

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

2

март–апрель

Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2025

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Редакция

Научный редактор – **С.С. Макаров**

Редактор – **В.И. Марковская**

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

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

Журнал входит в перечень
ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Журнал включен в базы данных BIOSIS (WoS), RSCI (WoS),
CA(pt), CrossRef, AGRIS, РИНЦ, ядро РИНЦ

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

Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается

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

2

March–April

Moscow
Publishing house of Russian Timiryazev State Agrarian University
2025

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 – **Sergey S. Makarov**

Editor – **Vera I. Markovskaya**

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

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

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

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

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

Articles submitted by postgraduates are exempt from the processing charge

© Federal State Budget Establishment of Higher Education –
Russian Timiryazev State Agrarian University, 2025
© Publishing House of Russian Timiryazev Agrarian University, 2025

УЧЕННЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

Тимирязевская академия в годы Великой Отечественной войны

**Владимир Иванович Трухачев, Юрий Исуфович Агирбов,
Александр Борисович Оришев✉**

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

✉ **Автор, ответственный за переписку:** Orishev71@mail.ru

Аннотация

Статья приурочена к празднованию 80-летия Великой победы Советского Союза над нацистской Германией в годы Великой Отечественной войны. Цель исследований – определить вклад основных структурных подразделений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в победу над нацизмом в комплексе и его основные направления. Проанализировав достижения современной историографии и введя в научный оборот ранее неизвестные материалы из российских архивов (МИ АФ, ГАРФ, ЦАМО, ЦВМА, ЦГА Москвы), определили основные направления вклада тимирязевцев в победу над нацизмом: непосредственное участие преподавателей, студентов и сотрудников в военных действиях; участие в оборонительных работах в Подмоскowie и других регионах; предоставление вузовской территорий для военных нужд; научные исследования в годы войны, имеющие прикладное значение и нацеленные на приближение победы на фронте и бесперебойную работу тыла; участие в подъеме сельского хозяйства национальных республик – Узбекистана и Казахстана. Были решены исследовательские задачи, позволившие получить научный результат, заключавшийся в том, что удалось показать боевые и трудовые подвиги тимирязевцев, высоко отмеченные государством. Представлены сведения об основных воинских формированиях, в составе которых воевали тимирязевцы. Приведены данные о количестве погибших и пропавших без вести. Особое внимание уделено тимирязевцам, представленным к высокому званию Героя Советского Союза. Дан анализ научной работы тимирязевских ученых. Показаны основные результаты их деятельности в эвакуации. Доказано, что сообщество тимирязевских ученых достойно справилось с вызовами военного времени.

Ключевые слова

Тимирязевская академия, МСХА, МГМИ, МИМЭСХ, Великая Отечественная война, научные открытия, эвакуация, героизм

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25–28–00498)

Для цитирования

Трухачев В.И., Агирбов Ю.И., Оришев А.Б. Тимирязевская академия в годы Великой Отечественной войны // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 5–19.

Timiryazev academy during the Great Patriotic War

Vladimir I. Trukhachev, Yury I. Agirbov, Alexander B. Orishev✉

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

✉ **Corresponding author:** Orishev71@mail.ru

Abstract

This article is dedicated to celebrating the 80th anniversary of the Soviet Union's Great Victory over Nazi Germany in the Great Patriotic War. The aim of this study is to determine the contribution of the main structural units of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy to the victory over Nazism comprehensively by identifying its main areas. By analyzing the achievements of modern historiography and introducing previously unknown materials from Russian archives (Archival Funds of the Museum of History of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, State Archive of the Russian Federation, Central Archive of the Ministry of Defense, Central Archive of the Navy, and Central City Archive of Moscow) into scientific circulation, the following main areas of Timiryazev Academy's contributions to the victory over Nazism were identified: direct participation of teachers, students, and staff in military actions; participation in defensive works in the Moscow suburbs and other regions; provision of university territories for military purposes; war-time scientific research with practical significance aimed at approaching victory at the front and ensuring uninterrupted work of the rear; participation in the revival of agriculture in the national republics of Uzbekistan and Kazakhstan. Research tasks were completed that produced a scientific result showing the combat and labor feats of students and staff members of Timiryazev Academy highly noted by the state. Information about the main military units in which they fought is presented. Data on the number of those killed or reported missing in action is also provided. Special attention is paid to those who were nominated for the high title of Hero of the Soviet Union. The scientific work of Timiryazev Academy scientists is analyzed. The main results of their activities during the evacuation are presented. It is proven that the academic community worthily coped with wartime challenges.

Keywords

Timiryazev Academy, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow Hydromelioration Institute, Moscow Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, the Great Patriotic War, scientific discoveries, evacuation, heroism

Acknowledgments

The research was funded by the Russian Science Foundation (project No. 25–28–00498).

For citation

Trukhachev V.I., Agirbov Yu.I., Orishev A.B. Timiryazev Academy during the Great Patriotic War. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 5–19.

Введение Introduction

История Великой Отечественной войны была и остается одной из приоритетных тем в отечественной историографии. Актуальность этой темы повышается

в связи с празднованием 80-летия Победы и проведением Российской армией Специальной военной операции, одной из задач которой является ликвидация неонацизма на Украине. Однако несмотря на популярность военной темы, отдельные вопросы до сих пор не получили достойного освещения в научной литературе. Одной из таких недостаточно исследованных тем является изучение вклада в победу отечественных вузов, и прежде всего Тимирязевской академии – флагмана аграрного образования и науки в СССР.

С одной стороны, заслуживает одобрения тот факт, что после создания объединенного университета (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) в 2014 г. в каждом отдельно взятом его институте проводились исследования, посвященные Великой Отечественной войне. С другой стороны, до сих пор отсутствуют работы, в которых вклад трех московских вузов (Московской сельскохозяйственной академии, Московского государственного университета природообустройства, Московского государственного аграрного университета имени В.П. Горячкина) рассматривался бы в комплексе. Они демонстрируют только вклад отдельных учебных заведений, локализуя тем самым предмет исследования.

Существующие теоретические разработки обладают и другими недостатками: в основном они представляют собой сборники описаний боевого пути преподавателей, студентов, сотрудников вузов – участников Великой Отечественной войны и не создают цельной картины вклада учебных заведений в победу. Отметим и слабую источниковую базу: в своей основе они написаны на основе воспоминаний, без ссылок на архивные источники.

Таким образом, имеющиеся лакуны и достижения отечественной историографии позволяют определить цель исследований.

Цель исследований: определить вклад основных структурных подразделений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в победу над нацизмом в комплексе и основные направления этого вклада.

Методика исследований

Research method

Для достижения поставленной цели предполагалось решить исследовательские задачи: ввести в научный оборот исторические источники, ранее недоступные для исследователей; выявить основные направления вклада объединенного университета в победу над нацистской Германией; охватить различные аспекты жизни учебного заведения, научных исследований и взаимодействия с государством в условиях войны; проанализировать, каким образом научное сообщество справлялось с вызовами военного времени.

В процессе исследований были использованы следующие методы современной науки: источниковедческий, то есть работа с историческими источниками – материалами из архивного фонда Музея истории ТСХА (МИ АФ), Государственного архива Российской Федерации (ГАРФ), Центрального архива Министерства обороны (ЦАМО), Центрального военного-морского архива (ЦВМА), Центрального городского архива (ЦГА Москвы), письмами, дневниками, мемуарами, официальными документами, фотографиями и прочими свидетельствами эпохи; историко-сравнительный метод – сравнение уровня подготовки специалистов до войны и после нее, определение количества студентов и преподавателей – участников войны (в том числе погибших, пропавших без вести, попавших в плен, награжденных орденами и медалями), изменения учебных планов и направлений исследований; проблемно-хронологический метод – исследование событий последовательно, с учетом хронологии

военных лет (начало войны и мобилизация сотрудников и студентов, эвакуация вузов и их подразделений, работа в новых условиях, адаптация к требованиям военного времени, возвращение вузов в Москву и восстановление учебной и научной деятельности); структурный метод – анализ структуры академии, ее подразделений и их взаимодействия (роли и функций отдельных кафедр и лабораторий, сотрудничества с государственными органами и промышленностью); социальный подход – изучение изменений в составе преподавательского состава и студенчества, влияние войны на социальные отношения; количественный метод – использование статистического анализа для оценки таких показателей, как число защищенных диссертаций, объем финансирования и материально-техническая база академии; интервьюирование – проведение интервью с ветеранами академии – участниками войны (академиком РАН, Героем Советского Союза Б.А. Руновым, руководителем научного семинара «Проблемы миропонимания» профессором В.Т. Сергованцевым, доцентом кафедры овцеводства пулеметчиком В.В. Родиным и др.), которые проводились с 2013 г.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Началом исследований явилось обоснование экстраполирования терминов «Тимирязевка» и «тимирязевец» на Московский государственный университет природообустройства, Московский государственный аграрный университет имени В.П. Горячкина, воссоединенные в 2014 г. в одном высшем учебном заведении: Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева, а также их преподавателей, студентов и сотрудников. Основанием для этого экстраполирования стали прежде всего предпосылки исторически: Тимирязевская академия являлась альма-матер для многих вузов СССР. В 1930 г. в результате реорганизации из ее состава были выделены в самостоятельные высшие учебные заведения: Московский государственный инженерно-мелиоративный институт (МИМИ) и Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (МИМЭСХ), которые в последующие годы неоднократно изменяли свои названия. Первое их воссоединение произошло еще осенью 1941 г., когда Постановлением Наркомата земледелия СССР и Наркомата просвещения СССР от 1 сентября 1941 г. под началом Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева (МСХА) были объединены сходные по профилю московские вузы, в том числе Московский гидро-мелиоративный институт имени В.Р. Вильямса (МГМИ – ранее МИМИ), Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства имени В.М. Молотова (после войны – уже МГУП и МГАУ).

