих в офисах, так и дистанционно занятых, заказывают еду из ресторана, 2% пользуются сервисом по подписке на готовые блюда [22]. По этим данным подсчитано: число работников, заказывающих блюда в столовой, повысится на 4%. При численности работников ИМЭА 56 чел. и студентов ОФО 299 чел. получается, что (как минимум) 14 чел., то есть $(56 + 299 \cdot 4\%)$, могут ежедневно заказывать обеды из столовой при доступе к информации и высоком качестве блюд.

Кроме того, столовой целесообразно ввести сервис по приготовлению готовых блюд по заказу на дом, так как, по данным исследования НАФИ, 51% респондентов из 53 регионов России обычно заказывают на работу или на дом готовую еду [23]. Потенциальными заказчиками столовой № 4 может стать еще 181 чел. при работающей цифровой платформе. Общее количество потребителей услуг столовой № 4 оценивается почти в 400 чел. с учетом нынешних 200 посещений в день $(200 + 14 + 181)$.

Предлагается освоить приготовление в столовой так называемого здорового фаст-фуда, широко распространенного сейчас. Это продукты без трансжиров, сахара, красителей, усилителей вкуса, кетчупов, майонеза, избытка соли, муки, то есть простые односоставные продукты. По данным столовой № 4, средний чек в 2024 г. составлял 150–200 руб. Для сравнения недельной стоимости трех типов питания (по рекомендациям для здорового питания Роспотребнадзора, обычного питания средней российской семьи, питания продуктами традиционного фаст-фуда) составлена таблица 3 с учетом цен на основные продукты, отслеживаемые Росстатом.

Сравнение стоимости питания по различным схемам [24]

Table 3

Comparison of food costs across different schemes [24]

Показатели	Меню		
	По рекомендации Роспотребнадзора	Обычное меню	Фаст-фуд
Продукты	Овощи. Фрукты. Орехи. Молочные продукты. Нежирное мясо и рыба. Творог. Сухофрукты. Морепродукты.	Овощи. Фрукты. Мясо. Рыба. Борщ. Морепродукты. Творог. Сгущенное молоко. Яйца. Печень. Блины. Пицца. Колбаса. Курица. Вареники.	Йогурт с сахаром. Бекон. Сосиски. Булочки. Бургеры. Сэндвичи. Картофель-фри. Чипсы. «Доширак». Майонез. Селедка. Квашеная капуста. Оливье. Острые куриные крылышки. Чебуреки.
Стоимость, руб.: – продуктов – напитков	4 000 128	1 108 260	3 184 1000
Стоимость в неделю, руб.	4 128	1 368	4 184
Стоимость в день, руб.	589,7	195,4	597,7
Стоимость 1 приема пищи, руб.	196,6	65,0	199,2

Расчеты показали, что стоимость здорового питания (196,6 руб.) и стоимость фаст-фуда (199,2 руб.) практически не отличаются, то есть питаясь полезными продуктами, потребитель не затрачивает больше, чем при питании вредным фаст-фудом. Расходы на полезный ассортимент укладываются в средний чек 200 руб., то есть блюда здорового питания в меню столовой не повысят стоимости обеда. Среди пожеланий студентов было предложение о фоновой музыке в столовой (5%). Эксперты утверждают: лаундж-мелодичное сопровождение сервиса кафе и ресторанов оправдано для увеличения времени пребывания и повышения средней стоимости чека. Тогда целесообразно установить напольную музыкальную колонку ZQS-4235.

Договор аренды торговых точек комбината питания ХГУ имени Н.Ф. Катанова с ООО «Сибирская торговая корпорация» заключен в 2023 г. на 2 года. Поэтому к реализации плана реструктуризации столовой № 4 можно приступить не ранее сентября 2025 г. при условии заключения договора аренды ХГУ имени Н.Ф. Катанова с новой общественной организацией «Студент», созданной в 2025 г.

Социальное предпринимательство основывается на принципах, инструментах и технологиях традиционного предпринимательства, использовании инновационных подходов к бизнесу, направленных на решение актуальных общественных проблем: безработицы, бедности, социального неравенства, поддержки людей с ограниченными возможностями. На рисунке 1 показана связь принципов социального предпринимательства в соответствии с законом [25].

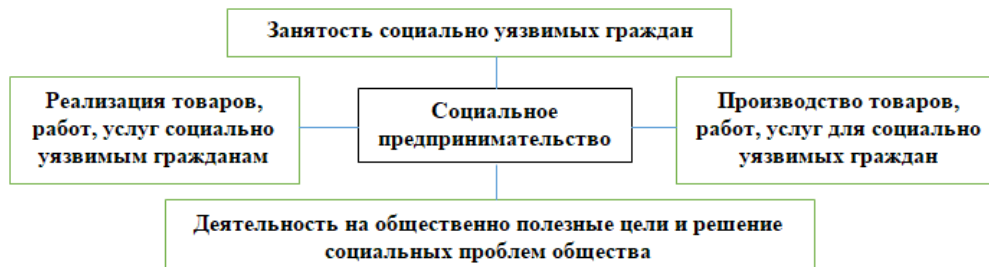


Рис. 1. Категории социального предпринимательства

Figure 1. Categories of social entrepreneurship

Особо выделим категорию деятельности на общественно-полезные цели и решение социальных проблем общества (рис. 1), отнеся ее к категории студенчества как социальной группе, имеющей признаки социальной уязвимости. Социальная уязвимость связана с риском ухудшения социально-экономического состояния ввиду низких доходов, ограниченного доступа к ресурсам и др. К признакам социальной уязвимости студентов относятся: отсутствие собственных источников дохода (стипендия – стимулирующая выплата, не предназначенная для жизнеобеспечения); ограниченные возможности трудоустройства по причине учебной занятости; состояние здоровья. Отнесение студентов к этой группе обосновывается в работах [26, 27], что дает основание для поддержки студенчества государством. В основном рассматриваются материальная помощь, социальная стипендия, бесплатное обучение, проживание в общежитии [26]. Считаем необходимым дополнить эти меры поддержки в сфере общественного питания, которая будет более эффективной, чем просто организация питания в вузах на основе аутсорсинга с коммерческими фирмами, что практикуется в большинстве вузов, если оказывать ее на основе социального предпринимательства.

Несмотря на то, что появилось понятие «социальное питание», подразумевающее питание школьное, больничное, санаторное и на предприятиях с вредными условиями производства [28], на питание студентов оно не распространяется. Социальные столовые функционируют для пенсионеров по направлениям соцзащиты и лиц без определенного места жительства. Поэтому идея социального предпринимательства в студенческом общественном питании является актуальной и должна реализовываться снизу, поскольку в перечне видов деятельности, на которые распространяется государственная поддержка социального предпринимательства, есть только 6 видов: здравоохранение, социальное обслуживание, образование, занятость населения, физкультура и спорт, туризм [29]. Финансовый механизм социального предпринимательства сочетает коммерческие и некоммерческие источники: субсидии, кредиты, инвестиции в рамках государственно-частного партнерства, гранты фондов, благотворительные взносы. На практике получение кредитов затруднено завышенными требованиями, не соответствующими финансовому состоянию начинающих социальных предпринимателей. Грантовая поддержка фондов предназначена также давно работающим организациям [30]. Тем не менее еще имеются программы поддержки молодежных проектов, предлагаемые государственными и частными грантодателями: Минэкономразвития, Минобрнауки, Агентством «Росмолодежь», Фондом содействия инновациям, корпоративными фондами «Сбер», «Русский алюминий», «Норникель», инновационными научно-технологическими центрами [31]. При изучении направлений, условий конкурсов, разработанных для молодежных стартапов, к сожалению, не обнаружено ни одного направления по общественному питанию студентов. Самыми близкими по смыслу были направления, называемые «Пропаганда здорового образа жизни», «Охрана здоровья граждан».

Для изменения технологии и пространства общепита в соответствии с потребностями целевых потребителей-студентов выбраны основные средства по критериям лучшего соотношения цены/качества и соответствия производительности оборудования количеству посетителей: терминал самообслуживания G-Sence Junior, Вендинговый аппарат Pro LV307 V2, Вендинговый аппарат снеков, пароконвектомат ПКА-6–2/3В, мебель – всего на общую сумму 735 587 руб, из них 328 766 руб. за 1-й год. Объем инвестиций в основные средства представлен в таблице 4.