Географической предпосылкой стал тот факт, что МСХА, МГМИ, МИМЭСХ располагались на территории Тимирязевского района Москвы, созданного в мае 1941 г., буквально за месяц до нападения Германии на СССР. Следовательно, применение терминов «Тимирязевка» и «тимирязевец» являются правомочными для всех трех вузов.

Проведенные нами исследования говорят о том, что вклад МСХА, МГМИ, МИМЭСХ в победу в Великой Отечественной войны следует рассматривать по нескольким направлениям, представленным ниже.

Непосредственное участие преподавателей, студентов и сотрудников в военных действиях. Данных участников войны можно классифицировать как мобилизованных и добровольцев. Характерно, что число добровольно ушедших на фронт из МСХА, составившее 300 чел., значительно превысило число мобилизованных в первый месяц германской агрессии, то есть 200 чел. Из числа преподавателей,

аспирантов, студентов и сотрудников МИМЭСХ на защиту Родины отправились 456 чел., что говорит о патриотическом подъеме среди преподавателей, студентов и сотрудников академии. Среди добровольцев были как преподаватели старшего поколения, так и студенты. Последние с юношеским энтузиазмом стремились попасть на фронт, так как искренне верили в то, что враг будет разбит еще на границе, война скоро закончится и они не успеют вернуться домой героями.

Представляет интерес участие тимирязевцев в различных воинских формированиях, созданных в Москве специально для защиты от германской агрессии.

Прежде всего следует сказать о московском ополчении – воинском формировании, фактически представлявшем собой последний резерв. Их несомненным достоинством был принцип формирования – добровольность, когда люди осознанно уходили на фронт защищать Родину и были готовы отдать за нее жизнь. Вместе с тем войсковым подразделениям ополченцев были присущи серьезные недостатки: отсутствие необходимой боевой выучки, разнородность стрелкового и артиллерийского вооружения, слабая организация тыла [1–3], что в конечном счете определило дальнейшую судьбу этих дивизий.

Первые тимирязевские ополченцы ушли на фронт еще 17 июля 1941 г. Несмотря на наличие отсрочки от воинской службы, предоставленной большинству преподавателей, многие добровольно записались в ополченцы. Руководство вуза было вынуждено принять меры, направленные на предотвращение мобилизации ученых, вклад которых в обеспечение обороны страны посредством продолжения исследовательской деятельности в тылу представлялся более значимым, чем участие в боевых действиях на фронте. И как результат, большую часть ополченцев составили студенты. Только из МИМЭСХ в народное ополчение записались 37 обучающихся. Некоторые студенты приписывали себе один-два года, чтобы попасть в ополчение. В ряды ополченцев включили и тех, кого не призвали военкоматы по разным причинам. Командиром полка тимирязевских ополченцев был назначен профессор Самуил Георгиевич Колеснев.

Многие тимирязевцы вошли состав 9-й дивизии народного ополчения. Несколько дней ополченцы тренировались на осенних полях академии, а затем были отправлены на фронт. Уже в августе 1941 г. 9-я дивизия стала кадровой воинской частью как 139-я стрелковая дивизия 33-й армии. В последующем дивизия участвовала в освобождении Ельни, а затем, столкнувшись с превосходящими силами противника, была полностью уничтожена. Потери дивизии были настолько велики, что командование приняло решение о ее расформировании.

Возникает вопрос о безвозвратных потерях тимирязевцев. В результате поисковой работы, осуществляемой на протяжении нескольких десятков лет, удалось получить данные о потерях МСХА (табл. 1).

Из данных таблицы 1 следует, что большая часть безвозвратных потерь (86 чел.) приходится на 1941 г. При этом значительная доля (86%) приходится в 1941 г. на категорию пропавших без вести. В последующие годы число безвозвратных потерь значительно сократилось. Сложность ситуации заключается в том, что несмотря на имеющиеся свидетельские показания в отношении гибели того или иного красноармейца, многие до сих пор остаются пропавшими без вести. К последним, как известно, отношение в СССР было настороженное: возникали необоснованные подозрения в добровольной сдаче в плен, семья «пропавшего без вести» не получала льгот по потере кормильца и т.п. Остается лишь надеяться, что историческая справедливость восстановится, и лица, в отношении которых имеются свидетельские показания, подтверждающие гибель бойца, будут переведены в официальную категорию погибших.

Безвозвратные потери МСХА, чел.
(расчеты авторов по архивным данным и справочникам)

Table 1

Irrecoverable losses of Moscow Timiryazev Agricultural Academy, people
[authors' calculations based on archival data and reference books]

№	Год	Погибшие	Пропавшие без вести
1	1941	12	74
2	1942	18	21
3	1943	22	6
4	1944	17	2
5	1945	8	1
	Итого	77	104

Тимирязевцы сражались с врагом в составе коммунистических батальонов – одной из форм народного ополчения. Формировались они по инициативе городских и районных партийных комитетов исключительно из числа добровольцев, не подлежавших мобилизации (членов партии, комсомольцев и беспартийных – рабочих, служащих, ученых и студентов), с целью непосредственной защиты города и промышленных объектов. В Тимирязевке из партийного и комсомольского актива была сформирована группа добровольцев в коммунистический батальон Тимирязевского района. В Большой физической аудитории, функционировавшей в качестве сборного пункта, 15 октября 1941 г. состоялось собрание зачисленных в коммунистический батальон, на которое прибыло порядка 200 человек – преимущественно студентов. Большая часть из них сражалась с врагом в составе 3-й Московской коммунистической дивизии, участвуя в Московской битве. В последующем тимирязевцы прорывали блокаду Ленинграда, освобождали от врага Прибалтику, участвовали в других битвах.

Летом 1941 г. на территории Тимирязевского района органами НКВД стали создаваться истребительные батальоны, целью которых была ликвидация агентов абвера и прочих германских спецслужб, заброшенных в советский тыл. Количество таких агентов, оказавшихся на территории СССР в 1941 г., по сравнению с 1940 г. возросло в 14 раз [4].

Обратим внимание на то, что в научной литературе исследователи порой ставят знак равенства между ополченцами и бойцами истребительных батальонов. Разница, между тем, является существенной: первым надлежало противостоять войскам противника на фронте, вторым – уничтожать диверсантов. Созданный на территории района истребительный батальон состоял из двух рот: первая рота размещалась в 222-й школе, вторая – в 12-м академическом корпусе, ранее называвшемся «колхозным».

Сражаясь в составе регулярных частей, ополчения, истребительных батальонов, тимирязевцы приняли участие во всех крупных сражениях Великой Отечественной войны. Многие совершили подвиги, были награждены боевыми орденами

и медалями. Академия гордится 12 Героями Советского Союза, о подвигах которых следует сказать особо. Первым, представленным к этому званию, стал Николай Федорович Кретов, прозванный «летучим танкистом». Свои геройские поступки по уничтожению вражеской техники он совершил осенью 1941 г., а указ о его награждении был подписан только 16 февраля 1942 г. [5]. В тот период награждали крайне редко, что делает его подвиг особо ценным.

В 1943 г. за форсирование Днепра – одной из самых трудных задач, которую пришлось решать Красной армии, освобождая от гитлеровцев нашу территорию, – к званию Героя Советского Союза были представлены сразу три тимирязевца: выдающийся специалист в области ягодоводства Василий Григорьевич Трушечкин [6], будущий руководитель Совета ветеранов МСХА Иван Константинович Шаумян и участник ликвидации бандформирований в Средней Азии, редактор газеты «Новая Петровка» Николай Андреевич Баранов. Также в 1943 г. к званию Героя Советского Союза были представлены руководитель штаба гражданской обороны академии в 1980-е гг. Василий Иванович Королев – легендарный летчик, повторивший подвиг А.П. Маресьева, и студент факультета агрохимии МСХА Николай Михайлович Севрюков, павший в тяжелом бою с превосходящими силами противника.

К званию Героя Советского Союза в 1945 г. были представлены: танкист Иван Иванович Гранкин – за решительные действия по взлому вражеской обороны; сапер Дарма Жанаевич Жанаев – за образцовое выполнение боевых заданий по форсированию водных преград; летчик Филипп Александрович Усачев, прославившийся тем, что еще в 1941 г. обеспечил разведкой возможность бомбардировок Берлина, – за мужество и образцовое командование полком [7]. Начальник военной кафедры МИМЭСХ Георгий Борисович Петерс, в годы Великой Отечественной войны командовавший 5-й гвардейской стрелковой дивизией, звание Героя Советского Союза получил за успешный штурм города-крепости Кенигсберг [8].

В мае 1945 г. совершил свой подвиг Борис Александрович Рунов, взявший в плен 700 солдат и офицеров вермахта [9]. Он стал самым молодым Героем Советского Союза-тимирязевцем – на момент совершения подвига ему было всего 20 лет. В 1960-е гг. он трудился проректором Тимирязевской академии по учебной работе, позже стал заместителем министра сельского хозяйства СССР.