Таблица 4

Инвестиции в основные средства столовой № 4 ХГУ имени Н.Ф. Катанова

Table 4

Investments in fixed assets for Canteen No. 4 of Katanov Khakass State University

№	Наименование	Количество, шт.	Характеристика	Цена, руб/шт.	Общая стоимость, руб.
1	Вешалка напольная ВО-20г	1	Сталь, цвет черный, с 20 крючками. Габариты – 144 × 183 × 70 см. Масса – 16,2 кг	11 738	11 738
2	Терминал самообслуживания G-Sence Junior	1	Комплект: POS-терминал, блок питания. Экран 15". Оперативная память – 8 Гб. Габариты – 80 × 53 × 46 см. Масса – 7 кг	35 546	35 546
3	Вендинговый аппарат Pro LV307 V2	1	Кофе-автомат. Габариты – 510 × 610 × 862 см. Масса – 51 кг	199 000	МСК-лизинг 7 356 в мес. на 3 года
	Вендинговый аппарат снеков	1	SM Mini Vendshop. Габариты – 60 × 22 × 85 см. Масса – 30 кг	47 700	4500 в мес. на 1 год
4	Пароконвектомат ПКА-6–2/3В	1	Оборудование инжекторного типа, 6 уровней. Максимальная температура: +270 °С. Мощность – 5,2 кВт. Габариты – 55 × 71 × 76 см. Масса – 61 кг	179 000	МСК-лизинг 7 023 в мес. на 36 мес.
5	Стол Eames T-004	20	Столешница МДФ-16, подстолье – дерево (бук). Габариты – 75 × 80 × 80 см	7 490	149 800
6	Стул Eames SC-001	80	Пластик, дерево (бук)	1 392	111 360
7	Музыкальная колонка напольная ZQS-4239	1	Комплект: колонка, пульт, USB шнур, микрофон. Габариты – 40 × 17 × 17 см. Масса – 2 кг	1 443	1 443
Итого:					735 587 руб.

Покупка оборудования в лизинг уменьшает первоначальные инвестиции более чем на 400 тыс. руб. Другие основные средства можно приобрести за счет собственных средств фирмы. Текущие доходы столовой рассчитаны на 2025–2029 гг. от продажи продукции общественного питания, напитков и снеков с условием, что в первый год не будут продаваться товары из вендинговых автоматов, так как их приобретение отнесено на 2026 г. С учетом роста числа посещений годовые доходы за 5 лет возрастут с 7 224 000 до 25 116 000 руб. Годовые показатели выручки рассчитаны за 10 месяцев с исключением двух месяцев летних каникул.

Месячные расходы столовой № 4 рассчитаны в разрезе текущей, финансовой (лизинговые платежи, проценты по кредиту) и инвестиционной деятельности (мебель) и составили сумму от 7 624 880 до 22 419 700 руб. в год.

Далее рассчитан финансовый результат по годам (табл. 5).

Таблица 5

Финансовые показатели инвестиционного проекта по реструктуризации столовой № 4 ХГУ имени Н.Ф. Катанова, руб.

Table 5

Financial indicators of the investment project for the restructuring of Canteen No. 4 of Katanov Khakass State University, rubles

Показатели	Годы				
	2025	2026	2027	2028	2029
Доходы	7 875 000	10 358 250	13 461 000	14 480 000	15 116 000
Расходы	7 624 880	10 036 010	13 014 980	13 825 140	14 419 700
Прибыль	250 120	322 240	446 020	654 860	696 300
УСН, 5%	12 506	16 112	22 301	32 743	34 815
Чистая прибыль	237 614	306 128	423 719	622 117	661 485
Рентабельность продаж, %	2,6	2,5	2,8	9,5	9,1

Поскольку доходы и расходы рассчитаны без учета дисконтирования, определяется недисконтированный срок окупаемости (N) простым методом:

$$N = \frac{\text{Инвестиции}}{\text{среднегодовая прибыль}} = \frac{735587}{450213} = 1,6 \text{ года.} \quad (1)$$

Таким образом, обновление столовой университета с учетом современных тенденций в общественном питании не только создаст комфортные условия для студентов и сотрудников, но и станет ярким примером успешного сочетания бизнеса и социальной значимости. Внедрение инноваций в питание, поддержка местных поставщиков и уделяемое внимание экологической устойчивости делают этот проект важным шагом к созданию здоровой, справедливой и ответственной пищевой системы в университетском сообществе.

Выводы Conclusions

Опрос студентов вуза выявил неудовлетворенность их тем, чем и как они питаются, а также подсказал, как должно быть, по их мнению, организована столовая, чтобы они ее посещали. Эти пожелания учтены при разработке плана реорганизации общественного питания студентов университета. Расчет инвестиций в новое оборудование и мебель показал сумму 800 тыс. руб. Их источником могут стать государственные и частные средства, направляемые по закону на решение проблем социально уязвимых групп населения, к которым относится студенчество с рисками для здоровья при неполноценном питании.

Изучение путей привлечения финансирования для оснащения студенческой столовой современными технологиями приготовления и обслуживания показало, что в России действует много программ для социального предпринимательства в виде займов, микролизинга, грантов, социального заказа и т.д. Объем выделяемой поддержки по большинству программ позволяет покрыть инвестиции по проекту, а доходы от текущей деятельности достаточны для поддержания и роста производства на предприятии общепита в соответствии со спросом.

Проблемой является отсутствие общественного питания в перечне видов деятельности, поддерживаемых государством, поэтому в наших исследованиях остаются вопросы, решение которых находится в правовой, экономической и организационной сферах. На данной стадии изучения социального предпринимательства в индустрии общественного питания выяснено, что этот формат позволяет достичь и коммерческого, и социального эффекта. Инвестиционный проект по реструктуризации студенческой столовой на основе социального предпринимательства представляет модель, которая ориентирована не только на финансовую устойчивость, но и на решение социальных задач, связанных с образованием и поддержкой студенческого сообщества. Он показал прибыльность и окупаемость на уровне, приемлемом для социальных проектов. Это позволяет представить его на конкурсы социальных проектов для получения финансовой поддержки.

Исследования подтверждают, что общественное питание в формате социального предпринимательства имеет значительный потенциал для развития и создания положительных изменений в обществе. Развитие этой отрасли требует не только бизнес-ориентированного подхода, но и социально-ответственного поведения в обществе.

Список источников

1. Доходы, расходы и сбережения населения // *Росстат*. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397> (дата обращения: 17.11.2024)
2. Анализ рынка кафе и ресторанов в России в 2019-2023 гг., прогноз на 2024-2028 гг. // *Businesstat*. https://businesstat.ru/images/demo/cafes_and_restaurants_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения: 17.11.2024)
3. Engel E. *Die vorherrschenden gewerbszweige in den gerichtsämtern mit Beziehung auf die Productions- und Consumtionsverhältnisse des Königreichs Sachsen*. 1857. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/233572/1/wista-2021-2-126-136.pdf>
4. Шевцова Е.Д., Фокина О.В. Обеспечение устойчивости предприятий общественного питания в условиях падающего спроса // *Russian Journal of Management*. 2022. Т. 10, № 1. С. 61–65. <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2022-10-1-61-65>

5. Мартышенко Н.С. Исследование проблем организации питания студентов университета: социально-экономические аспекты // *Теоретическая и прикладная экономика*. 2017. № 3. С. 70–89. <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2017.3.238748744>
6. Стратегия реализации молодежной политики в Российской Федерации на период до 2030 года: утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 августа 2024 г. № 2233-р. URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/86206.html> (дата обращения: 15.03.2025)
7. Racine E.F., Schorno R., Gholizadeh S. et al. College Fast-Food Environment and Student Food and Beverage Choices: Developing an Integrated Database to Examine Food and Beverage Purchasing Choices among College Students. *Nutrients*. 2022;14(4):900. <https://doi.org/10.3390/nu14040900>
8. Fandetti S.M., Dahl A.A., Webster C. et al Healthy Food Policies Documented in University Food Service Contracts. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(16):6617. <https://doi.org/10.3390/ijerph20166617>
9. Costantini A., Pastorelli G., Sebillo A. How Social Enterprises Contribute to Alternative Food Systems. *CIRIEC*. 2019;1914. <https://ideas.repec.org/p/crc/wpaper/1914.html>
10. Eris E.D., Pirnar I., Celebi D. Experimental social entrepreneurship model in gastronomy: The case of Ebru Baybara Demir as a social gastronomy entrepreneur. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2022;27:100474. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100474>
11. Brunner P., Schaeffer V. The Features of Student Entrepreneurs as Leaders of Social, Environmental and Sustainable Entrepreneurial Projects. *Journal of Innovation Economics & Management*. 2024;1(43):69-101. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0151>
12. Dhiman S. Sustainable Social Entrepreneurship: Serving the Destitute, Feeding the Hungry, and Reducing the Food Waste. Management for Professionals. In: Marques J., Dhiman S. (eds.). *Social Entrepreneurship and Corporate Social Responsibility. Management for Professionals*. Springer, Cham., 2020:193-208. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39676-3_13
13. Заварухин Н.Е., Безуглый Т.А., Торкай Н.А. и др. Пищевое поведение студентов Южно-Уральского государственного медицинского университета // *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2022. № 3. С. 36–41. EDN: NCORZU
14. Карабинская О.А., Изатулин В.Г., Макаров О.А. и др. Основные проблемы питания студентов в связи с их образом жизни // *Сибирский медицинский журнал*. 2011. Т. 103, № 4. С. 122–124. EDN: ОНІUPF
15. Дресвянкина А.Д., Попова А.С., Нефедова Ю.Н. Основные проблемы питания современных студентов // *VI Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы современной медицинской науки и здравоохранения» (Екатеринбург, 8-9 апреля 2021 г.)*. Екатеринбург: Уральский государственный медицинский университет, 2021. С. 542–548. EDN: ХНТЕТZ
16. Антонова А.А., Яманова Г.А., Мусаева А.Э. и др. Анализ питания студенческой молодежи // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021. № 8-2 (110). С. 64–66. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.110.8.048>
17. Семенова В.Н., Галузо Н.А., Крашенинина Г.И. и др. Питание в образовательных организациях // *Современные проблемы науки, общества, образования: актуальные вопросы теории и практики*: Монография / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: Наука и Просвещение, 2021. С. 186–201. EDN: UYKUEZ