Прославленный адмирал Владимир Васильевич Михайлин, поступивший в академию в 1937 г., а затем поменявший возможность получения диплома агрария на военную карьеру, воевал на тральщике, участвовал в поисках уцелевших кораблей конвоя «PQ-17» [10]. Он был представлен к званию Героя Советского Союза уже после окончания войны.

Иногда в средствах массовой информации при упоминании количества Героев Советского Союза-тимирязевцев называется цифра 15. Речь идет об участниках войны, звание Героя которым официально так и не было присвоено: это А.С. Рябчиков, А.Г. Власов, А.Г. Головкин.

Студент плодовоовощного факультета Александр Сергеевич Рябчиков ценой жизни спас свою роту в бою под Одинцово. Но поскольку событие произошло в ноябре 1941 г., когда Красная Армия отступала, Сталин отказался подписывать представление на звание Героя Советского Союза, которое уже было подготовлено.

Воевавший сапером Андрей Григорьевич Власов стал полным кавалером ордена Славы, что после войны по предоставляемым льготам приравнивалось к званию Героя Советского Союза. После войны он продолжил трудиться в академии, изготавливал мебель для студентов в мастерской.

Студент Тимирязевской академии Арсений Григорьевич Головкин стал во время войны командующим Северным флотом, когда ему было всего 34 года, но так

и не был утвержден в высоком звании Героя Советского Союза, хотя, безусловно, заслуживал его.

Участие в оборонительных работах, проводившихся летом-осенью 1941 г. во время германского наступления на Москву, когда вермахт вплотную подошел к столице. Уже 30 июня 1941 г. под руководством секретаря комсомольской организации А.И. Малыша группа студентов Тимирязевской академии была мобилизована для выполнения строительных работ оборонительного характера на дальних подступах к Москве. Результатом их труда стали многокилометровые рвы от Ельни до Вязьмы.

Студенты Московского гидромелиоративного института были привлечены к выполнению оборонных задач в прибалтийских республиках с целью разработки проектов и строительства военно-полевых аэродромов и оборонительных сооружений. 1 июля 1941 г. студенты института были доставлены в район Смоленска, где на берегах Десны они рыли противотанковые рвы и возводили эскарпы [11].

5 октября 1941 г. студенты МГМИ были повторно мобилизованы для участия в строительстве оборонительных сооружений в непосредственной близости от Москвы. Из числа обучавшихся была сформирована рота численностью около 100 чел. [12].

Начиная с 16 октября 1941 г. молодые тимирязевцы были привлечены к оборонительным мероприятиям вблизи деревни Мазилово Московской области, где перед ними была поставлена задача по выемке грунта для строительства противотанковых рвов вдоль Можайского шоссе.

В самой столице к середине октября 1941 г., благодаря титаническим усилиям обучающихся, а также сотрудников и преподавателей МСХА и МИМЭСХ, на территориях учебных заведений было осуществлено строительство 7 противотанковых рвов и оборудовано несколько траншейных линий. В районе современного 26-го учебного корпуса Тимирязевской академии, неподалеку от Нижнего фермерского пруда, были возведены долговременные металлические и бетонные огневые сооружения (доты).

В декабре 1941 г. руководство группой сотрудников академии и ряда иных организаций Тимирязевского района, задействованных в работах по созданию оборонительных позиций вокруг Москвы, было поручено агрохимику В.М. Ключковскому. Работы данной группы продолжались около двух месяцев. В итоге на предполагаемых маршрутах продвижения немецких войск возникли лесные заграждения, представлявшие собой эффективную преграду для танков и пехоты противника. Эти препятствия оказались практически непреодолимыми.

Предоставление вузовских территорий для военных нужд. Тимирязевская академия – крупнейший по территории вуз Москвы, и эта ее особенность была сполна использована для достижения победы.

В подвале главного корпуса академии расположился штаб Московской ПВО. Здесь решались важные вопросы по защите Москвы от налетов вражеской авиации, начавшихся 22 июля 1941 г. [13]. Здание 3-го корпуса стало местом для дислокации запасного штаба обороны Москвы.

На Лесной даче расположились аэростаты воздушного заграждения. На Опытном поле академии были расположены установки дальнобойной артиллерии. Особенно много орудий расположили на Дмитровском шоссе и у железнодорожной платформы «Петровско-Разумовская». Это неудивительно, так как немцы ближе всего подошли к Москве со стороны северо-запада, а Петровско-Разумовское находится на этом направлении.

В 1942 г. стала функционировать специальная химическая лаборатория, возглавляемая бывшим директором Тимирязевки, доцентом Федором Петровичем Платоновым. Главный продукт, который давала лаборатория, – это капсулы для мин, ставшие настоящим шедевром минного дела. Они были в 60 раз легче существовавших ранее капсул ударного действия и во много раз проще при изготовлении.

Не менее успешно под руководством инженера Иосифа Федоровича Недорезова действовала в академии специальная оптико-механическая мастерская, выпускавшая оптические прицелы для танков – самой уязвимой их части. В лаборатории также изготавливались зеркальные отражатели для военного завода № 686.

На территории МИМЭСХ с августа 1941 г. работали две производственные мастерские. Первая мастерская по ремонту специальных гусеничных тракторов и тягачей для нужд фронта была создана на базе лабораторий и цехов кафедр «Ремонт машин» и «Тракторы и автомобили». В 1941–1944 гг. ее сотрудники отремонтировали и вернули на фронт около 2000 гусеничных тракторов и тягачей. Эти машины были сильно изношены на тяжелых фронтовых дорогах и повреждены снарядами, что требовало капитального восстановления. Помимо выполнения военных заказов, мастерская успешно обеспечивала колхозы и совхозы Московской области деталями для двигателей тракторов и автомобилей включая коленчатые валы, блоки цилиндров и шатунно-поршневые группы.

Вторая мастерская занималась изготовлением пусковых рам для ракет системы «БМ-13» («Катюша»). Создана она была на основе цехов кафедры «Металлообработка и деревообработка», а также оборудования кафедр «Ремонт техники» и «Трактора и автомобили». За период работы этой площадки коллектив произвел 12 млн пусковых рам для реактивных снарядов по заказу Главного артиллерийского управления Красной Армии. Главным инженером обеих производственных площадок являлся заместитель директора института по учебной и научно-исследовательской деятельности, кандидат технических наук, доцент Иван Федорович Карнаухов.

На Лесной опытной даче под руководством ее директора В.П. Тимофеева было организовано производство лыж для военных нужд, разборных деревянных конструкций для наблюдательных и командных пунктов. Также изготавливались детали седел для кавалерии, ящики для боеприпасов, осуществлялась заготовка дров для отопления домов москвичей.

С 13 октября 1941 г. в корпусах № 1–3 общежитий академии расположился крупнейший сортировочно-эвакуационный госпиталь (СЭГ) № 2386 Западного – Третьего Белорусского фронта, в котором одновременно размещалось до 13 тыс. раненых бойцов и командиров Красной Армии. Главным хирургом госпиталя стал Аркадий Владимирович Каплан, имевший необходимую квалификацию и обладавший большим опытом.

За годы войны в госпитале получили медицинскую помощь более 250 солдат и офицеров. Среди его пациентов были такие выдающиеся военачальники, как К.К. Рокоссовский и А.И. Еременко, а также Н.Э. Берзарин, впоследствии занимавший должность коменданта Берлина. Перед отправкой на фронт последний сделал фотографию, которую передал сотрудникам Тимирязевского госпиталя. Этот снимок в настоящее время находится в экспозиции музея истории Тимирязевской академии. Однако сотрудникам госпиталя больше всех запомнился К.К. Рокоссовский, оставший о пребывании в нем теплые воспоминания [14].

Администрация академии оказывала систематическую шефскую помощь госпиталю. Координировать этот вопрос было поручено Эмме Львовне Алайнис. Приказом от 5 июля 1941 г. были освобождены от работы и направлены в распоряжение

госпиталя 32 сотрудника академии. Многие студентки на протяжении всей войны сдавали свою кровь раненым, помогая восстановлению их здоровья.

Территория академии использовалась в годы войны и для решения продовольственного вопроса: на отдельных участках ее полей предприятиям и коллективам трудящихся было разрешено вести подсобное хозяйство.

В 1945 г. территория академии вновь была востребована. На академическом стадионе проходили репетиции парада Победы бойцов Карельского фронта: на поле установили фанерный мавзолей, создали имитацию въезда и выезда на Красную площадь.

Научные исследования в годы войны. Германская агрессия не только изменила судьбы людей, но и задала новый вектор научных исследований: приоритетом стали разработки, которые могли принести непосредственную помощь фронту, укрепить тыл и таким образом приблизить победу. Некоторые исследования были прекращены по причине того, что исследователи ушли на войну и больше не вернулись.

Первостепенное внимание уделялось картофелю, который буквально спас миллионы жизней. В том, что производство этого овоща в годы войны возросло в 5 раз [15], есть немалая заслуга тимирязевцев, опубликовавших множество практических рекомендаций по посадке и сохранению картофеля. Именно тимирязевские ученые разработали и внедрили в производство метод получения сахаристых веществ из картофеля. В условиях острого дефицита сахара они стали эффективным сахарозаменителем в райпищекомбинатах Московской области.

Тимирязевскими учеными успешно была решена задача по ускоренному выращиванию животных, прежде всего – крупного рогатого скота на мясо. Высокие результаты были получены в области свиноводства, когда профессор А.П. Редькин разработал методику достижения высоких привесов при малых затратах концентратов.