18. Егорова А.И. Заболеваемость студентов // *Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. С. 99–103. EDN: ZUQQXV
19. Анисимов А.Ю., Алькин А.А. Влияние нерационального питания на организм человека // *Гуманитарные научные исследования*. 2017. № 7 (71). EDN: ZBTFXV. URL: <https://humansnauka.ru/2017/07/24291>
20. Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Культура питания российского населения (по результатам социологического исследования) // *Здоровье населения и среда обитания*. 2022. Т. 30, № 2. С. 13–22. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-2-13-22>
21. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003> (дата обращения: 10.10.2024)
22. Рахимов М. Исследование: большинство офисных работников приносит еду из дома // *Газета.Ru*. 2022. 22 ноября. URL: <https://www.gazeta.ru/style/news/2022/11/22/19095397.shtml>
23. Какое питание дороже: сравниваем затраты на меню ЗОЖника, традиционный рацион россиянина и фаст-фуд // *Zaytan.ru. Финансовая грамотность (Яндекс. Дзен)*. 2023. 29 июня. URL: <https://dzen.ru/a/ZJ1mkZ0w7RUSyUCz> (дата обращения: 10.10.2024)
24. Тренды потребления россиянами продуктов питания // НАФИ. URL: https://nafi.ru/projects/potrebitelskoe_povedenie/trendy-potrebleniya-rossiyanami-produktov-pitaniya/ (дата обращения: 10.01.2025)
25. О государственном (муниципальном) социальном заказе на оказание государственных (муниципальных) услуг в социальной сфере: Федеральный закон от 13 июля 2020 г. № 189-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru/74369760/?ysclid=m³ld3g04s6794852304> (дата обращения: 10.03.2025)
26. Загутин Д.С., Гафиатулина Н.Х., Самыгин С.И. Социальное здоровье российской студенческой молодежи в контексте реализации институциональных механизмов социальной поддержки // *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. 2017. № 6-7. С. 41–45. EDN: ZEGEPP
27. Филькина А.В., Абрамова М.О., Терентьев Е.А., Ларионова А.В. Психологическое (не)благополучие студентов российских вузов в условиях пандемии COVID-19: уязвимые группы и связь с характеристиками образовательного опыта // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2022. № 6. С. 59–83. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2022.6.2288>
28. Социальное питание // *Общепит: бизнес и искусство*. 2020. № 9. <https://panor.ru/articles/sotsialnoe-pitanie/50647.html>
29. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25971> (дата обращения: 15.03.2025)
30. Popov E.V., Veretennikova A.Yu., Kozinskaya K.M. Financial tools to develop social entrepreneurship. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2019;12(5):91-108. <https://doi.org/10.15838/esc.2019.5.65.6>
31. *Меры поддержки молодежного предпринимательства в России. Январь 2023*. Москва: Центр стратегических разработок, 2022. 10 с. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/78a/foysdic1418qdw9pa4bv7c4maxrwwq8kt.pdf> (дата обращения: 15.11.2024)