Увеличить настриг шерсти, обеспечив бойцов Красной Армии теплой одеждой, – эту задачу успешно решал специалист по овцеводству Алексей Иванович Николаев. Ценные рекомендации в отношении того, как организовать полевые работы по сбору урожая, дал декан экономического факультета Григорий Матвеевич Лоза, с 1943 г. ставший проректором по научной работе МСХА.

Тимирязевцами были разработаны практические рекомендации по решению актуальных вопросов сельского хозяйства в условиях военного времени в отношении отдельных областей СССР. О том, как развивать молочное животноводство в Подмоскowie, говорил в своих трудах Павел Павлович Плешков.

Среди других методических разработок тимирязевских ученых периода Великой Отечественной войны следует назвать комбинированную сушку картофеля и овощей, возможности использования солнечной энергии для повышения урожайности овощных культур.

Отдельный блок исследований был адресован исключительно простым гражданам. Все эти исследования имели практическую значимость и цель – помочь соотечественникам выжить в трудное время.

В прежнее русло вектор научных исследований стал возвращаться в 1943 г., после коренного перелома в Великой Отечественной войне, когда ученые постепенно возвращались к своим довоенным темам.

Заметим, что в годы войны не был остановлен процесс защиты диссертаций и присуждения ученых званий. Большая часть тем соискателей научных степеней была связана с восстановлением сельского хозяйства после оккупации. Всего в стенах академии было проведено 39 защит докторских и 118 кандидатских диссертаций. В годы Великой Отечественной войны докторами наук стали Е.Я. Борисенко,

К.А. Иванович, Н.А. Майсuryян, С.И. Сметнев и др. Как это выглядело по годам – представлено в таблице 2.

Таблица 2

Защита диссертаций в МСХА
(расчеты авторов по архивным данным и справочникам)

Table 2

Thesis defence at Moscow Timiryazev Agricultural Academy
[authors' calculations based on archival data and reference books]

Год	Количество защищенных диссертаций	
	Докторские	Кандидатские
1941	1	16
1942	13	20
1943	14	33
1944	3	24
1945	8	25
Итого:	39	118

В годы войны продолжали присваиваться ученые звания. Так, звание профессора получили четверо, звание доцента – 42 тимирязевца.

Участие в подъеме сельского хозяйства национальных республик. В середине 1941 г., в условиях приближения вермахта к Москве, советским правительством было принято решение об эвакуации ряда вузов из столицы. В результате в Самарканд были отправлены около 600 преподавателей и студентов МСХА.

Несмотря на трудности, с которыми пришлось столкнуться тимирязевцам в эвакуации (проблемы с жильем, питанием [16]), они сделали все, чтобы превратить Узбекистан в процветающую республику. На протяжении всего времени пребывания в республике преподаватели, научные работники и студенты академии ударно трудились на полях Узбекистана. Только в 1942 г. в качестве агрономов, бригадиров, трактористов, комбайнеров тимирязевцы выработали около 100 тыс. чел. – дней. В том же году в Самарканде была проведена научная сессия с участием представителей 17 других вузов и НИИ, которая заслушала 25 докладов о научной работе в условиях военного времени.

Сотрудники академии провели большую работу по подъему земледелия и животноводства в центральных районах и республиках Средней Азии, прежде всего – по посадкам сахарной свеклы на полях Узбекистана. Тимирязевскими учеными были тщательно изучены возможности Зеравшанской долины, даны практические рекомендации по использованию в посевах люцерны, что не только увеличило доходы колхозников, но и повысило урожайность хлопчатника. Благодаря тимирязевцам был реализован перспективный проект по организации в пригородах Самарканда интенсивного сельского хозяйства с включением огородных культур.

Систематизируя достижения тимирязевцев в подъеме сельского хозяйства Узбекистана в период эвакуации, назовем основные полученные результаты. Так, внедрение сахарной свеклы обеспечило удовлетворение потребности республики в сахаре на 100%; уже в 1942 г. Узбекистан обеспечил себя и сопредельные республики зерновыми культурами; был дан старт развитию в республике овощеводства; население получило практические рекомендации по выращиванию хлопчатника в условиях дефицита необходимых ресурсов; Самарканд был озеленен, что сохранило грунтовые воды и нормализовало водоснабжение города на несколько десятков лет; стали действовать свекловичная и агрономическая опытные станции; организованы постоянные курсы по повышению квалификации и переквалификации агрономов Средней Азии; изданы научные брошюры и руководства по уходу и выращиванию овощей в условиях Узбекистана. До тимирязевцев такая работа в Узбекистане не проводилась.

Практически одновременно с МСХА был эвакуирован МИМЭСХ. Местом эвакуации был выбран казахский город Кзыл-Орда. Часть преподавателей и студентов отправили в Арзамас – там надлежало создать филиал института на базе местного техникума механизации сельского хозяйства.

За годы пребывания в Казахстане сотрудники МИМЭСХ внесли значительный вклад в развитие научной сферы и народного хозяйства республики. Разработки, созданные его персоналом, нашли широкое применение среди местного населения. Это обусловлено тем, что уровень профессиональной подготовки и квалификации преподавателей МИМЭСХ существенно превосходил таковой у местных педагогических кадров. Московскими учеными был разработан и осуществлен проект реконструкции электросети Кзыл-Орды, успешно решена проблема водоснабжения города. Коллектив института, откликнувшись на инициативу республиканских и областных организаций, активно включился в реализацию проекта по строительству крупного оросительного канала, предназначенного для транспортировки водных ресурсов из Сырдарьи к хозяйственным объектам города.

В ноябре 1941 г. в Узбекистан был эвакуирован МГМИ, преподаватели и студенты которого столкнулись с теми же испытаниями, что и ранее прибывшие в республику тимирязевцы, и надо сказать, с честью их выдержали. Исходя из специализации труд ученых и студентов МГМИ использовался прежде всего на мелиоративных объектах.

1943 г. стал временем реэвакуации. Осенью этого года все три вуза уже находились в Москве. Привычный для них учебный процесс был восстановлен в полном объеме.

Перечисляя основные направления вклада основных подразделений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в победу над врагом, следует упомянуть и такие важные для страны виды деятельности, как сбор материальных средств в помощь фронту, мероприятия по поддержке колхозов и совхозов, агитация и пропаганда и др.

Наконец, завершая обзор основных направлений, по которым был внесен вклад вузов в победу над нацистской Германией, назовем имена руководителей, направлявших эту работу. Выдающийся советский экономист Василий Сергеевич Немчинов возглавлял МСХА на протяжении всей войны [17], по окончании которой был привлечен к работе в составе комиссии, исчислявший ущерб от германской агрессии.

С 1 мая 1939 г. по 22 ноября 1946 г., то есть в течение всего периода Великой Отечественной войны, МИМЭСХ руководил советский инженер-механик, специалист в области разработки сельскохозяйственных машин Григорий Михайлович

Рославлев. Во время эвакуации деятельность филиала института в Кзыл-Орде направлял доцент Иван Фёдорович Карнаухов.

МГМИ в годы войны возглавлял выдающийся советский ученый-мелиоратор Иосиф Александрович Фомичёв. Он был не только директором института, но и начальником строительства Тимирязевского оборонительного рубежа. В эвакуации руководил институтом профессор Михаил Иванович Марцелли.

Выводы

Conclusions

Проведенные исследования позволяют говорить о том, что вклад основных структурных подразделений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (МСХА, МГМИ, МИМЭСХ) был внесен по следующим основным направлениям: непосредственное участие преподавателей, студентов и сотрудников в военных действиях; участие в оборонительных работах; предоставление вузовских территорий для военных нужд; научные исследования в годы войны; участие в подъеме сельского хозяйства национальных республик. Все эти направления были тесно связаны между собой и дополняли друг друга.

Показать вклад РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева помогли введенные в научный оборот новые источники, и прежде всего – материалы из фондов МИ АФ, ГАРФ, ЦАМО, ЦВМА, ЦГА Москвы. На их основе и с использованием других документальных данных и достижений современной историографии удалось продемонстрировать различные стороны жизни учебных заведений как в Москве, так и в эвакуации, рассказать о боевых и трудовых подвигах тимирязевцев, доказав, что сообщество тимирязевских ученых достойно справилось с вызовами военного времени.