References

1. Income, expenses and savings of the population. *Rosstat*. (In Russ.) URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397> (accessed: November 17, 2024).
2. Analysis of the cafe and restaurant market in Russia in 2019-2023, forecast for 2024-2028. *Businessstat*. (In Russ.) URL: https://businessstat.ru/images/demo/cafes_and_restaurants_russia_demo_businessstat.pdf (accessed: November 17, 2024).
3. Engel E. *Die vorherrschenden gewerbszweige in den gerichtsämtern mit Beziehung auf die Productions- und Consumtionsverhältnisse des Königreichs Sachsen*. 1857. (In Germ.) URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/233572/1/wista-2021-2-126-136.pdf>
4. Shevcova E.D., Fokina O.V. ensuring the sustainability of public catering enterprises in conditions of falling demand. *Russian Journal of Management*. 2022;10(1):61-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2022-10-1-61-65>
5. Martyschenko N.S. Study of the problems of organizing catering for university students: socio-economic aspects. *Theoretical and Applied Economics*. 2017;(3):70-89. (In Russ.) <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2017.3.238748744>
6. Strategy for the implementation of youth policy in the Russian Federation until 2030. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation, No. 2233-r, dated August 17, 2024. (In Russ.) URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/86206.html> (accessed: March 15, 2025).
7. Racine E.F., Schorno R., Gholizadeh S. et al. College Fast-Food Environment and Student Food and Beverage Choices: Developing an Integrated Database to Examine Food and Beverage Purchasing Choices among College Students. *Nutrients*. 2022;14(4):900. <https://doi.org/10.3390/nu14040900>
8. Fandetti S.M., Dahl A.A., Webster C. et al. Healthy Food Policies Documented in University Food Service Contracts. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(16):6617. <https://doi.org/10.3390/ijerph20166617>
9. Costantini A., Pastorelli G., Sebillo A. How Social Enterprises Contribute to Alternative Food Systems. *CIRIEC*. 2019;1914. <https://ideas.repec.org/p/crc/wpaper/1914.html>
10. Eris E.D., Pirnar I., Celebi D. Experimental social entrepreneurship model in gastronomy: The case of Ebru Baybara Demir as a social gastronomy entrepreneur. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2022;27:100474. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100474>
11. Brunner P., Schaeffer V. The Features of Student Entrepreneurs as Leaders of Social, Environmental and Sustainable Entrepreneurial Projects. *Journal of Innovation Economics & Management*. 2024;1(43):69-101. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0151>
12. Dhiman S. Sustainable Social Entrepreneurship: Serving the Destitute, Feeding the Hungry, and Reducing the Food Waste. Management for Professionals. In: *Social Entrepreneurship and Corporate Social Responsibility. Management for Professionals*. Marques J., Dhiman S. (Eds.). Springer, Cham., 2020:193-208. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39676-3_13
13. Zavarukhin N.E., Bezuglyy T.A., Torkay N.A. et al. Eating behavior of students of the South Ural State Medical University. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2022;(3):36-41. (In Russ.)
14. Karabinskaya O.A., Izatulin V.G., Makarov O.A. et al. The basic problems of a food of students in connection with their way of life. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2011;103(4):122-124. (In Russ.)

15. Dresvyankina A.D., Popova A.S., Nefedova Yu.N. Main problems of nutrition of modern students. *VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Aktualnye problemy sovremennoy meditsinskoy nauki i zdravookhraneniya'. April 8-9, 2021.* Ekaterinburg, Russia: Ural State Medical University, 2021:542-548. (In Russ.)
16. Antonova A.A., Yamanova G.A., Musaeva A.E. et al. An analysis of eating behaviour in college-age youth. *International Research Journal.* 2021;(8-2(110)):64-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.110.8.048>
17. Semenova V.N., Galuzo N.A., Krasheninina G.I. et al. Food in educational organizations. In: *Modern problems of science, society, education: current issues of theory and practice: a monograph. G.Yu. Gulyayeva (Ed.).* Penza, Russia: MTsNS Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyayev G.Yu.), 2021:186-201. (In Russ.)
18. Egorova A.I. Student morbidity. In: *Theory and methodology of physical education, sports training, health and adaptive physical culture. Sh.A. Kerimov (Ed).* St. Petersburg, Russia: Publishing House of Polytechnical University, 2021:99-103. (In Russ.)
19. Anisimov A.Yu., Alkin A.A. Impact of poor nutrition on the human body. *Gumanitarnye nauchnye issledovaniya.* 2017;(7(71)):7. (In Russ.)
20. Pokida A.N., Zybunovskaya N.V. Food culture of the Russian population: results of a sociological survey. *Public Health and Life Environment – PH&LE.* 2022;30(2):13-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-2-13-22>
21. On the strategy for the scientific and technological development of the Russian Federation. Approved by the Decree of the President of the Russian Federation, No. 145, dated February 28, 2024. (In Russ.) URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/001202402280003> (accessed: October 10, 2024).
22. Rakhimov M. Study: most office workers bring food from home. *Gazeta.Ru.* 2022, November 22. (In Russ.) URL: <https://www.gazeta.ru/style/news/2022/11/22/19095397.shtml>
23. What food is more expensive: comparing costs for a healthy lifestyle menu, the traditional Russian diet, and fast food. *Zayman.ru. Financial Literacy (Yandex.Zen).* 2023, June 29. (In Russ.) URL: <https://dzen.ru/a/ZJ1mkZ0w7RUSyUCz> (accessed: October 10, 2024).
24. Trends in food consumption by Russians. *NAFI.* (In Russ.) URL: https://nafi.ru/projects/potrebitelskoe_povedenie/trendy-potrebleniya-rossiyanami-produktov-pitaniya/ (accessed: January 10, 2025).
25. Federal Law, No. 189-FZ, dated July 13, 2020, “On the state (municipal) social order for the provision of state (municipal) services in the social sphere.” (In Russ.) URL: <https://base.garant.ru/74369760/?ysclid=m3ld3g04s6794852304> (accessed: March 10, 2025).
26. Zagutin D.S., Gafiatulina N.Kh., Samygin S.I. Social health of Russian student youth in the context of the implementation of institutional mechanisms of social support. *Gumanitarnye, sotsialno-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki.* 2017;(6-7):41-45. (In Russ.)
27. Filkina A.V., Abramova M.O., Terentev E.A., Larionova A.V. Psychological well-being of Russian university students during the COVID-19 pandemic: the most vulnerable groups and the impact of learning format. *Monitoring of Public Opinion. Economic and Social Changes.* 2022;(6(172)):59-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.14515/monitoring.2022.6.2288>
28. Social catering. *Obshchepit: biznes i iskusstvo.* 2020;(9). (In Russ.) URL: <https://panor.ru/articles/sotsialnoe-pitanie/50647.html#>