Список источников

1. Безугольный А.Ю. Переформирование московских дивизий народного ополчения в стрелковые в августе-сентябре 1941 г. // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «История России»*. 2024. Т. 23, № 4. С. 463–475. <https://doi.org/10.22363/2312-8674-2024-23-4-463-475>
2. Безугольный А.Ю., Леонтьева Н.И. Формирование дивизий Московского народного ополчения в районах Московской области в 1941 г. (по материалам Комиссии по истории Великой Отечественной войны Академии наук СССР) // *Россия и современный мир*. 2024. № 3 (124). С. 118–133. <https://doi.org/10.31249/rsm/2024.03.08>
3. Лучко Р.Н. Формирование московских дивизий народного ополчения летом 1941 г. // *Начало – XX: Сборник научных трудов молодых исследователей ГСГУ*. Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2024. С. 189–198. EDN: BJHFCQ
4. Терновский А.Н. Роль истребительных батальонов в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. // *Актуальные вопросы современной науки*. 2013. № 28. С. 91. EDN: RBQNGV
5. ЦАМО. Ф. 33. Оп. 682524. Д. 548
6. ЦАМО. Ф. 33. Оп. 793756. Д. 48
7. ЦВМА. Ф. 3. Оп. 1. Д. 779, 858
8. ЦАМО. Ф. 33. Оп. 686046. Д. 156
9. ЦАМО. Ф. 33. Оп. 793756. Д. 41
10. ЦВМА. Ф. 3. Оп. 1. Ед. хр. 594, 574

11. Бенин Д.М., Балабаев А.С. *Московский гидромелиоративный институт в годы Великой Отечественной войны*. Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. 112 с. EDN: IJTXDO
12. Московский гидромелиоративный институт в годы Великой Отечественной войны // *Природообустройство*. 2015. № 2. С. 6–7. EDN: UFEXBV
13. ЦГА Москвы. Ф. П-87. Оп. 21. Д. 14. Т. 1
14. Рокоссовский К.К. *Солдатский долг*. Москва: Эксмо, 2024. 512 с.
15. Потёмкина М.Н., Гаврилькова К.Е. Как питались те, кто ковал победу над врагом: пищевые практики горожан советского тыла (на примере г. Магнитогорска) // *Вестник Удмуртского университета. Серия «История и филология»*. 2017. Т. 27, № 4. С. 611–617. EDN: ZMMIRP
16. ГАРФ. Ф. Р-8080. Оп. 1. Д. 993
17. Музей истории ТСХА, архивный фонд (МИ АФ). Ф. 110

References

1. Bezugolny A.Yu. Reorganization of Moscow Divisions of People's Militia into Rifle Ones in August – September 1941. *RUDN Journal of Russian History*. 2024;23(4):463-475. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2312-8674-2024-23-4-463-475>
2. Bezugolny A.Yu., Leonteva N.I. Formation of divisions of the Moscow People's Militia in areas of the Moscow Region in 1941 (based on materials from the Commission on the History of the Great Patriotic War of the USSR Academy of Sciences). *Russia and the Contemporary World*. 2024;3:118-133. (In Russ.) <https://doi.org/10.31249/rsm/2024.03.08>
3. Luchko R.N. Formation of Moscow divisions of the People's Militia in the summer of 1941. In: *Nachalo – XX*. Kolomna, Russia: Moscow Region State University of Humanities and Social Studies, 2024:189-198. (In Russ.)
4. Ternovsky A.N. Role of fighter battalions in the Great Patriotic War of 1941-1945. *Current Issues of Modern Science*. 2013;28:91. (In Russ.)
5. Central Archives of the Ministry of Defense. Archive 33. List of files 682524. File 548. (In Russ.)
6. Central Archive of the Ministry of Defense. Ar. Archive 33. List of files 793756. File 48. (In Russ.)
7. Central Archive of the Navy. Archive 3. List of files 1. Files 779, 858. (In Russ.)
8. Central Archives of the Ministry of Defense. Archive 33. List of files 686046. File 156. (In Russ.)
9. Central Archive of the Ministry of Defense. Archive 33. List of files 793756. File 41. (In Russ.)
10. Central Archive of the Navy. Archive 3. List of files. Files 594, 574. (In Russ.)
11. Benin D.M., Balabaev A.S. *Moscow Hydromelioration Institute during the Great Patriotic War*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2020:112. (In Russ.)
12. Moscow Hydromelioration Institute during the Great Patriotic War. *Prirodoobustroystvo*. 2015;2:6-7. (In Russ.)
13. Central City Archive of Moscow. Archive P-87. List of files 21. File 14. Volume 1. (In Russ.)
14. Rokossovsky K.K. *Soldier's duty*. Moscow, Russia: Eksmo. 2024:512. (In Russ.)
15. Potyomkina M.N., Gavrilkova K.E. Food practices of those who 'forged victory': the food ratio of people in Soviet rear (using Magnitogorsk population as an example).

Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Istoriya i filologiya. 2017;27(4):611-617. (In Russ.)

16. State Archive of the Russian Federation. Archive R-8080. List of files 1. File 993. (In Russ.)

17. Archival Funds of the Museum of History of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Archive 110. (In Russ.)

Сведения об авторах

Владимир Иванович Трухачев, д-р экон. наук, профессор, д-р с.-х. наук, профессор, ректор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: rector@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4650-1893>

Юрий Исуфович Агирбов, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры экономики и организации производства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: veteranu@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4522-5065>

Александр Борисович Оришев, д-р ист. наук, доцент, заведующий кафедрой истории, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: Orishev71@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1953-9543>

Information about the authors

Vladimir I. Trukhachev, DSc (Econ), Professor, DSc (Ag), Professor, Rector, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: rector@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4650-1893>

Yury I. Agirbov, DSc (Econ), Professor, Professor of Economics and Organization of Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: veteranu@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4522-5065>

Alexander B. Orishev, DSc (Hist), Associate Professor, Head of the Department of History, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: Orishev71@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1953-9543>

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

**Содержание гумуса и лабильного органического вещества
в черноземе выщелоченном Плавского района Тульской области
при различном характере землепользования**

**Кира Сергеевна Бородина[✉], Николай Викторович Минаев,
Борис Анорьевич Борисов**

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

[✉]Автор, ответственный за переписку: k.bor@rgau-msha.ru

Аннотация

Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации способствовала активному возврату в пашню залежных земель, что в свою очередь открывает новые возможности по изучению изменений свойств почв в таких условиях. Исследовано изменение содержания гумуса и лабильного органического вещества чернозема выщелоченного (Luvic Chernic Phaeozems) в лесостепной зоне в условиях Тульской области при возврате в пашню из залежного состояния. Было выбрано 4 участка с разным характером землепользования: пашня с яровыми культурами; пашня с многолетними травами; залежный участок, введенный в оборот, и целинный участок для сравнения. Исследования проведены в период с 2022 по 2024 гг. На участке с постоянным использованием под пашню среднее содержание гумуса в пахотном слое было наиболее низким и стабильным в течение трех лет – 6,06%. На участке с целиной и на участке после распашки многолетних трав среднее содержание гумуса в почве было примерно одинаковым и превышало содержание гумуса на постоянной пашне на 0,6%, наиболее высокое содержание гумуса (7,17%) отмечено в почве распаханной залежи. Содержание лабильного органического вещества (ЛОВ) в пахотном слое почвы под постоянной пашней стабилизировалось на наиболее низком для исследуемых участков уровне – 0,38%. Достоверно ($p = 0,05$) наиболее высокое содержание ЛОВ отмечено для пахотного горизонта почвы после распашки многолетних трав, менее выраженное, но также достоверное повышение содержания ЛОВ наблюдалось в пахотном горизонте распаханной залежи. В этих вариантах на третий год после распашки произошло заметное снижение содержания ЛОВ – по-видимому, вследствие минерализации.

Ключевые слова

Органическое вещество почв, чернозем выщелоченный, Luvic Chernic Phaeozems, залежь, лабильное органическое вещество почв

Для цитирования

Бородина К.С., Минаев Н.В., Борисов Б.А. Содержание гумуса и лабильного органического вещества в черноземе выщелоченном Плавского района Тульской области при различном характере землепользования // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 20–31.

**Content of humus and labile organic matter in leached chernozem
of the Plavsky District of the Tula Region under different land use patterns**

Kira S. Borodina, Nikolay V. Minaev✉, Boris A. Borisov

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

✉ **Corresponding author:** k.bor@rgau-msha.ru

Abstract

The state program for the effective involvement of agricultural lands in the turnover and development of the reclamation complex of the Russian Federation has contributed to the active return of fallow lands to arable land, which in turn opens up new opportunities for studying changes in soil properties in such conditions. The article examines the issue of changes in the content of humus and labile organic matter of leached chernozem (Luvic Chernic Phaeozems) of the forest-steppe zone in the conditions of the Tula Region upon return to arable land from the fallow state. Four plots with different land use patterns were selected – arable land with spring crops, arable land with perennial grasses, fallow land put into turnover and virgin land for comparison. The studies were conducted in the period from 2022 to 2024. On the plot with permanent arable land use the average humus content in the arable layer was the lowest and most stable for three years – 6.06%. The average humus content in the soil of the virgin land and the land after plowing of perennial grasses was approximately the same and exceeded the humus content in the permanent arable land by 0.6%, the highest humus content (7.17%) was found in the soil of the plowed fallow land. The content of labile organic matter (LOM) in the arable soil layer under permanent arable land stabilized at the lowest level of 0.38% for the studied plots. The highest significant LOM content ($p = 0.05$) was observed in the soil horizon after plowing perennial grasses, less pronounced but also reliable increase of LOM content was observed in the soil horizon of the plowed fallow land. In these variants, in the third year after plowing, there was a noticeable decrease in the LOM content, apparently due to mineralization.

Keywords

Soil organic matter, leached chernozem, Luvic Chernic Phaeozems, fallow lands, labile soil organic matter

For citation

Borodina K.S., Minaev N.V., Borisov B.A. Content of humus and labile organic matter in leached chernozem of the Plavsky District of the Tula Region under different land use patterns. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 20–31.

**Введение
Introduction**

В настоящее время в России, в соответствии с Государственной программой эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, поставлена задача возврата залежных земель в пашню [1]. Поскольку в составе залежных земель значительную долю занимают маргинальные земли, одним из важных вопросов, возникающих в процессе вовлечения постагrogenных земель в сельскохозяйственный оборот, является оценка

их уровня плодородия. Многие исследователи отмечают нецелесообразность возврата залежей в пашню без предварительного анализа состояния почв и растительности, поскольку это может привести к возобновлению различных процессов деградации почв [2–9]. Важнейшим показателем почвенного плодородия является состояние системы органических веществ почвы, которая оказывает существенное влияние почти на все агрономически значимые свойства почв. При этом лабильная часть органического вещества почвы наиболее чувствительна к изменениям характера использования почв. Кроме того, исследование динамики органического углерода в почве в условиях возврата залежных земель в пашню имеет большое значение в связи с глобальной повесткой баланса углерода и изменения климата. В период с 1990 по 2005 гг. в почвах России за счет залежных земель накоплены запасы органического углерода порядка 252 ± 32 Мт для площади 14,80 млн га, что представляет собой колоссальный долговременный резерв [10].

Многочисленные исследования и наблюдения показали, что длительное использование черноземов в сельском хозяйстве приводит к снижению запасов гумуса [8, 11]. При восстановлении естественной растительности под залежью наблюдается процесс увеличения содержания гумуса и его запасов. Так, для лесостепных черноземов Зауралья отмечено, что использование чернозема выщелоченного в течение 25 лет под пашней привело к достоверному снижению содержания гумуса в пахотном слое с 7,6 до 6,9% от массы почвы ($\text{HCP}_{05} = 0,3\text{--}0,4\%$). Перевод почвы в залежное состояние на 5 лет не восстановил данный показатель до первоначальных значений. При этом в более глубоких слоях почвы процесс дегумификации продолжался вследствие дефицита растительных остатков. Восстановление содержания гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного, ухудшившегося за 25 лет пребывания под пашней, произошло после 35 лет произрастания многолетней травянистой растительности. Скорость накопления гумуса в бывшем пахотном слое чернозема выщелоченного под действием многолетней травянистой растительности достигала 1,7–1,9 т/га в год [12].

Исследование лесостепных черноземов в Курской и Белгородской областях показало, что под лугово-степной растительностью в первые 30 лет залежного режима происходит быстрое прогрессивное восстановление показателей плодородия, а далее существенно замедляется [13]. Изменение вида использования почв слабо влияет на собственно гумусовые органические вещества почв, которые представляют собой большей частью органоминеральные соединения. В первую очередь реагирует лабильная часть почвенного органического вещества, в том числе легкая фракция, которая состоит из растительных остатков разной степени разложения и гумификации, легко подвергается минерализации [14, 15].

Таким образом, вопросы изменения уже введенных в пашню участков открывают новую возможность по изучению почвы выведенных из сукцессионных процессов участков, а мониторинг органического углерода становится глобальной национальной повесткой [16].

Цель исследований: изучение динамики содержания гумуса и лабильного органического вещества в черноземе выщелоченном при различном характере землепользования.

Методика исследований **Research method**

Объектом исследований являлись почвы опытного хозяйства Тульского НИИСХ Плавского района Тульской области. Для отбора образцов были выбраны 4 участка с разным характером использования: пашня – участок с возделыванием яровых зерновых в течение 3 лет; залежь – участок, находившийся в залежном состоянии примерно

15 лет и введенный в оборот в 2022 г., после чего на нем возделывали яровые зерновые; многолетние травы – участок с посевом многолетних трав в 2022 и 2023 гг., которые в 2024 г. были замещены озимой пшеницей; целина – участок с разнотравной растительностью, который не подвергался распашке. Дополнительно выбор участков учитывался на основе проведенного ранее исследования пространственно-временных связей между землепользованием и почвенным покровом пахотных угодий на примере Арсеньевского и Плавского районов Тульской области в период с 1969 по 202 гг. [17]. Почва на всех участках представлена черноземом выщелоченным среднемошным среднегумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке [18] (Luvic Chernic Phaeozems [19]). На каждом участке на площадках размером 10×10 м были заложены разрезы и отобраны образцы из верхнего пахотного горизонта и подпахотного горизонта на глубину 0–20 и 20–40 см соответственно. Отбор образцов почв на этих площадках проводили в 2022, 2023 и 2024 гг. в мае. Отбор выполняли по равностороннему треугольнику, углы которого располагались в точке заложения разреза и в двух точках основания треугольника на расстоянии 2 м. Для точной фиксации координат разреза использовался точный геодезический прибор GNSS STONEX Surf III.

Определение органического углерода гумуса выполнялось по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова [20]. В дополнение выполнялось контрольное определение органического углерода в образцах почвы на анализаторе Elementar vario MICRO cube CHNS.

Для определения лабильного органического углерода использовался метод определения легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) по методу Н.Ф. Ганжары и Б.А. Борисова путем флотации в тяжелой жидкости [20].

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

На рисунке 1 приведена диаграмма распределения содержания гумуса в пахотном горизонте по вариантам с разным характером землепользования на экспериментальных участках за 2022–2024 гг. В среднем содержание гумуса в верхнем горизонте профиля (0–20 см) выщелоченного чернозема составляло: для постоянной пашни – 6,06%; для распаханной залежи – 7,17%; для пашни после многолетних трав – 6,71%; для целины – 6,67%. По диаграмме и средним значениям содержания гумуса можно заметить, что содержание гумуса в пахотном горизонте участка под яровыми культурами за последние три года наблюдений находилось на относительно постоянном уровне (6%), то есть в условиях пашни установилось стабильное гумусовое состояние почвы. Также в течение трех лет наблюдалось относительно стабильное гумусовое состояние на целинном участке, где отмечено достоверно ($p = 0,05$) более высокое содержание гумуса (примерно на 0,6%) по сравнению с пахотным аналогом. Отмечается только более высокая дисперсия по сравнению с пашней, что обусловлено скорее всего поступлением с отмершей растительностью свежего органического вещества и включением его в структуру гумуса на целинных участках. На участке пашни с многолетними травами за два года наблюдений содержание гумуса было более чем на 1% выше по сравнению с пахотным участком под яровыми культурами, что также можно связать с поступлением свежего органического вещества с опадом и включением его в структуру гумуса. На третий год наблюдений, после распашки многолетних трав и посева озимой пшеницы, отмечено резкое снижение содержания гумуса до уровня, сопоставимого с пашней под яровыми культурами. Более высокая дисперсия обусловлена, по-видимому, процессами разложения и гумификации органических остатков, поступивших от многолетних трав в предыдущий период. Наблюдения за содержанием гумуса в почве на участке

целины, введенном в пашню за три года, показали отчетливый тренд на снижение содержания гумуса, особенно в год, последующий за введением в оборот. Среднее содержание гумуса снизилось с $7,42 \pm 0,19\%$ в целинной почве в первый год наблюдений до $7,11 \pm 0,16$ и $6,99 \pm 0,33\%$ во второй и третий годы соответственно.

Кроме верхнего горизонта, подвергающегося наибольшему антропогенному воздействию за счет механических обработок, в исследуемых почвах изучали показатели состояния органического вещества залегающего ниже гумусового горизонта А (20–40 см). Предполагалось, что данный горизонт будет иметь более стабильные показатели, близкие по всем вариантам землепользования.

На рисунке 2 приведена диаграмма распределения содержания гумуса, %, в гумусовом подпахотном горизонте (А 20–40 см) по вариантам землепользования на исследуемых участках за 2022–2024 гг.

В подпахотном горизонте чернозема выщелоченного, по полученным данным, наблюдалась неоднозначная картина распределения содержания гумуса как по вариантам, так и по годам. Среднее содержания гумуса в почве пашни в 2022 и 2023 гг. составило $5,95 \pm 0,5$ и $5,83 \pm 0,45\%$, но в третий год наблюдений содержание резко снизилось до $5,28 \pm 0,53\%$ при высокой дисперсии. При этом предпосылок для таких изменений, судя по верхнему горизонту, не было. На участке многолетних трав за два года среднее содержание гумуса составляло $6,01 \pm 0,30$ и $6,06 \pm 0,45\%$, но на третий год резко снизилось до $4,77 \pm 0,50\%$, что коррелирует с изменениями в верхнем горизонте. Но такое резкое изменение в нижнем слое гумусового горизонта, который не подвергался непосредственно механической обработке, сложно объяснить причинами изменения поступления органического материала из растительных остатков, где основной пул поступления органического вещества составляют корни растений.

На рисунках 3, 4 представлены результаты оценки лабильной части органического вещества почв (содержание ЛОВ по Ганжаре и Борисову).

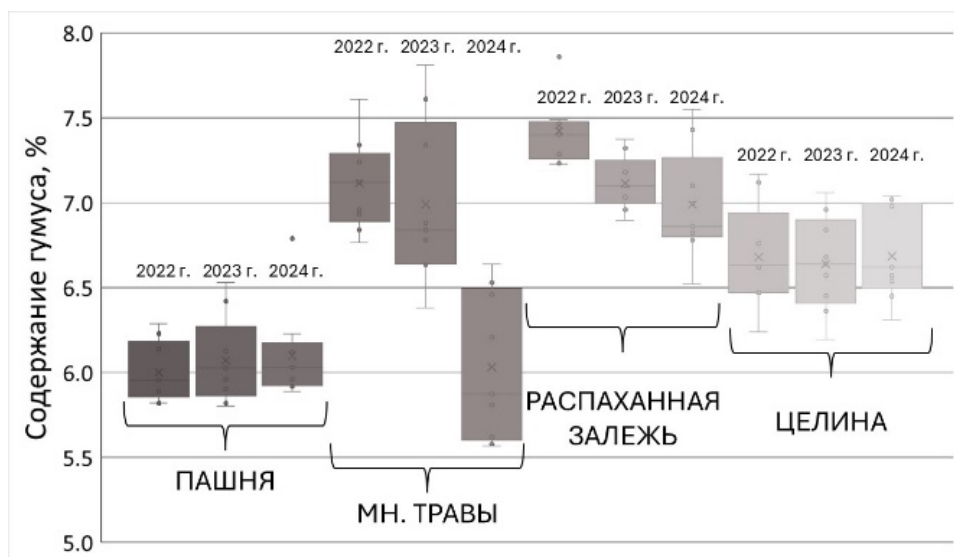


Рис. 1. Диаграмма распределения содержания гумуса, %, в пахотном горизонте ($A_{\text{пах}}$ для целины А5–20) по вариантам землепользования на исследуемых участках за 2022–2024 гг.