29. Federal Law, No. 209-FZ, dated July 24, 2007, “On the development of small and medium-sized enterprises in the Russian Federation.” (In Russ.) URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25971> (accessed: March 15, 2025).

30. Popov E.V., Veretennikova A.Yu., Kozinskaya K.M. Financial tools to develop social entrepreneurship. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2019;12(5):91-108. <https://doi.org/10.15838/esc.2019.5.65.6>

31. *Measures to support youth entrepreneurship in Russia. January 2023*. Moscow, Russia: Center for Strategic Research, 2022:10. (In Russ.) URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/78a/foysdic1418qdw9pa4bv7c4maxrwq8kt.pdf> (accessed: November 15, 2024).

Информация об авторах

Людмила Константиновна Субракова, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и бизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова»; 655017, Российская Федерация, г. Абакан, ул. Хакасская, 6; e-mail: subrackoval@ya.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2828-5146>

Широкова Светлана Евгеньевна, студент кафедры менеджмента, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова»; 655017, Российская Федерация, г. Абакан, ул. Хакасская, 6; e-mail: shirokovasvetoichka@ya.ru

Information about the authors

Ludmila K. Subrakova, CSc (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Economics and Business, Katanov Khakass State University; 6 Khahakasskaya St., Abakan, 655017, Russian Federation; e-mail: subrackoval@ya.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2828-5146>

Svetlana E. Shirokova, student of the Department of Management, Katanov Khakass State University; 6 Khahakasskaya St., Abakan, 655017, Russian Federation; e-mail: shirokovasvetoichka@ya.ru

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕНЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

- Ерофеева Г.И., Кузнецова И.Б., Азарова О.В., Золотарёв С.В., Портнова И.В., Портнова Т.В.* Петровцы В.Т. Шацкий и И.Н. Клинген на службе науки и образования. Посвящается 160-летию Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева 5

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

- Лапушкина А.А., Лапушкин В.М.* Защитное действие солей ультрамикроэлементов в условиях дефицита воды (на примере растений гречихи, выращенной в условиях разного содержания подвижного фосфора в почве)..... 24

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

- Тюкавина О.Н., Сурина Е.А.* Ресурсные возможности напочвенного покрова ельников черничных на разных этапах его формирования в северо-таежном лесорастительном районе Архангельской области 36
- Фомина Т.И.* Семенное размножение видовых пилейников (*Heimerocallis* L.) при адаптации к условиям западносибирской лесостепи 52