Figure 1. Humus content distribution diagram (%) in the soil horizon (A_{arable} for virgin land А5–20) by different land use patterns on the studied plots for 2022–2024

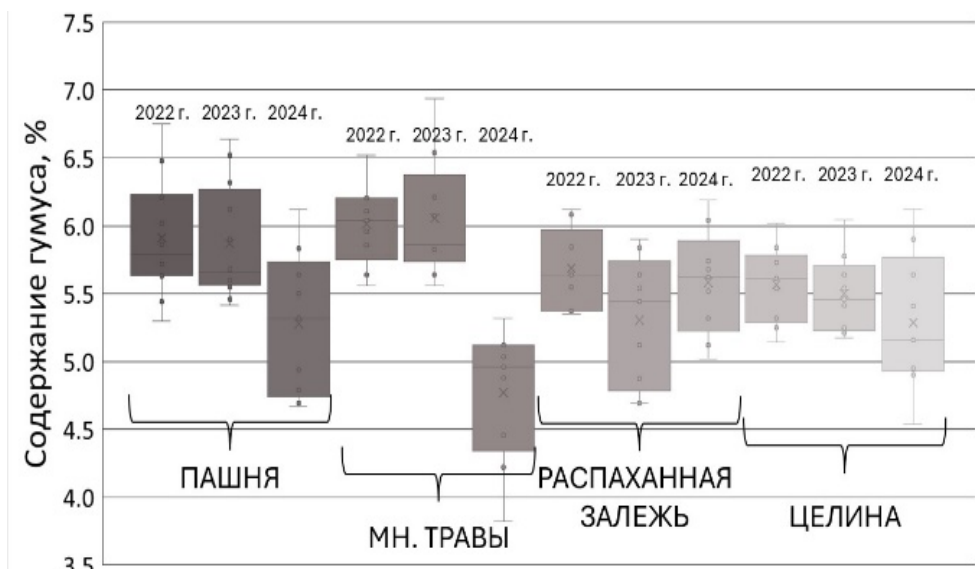


Рис. 2. Диаграмма распределения содержания гумуса, %, в подпахотном горизонте (A20–40 см) по вариантам землепользования на исследуемых участках за 2022–2024 гг.

Figure 2. Humus content distribution diagram (%) in the subsoil horizon (A20–40 cm) by different land use patterns on the studied plots for 2022–2024

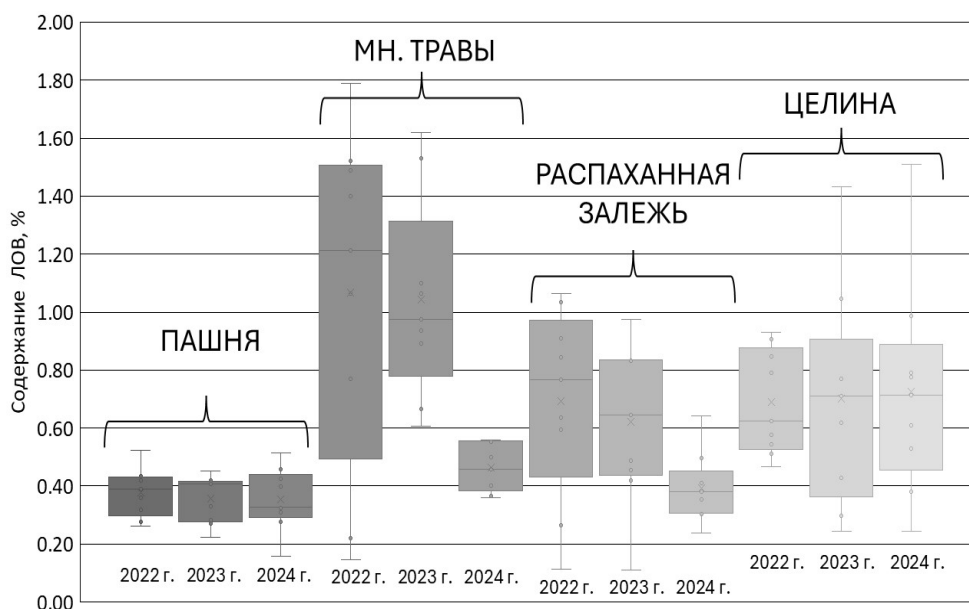


Рис. 3. Диаграмма распределения содержания ЛОВ, %, в пахотном горизонте (Апах 0–20 см, для целины А5–20 см) по вариантам землепользования на исследуемых участках за 2022–2024 гг.

Figure 3. LOM distribution diagram (%) in the soil horizon (A_{arable} 0–20 cm, for virgin land A5–20 cm) by different land use patterns on the studied plots for 2022–2024

В пахотном горизонте участка пашни под яровыми культурами устойчиво наблюдалось низкое содержание ЛОВ в пределах $0,38 \pm 0,09\%$ за три года наблюдения. Такой уровень являлся стабильным, вероятно, для чернозема выщелоченного под пашней, в условиях, сложившихся в данном хозяйстве. Возделывание многолетних трав резко увеличило поступление свежих растительных остатков в почву, и величина содержания ЛОВ поднялась до $1,06 \pm 0,09\%$, что в 2,8 раза выше, чем на пашне с яровыми культурами (достоверные различия при $p = 0,05$). На третий год наблюдений, после распахивания многолетних трав и посева озимой пшеницы, отмечено резкое снижение содержания ЛОВ до уровня, близкого к почве пашни под яровыми зерновыми ($0,46 \pm 0,08\%$). Такое снижение коррелировало со снижением содержания гумуса в этот год. Примерно такая же картина отмечалась для участка с распаханной залежью, однако снижение содержания ЛОВ на третий год после распахивания было менее резким. На целинном участке также наблюдалось стабильно более высокое содержание ЛОВ в течение трех лет $0,71 \pm 0,31\%$, что в 1,9 раза выше, чем на участке пашни с яровыми зерновыми. При этом содержание ЛОВ в почве участка с многолетними травами было заметно выше, чем в целинной почве, что, возможно, обусловлено более высоким качеством травостоя сеяных многолетних трав. Следует отметить, что при увеличении количества органических остатков, а соответственно и содержания ЛОВ, в черноземе выщелоченном отмечалось значительное повышение дисперсии этого показателя.

На рисунке 4 представлены результаты определения ЛОВ в нижней части гумусового горизонта (в подпахотном горизонте 0–20 см) чернозема выщелоченного по всем вариантам за три года наблюдений.

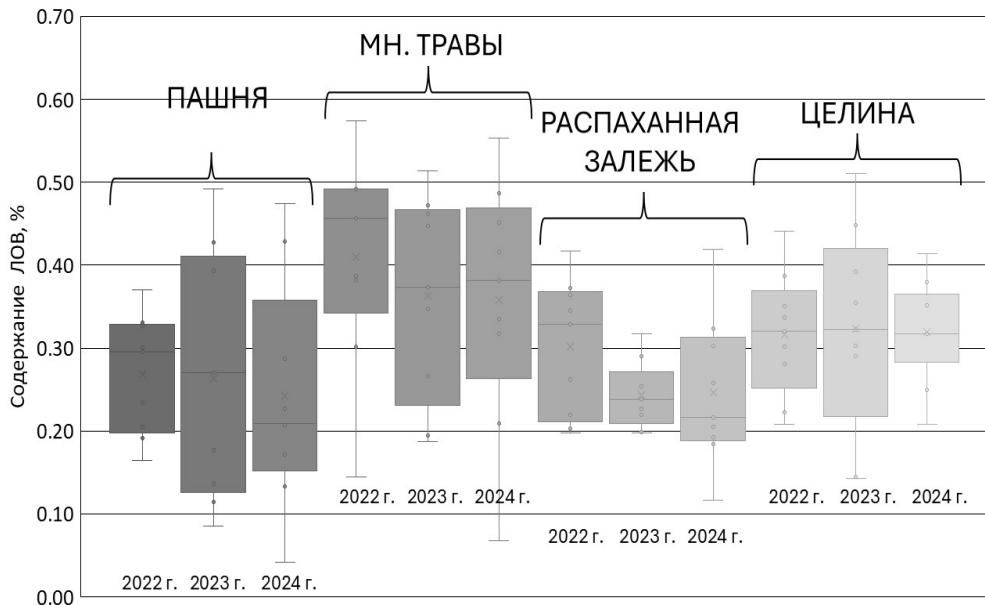


Рис. 4. Диаграмма распределения содержания ЛОВ, %, в подпахотном горизонте (A20–40 см) по вариантам землепользования на исследуемых участках за 2022–2024 гг.