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Гасиян К.Э., Кремнева О.Ю., Данилов Р.Ю.* Эффективность использования спороулавливателей для мониторинга мучнистой росы пшеницы озимой 63
- Денисова Н.Б., Волков С.Н., Белов Д.А., Гемонов А.В., Владимиров С.О., Калмыкова Е.С.* Видовой состав чешуекрылых-филлофагов (Insecta, Lepidoptera) в буково-грабовых лесах Краснодарского края 78
- Тяжкороб А.Р., Шитикова А.В., Лазарев Н.Н.* Продуктивность бинарных бобово-злаковых травосмесей с лядвенцем рогатым (*Lotus corniculatus* L.) и клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) на кислых дерново-подзолистых почвах 99

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

- Березина Ю.А., Беснятых О.Ю., Сюткина А.С., Плотников И.А., Окулова И.И., Кибардин М.С., Домский И.А.* Возрастная динамика морфометрических показателей у самок серебристо-черной лисицы (*Vulpes vulpes*) 116
- Лысенко Ю.А., Марченко Е.Ю., Лунева А.В., Селионова М.И., Нестеренко А.А., Петрова О.В., Рябова И.П.* Оценка субхронической системной токсичности нового ветеринарного лекарственного препарата против эймериоза 129
- Николаев С.В., Филатов А.В.* Характеристика микробиома желудочно-кишечного тракта белой куропатки (*Lagopus lagopus*) 144
- Федотов С.В., Елчев Б.И., Белозерцева Н.С., Артюшина З.С.* Определение фитонутриентного профиля экстракта сладкого каштана и его влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят 154

ЭКОНОМИКА

- Митрофанов С.В.* Трансформация социальной инфраструктуры сельских территорий России в условиях демографических изменений 170
- Субракова Л.К., Широкова С.Е.* Студенческое общественное питание в формате социального предпринимательства 186

CONTENTS

SCIENTISTS OF TIMIRYAZEV ACADEMY

- Erofëeva G.I., Kuznetsova I.B., Azarova O.V., Zolotarev S.V., Portnova I.V., Portnova T.V., Petrovtsy V.T. Shatsky and I.N. Klingen: contributions to science and education. Dedicated to the 160th anniversary of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy* 5

AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, ECOLOGY

- Lapushkina A.A., Lapushkin V.M.* Protective effects of ultramicroelement salts under water deficit: a case study of buckwheat grown at varying soil available phosphorus levels..... 24

BOTANY, POMICULTURE

- Tyukavina O.N., Surina E.A.* Resource potential of ground vegetation in blueberry spruce forests at different developmental stages in the North taiga forest area of the Arkhangelsk Region, Russia..... 36
- Fomina T.I.* Seed reproduction of daylily species (*Hemerocallis* L.) during adaptation to the conditions of the West Siberian forest-steppe 52

AGRONOMY, CROP PRODUCTION, PLANT PROTECTION

- Gasiyan K.E., Kremneva O.Yu., Danilov R.Yu.* Efficiency of spore traps for monitoring powdery mildew in winter wheat 63
- Denisova N.B., Volkov S.N., Belov D.A., Gemonov A.V., Vladimirov S.O., Kalmykova E.S.* Species composition of phyllophagous Lepidoptera (Insecta, Lepidoptera) in beech-hornbeam forests of the Krasnodar Territory, Russia 78
- Tyazhkorob A.R., Shitikova A.V., Lazarev N.N.* Productivity of binary legume-grass mixtures with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) on acidic sod-podzolic soils 99

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

- Berezina Yu.A., Bespyatykh O.Yu., Syutkina A.S., Plotnikov I.A., Okulova I.I., Kibardin M.S., Domskey I.A.* Age dynamics of morphometric parameters in female silver-black foxes (*Vulpes vulpes*)..... 116
- Lysenko Yu.A., Marchenko E.Yu., Luneva A.V., Selionova M.I., Nesterenko A.A., Petrova O.V., Ryabova I.P.* Assessment of subchronic systemic toxicity of a novel veterinary drug against eimerias..... 129
- Nikolaev S.V., Filatov A.V.* Characteristics of the gastrointestinal microbiome of the white partridge (*Lagopus lagopus*) 144
- Fedotov S.V., Elchev B.I., Belozertseva N.S., Artyushina Z.S.* Determination of the phytonutrient profile of sweet chestnut extract and its effect on the viability of newborn lambs 154

ECONOMICS

- Mitrofanov S.V.* Transformation of social infrastructure in rural Russia amid demographic changes 170
- Subrakova L.K., Shirokova S.E.* Student public catering within a social entrepreneurship framework..... 186

Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»

e-mail: izvtsha@rgau-msha.ru

тел.: (499) 976-07-48

Подписано в печать 27.02.2026 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная

Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 12,8 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