Figure 4. LOM distribution diagram (%) in the subsoil horizon (A20–40 cm) by different land use patterns on the studied plots for 2022–2024

Содержание ЛОВ в нижней части гумусового горизонта оказалось значительно менее чувствительным к изменению характера землепользования, и за период наблюдения по вариантам существенные различия не обнаружены. Среднее содержание на пашне, участке многолетних трав, распаханной залежи и целине составило $0,23 \pm 0,12\%$, $0,33 \pm 0,13\%$, $0,23 \pm 0,13\%$ и $0,27 \pm 0,09\%$ соответственно. По-видимому, близкие уровни накопления легкоразлагаемого органического вещества по исследуемым вариантам землепользования обусловлены как сходным небольшим поступлением корневых остатков на таких глубинах, так и мало различающимися условиями их трансформации.

Выводы

Conclusions

Проведенные исследования динамики содержания гумуса и лабильного органического вещества в черноземе выщелоченном Тульской области при различном характере землепользования показали, что на участке с постоянным использованием под пашню среднее содержание гумуса в пахотном слое было наиболее низким и стабильным в течение трех лет – $6,06\%$. На участке с целиной и на участке после распахивания многолетних трав среднее содержание гумуса в почве было примерно одинаковым и превышало содержание гумуса на постоянной пашне на $0,6\%$. Наиболее высокое содержание гумуса ($7,17\%$) отмечено в почве распаханной залежи. Содержание лабильного органического вещества в пахотном слое почвы под постоянной пашней стабилизировалось на наиболее низком для исследуемых участков уровне – $0,38\%$. Достоверно наиболее высокое содержание ЛОВ отмечено для пахотного горизонта почвы после распахивания многолетних трав, менее выраженное, но также достоверное повышение содержания ЛОВ наблюдалось в пахотном горизонте распаханной залежи. В этих вариантах на третий год после распахивания произошло заметное снижение содержания ЛОВ – по-видимому, вследствие минерализации. Почва под целиной характеризовалась заметно меньшим содержанием ЛОВ, чем почва участка после многолетних трав (в первые два года после распахивания), – по-видимому, в связи с лучшим качеством сеяного травостоя. Различный характер использования чернозема выщелоченного более заметно проявлялся в изменении содержания лабильной части органического вещества, чем в изменении содержания общего гумуса.

Список источников

1. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации: утв. Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731
2. Хитров Н.Б., Апарин Б.Ф., Карманов И.И. и др. Сокращение пахотных угодий и посевных площадей в России, агроэкологическая оценка их состояния, перспективы дальнейшего использования, задачи нормативно-правового и научного обеспечения рационального использования и охраны земель // *Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного использования* / Под ред. акад. А.Л. Иванова. М., 2008. С. 14-29
3. Екимовская О.А., Сизых А.П., Рупосов В.Л. и др. Региональные аспекты возвращения залежных земель в сельскохозяйственный оборот

(Республика Бурятия) // *География и природные ресурсы*. 2023. Т. 44, № 3. С. 117–126. <https://doi.org/10.15372/GIPR20230312>

4. Макаров С.С., Виноградова В.С., Смирнова Ю.В. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения при выращивании голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // *Лесохозяйственная информация*. 2022. № 3. С. 105–111. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09>

5. Макаров С.С., Виноградова В.С., Чудецкий А.И. Эффективность применения различных видов удобрений при выращивании княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) // *Вестник КрасГАУ*. 2024. № 6. С. 45–52. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-6-45-52>

6. Макаров С.С., Чудецкий А.И., Кульчицкий А.Н. и др. Применение комплексных удобрений при адаптации растений голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.), полученных методом микроклонального размножения // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2024. № 5 (109). С. 97–103. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-109-5-97-103>

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

8. Нечаева Т.В. Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // *Почвы и окружающая среда*. 2023. Т. 6, № 2. С. e215. <https://doi.org/10.31251/pos.v6i2.215>

9. Новожилов И.С., Виноградова В.С., Макаров С.С. Биологическая активность почвы при использовании органоминеральных и водорастворимых удобрений в агрофитоценозе озимого тритикале // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 1 (55). EDN: ENRFBP. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (дата обращения: 24.10.2024)

10. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О. Запасы органического углерода в почвах Российской Федерации: современные оценки в связи с изменением системы землепользования // *Доклады Академии наук*. 2009. Т. 426, № 1. С. 132–134. EDN: KAVSVT

11. Когут Б.М., Семенов В.М., Артемьева З.С., Данченко Н.Н. Дегумусирование и почвенная секвестрация углерода // *Агрохимия*. 2021. № 5. С. 3–13. <https://doi.org/10.31857/S0002188121050070>

12. Еремин Д.И. Залежь как средство восстановления содержания и запасов гумуса старопашотных черноземов лесостепной зоны Зауралья // *Плодородие*. 2014. № 1 (76). С. 24–26. EDN: RUYBYD

13. Голесов П.В., Лисецкий Ф.Н., Малышев А.В. Тренды воспроизводства постагрогенных почв в лесостепной зоне Европейской территории России // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. Т. 20. Вып. 1. 2024. С. 165–180

14. Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом // *Почвоведение*. 2022. № 7. С. 909–917. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22070036>

15. Tan Z., Lal R., Owens L., Izaurralde R.C. Distribution of Light and Heavy Fractions of Soil Organic Carbon as Related to Land Use and Tillage Practice. *Soil and Tillage Research*. 2007;92(1-2):53-59. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.01.003>

16. Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ: Важнейший инновационный проект государственного значения: утв. распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2022 г. № 3240-р.

17. Королева П.В. *Пространственно-временные связи между землепользованием и почвенным покровом пахотных угодий (на примере Арсеньевского и Плавского районов Тульской области в период с 1969 по 2020 гг.): Дис. ... канд. с.-х. наук.* Москва, 2023. 145 с.

18. *Классификация и диагностика почв СССР* / Сост. В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др. Москва: Колос, 1977. 223 с.

19. *Мировая реферативная база почвенных ресурсов. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и составления легенд почвенных карт* / Международный союз наук о почве: Пер. с англ. С. Фортовой; Науч. ред. пер. М.И. Герасимовой, П.В. Красильникова. Изд. 4-е. Москва: МАКС Пресс, 2024. 248 с. <https://doi.org/10.29003/m4174.978-5-317-07235-3>

20. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. *Почвоведение. Практикум: Учебное пособие* / Под общ. ред. Н.Ф. Ганжары. Москва: Инфра-М, 2025. 256 с. <https://doi.org/10.12737/992>

References

1. State program of effective involvement of agricultural land into turnover and development of the reclamation complex of the Russian Federation. Approved by the Resolution of the Government of the Russian Federation No. 731 dated May 14, 2021. (In Russ.) URL: <https://base.garant.ru/400773886/>

2. Khitrov N.B., Aparin B.F., Karmanov I.I., Bulgakov D.S. et al. Reduction of arable lands and sown areas in Russia, agro-ecological assessment of their condition, prospects for further use, tasks of normative-legal and scientific support of rational use and protection of lands. *Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya 'Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispolzovaniya zemel Rossii, vybyvshikh iz aktivnogo selskokhozyaystvennogo oborota'. May 13-14, 2008.* Moscow, Russia: V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 2008:14-29. (In Russ.)

3. Ekimovskaya O.A., Sizykh A.P., Ruposov V.L., Shekhovtsov A.I. et al. Regional aspects of returning fallow lands to agricultural turnover (Republic of Buryatia). *Geografiya i Prirodnye resursy.* 2023;44(3):117-126. (In Russ.) <https://doi.org/10.15372/GIPR20230312>

4. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Smirnova Yu.V. Evaluation of the Effectiveness of a new Organomineral Fertilizer in the Cultivation of Narrow-Leaved Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Forestry Information.* 2022;3:105-111. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09>

5. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Chudetsky A.I. Efficiency of applying different types of fertilizers in Arctic brake (*Rubus arcticus* L.) cultivation. *Bulletin of KSAU.* 2024;6:45-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-6-45-52>

6. Makarov S.S., Chudetsky A.I., Kulchitsky A.N., Musina M.K. et al. Application of complex fertilizers in the adaptation of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) Plants Obtained by Micropropagation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2024;5:97-103. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-109-5-97-103>

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

8. Nechaeva T.V. Abandoned lands in Russia: distribution, agroecological status and perspective use (a review). *The Journal of Soils and Environment*. 2023;6(2):1-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.31251/pos.v6i2.215>
9. Novozhilov I.S., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Biological activity of the soil when using organomineral and water-soluble fertilizers in the agrophytocenosis of winter triticale. *AgroEcoInfo*. 2023;1:17. (In Russ.) URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (accessed: October 24, 2024)
10. Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O. The stock of organic carbon in soils of the Russian Federation: updated estimation in connection with land use changes. *Doklady Akademii nauk*. 2009;426(1):132-134. (In Russ.)
11. Kogut B.M., Semenov V.M., Artemyeva Z.S., Danchenko N.N. Humus depletion and soil carbon sequestration. *Agrohimia*. 2021;5:3-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002188121050070>
12. Eremin D.I. Fallowing as a means of restoring the content and reserves of humus in old arable chernozems of the Transural forest-steppe zone. *Plodorodie*. 2014;1(76):24-26. (In Russ.)
13. Goleusov P.V., Liseckii F.N., Malyshev A.V. Trends in the reproduction of postagrogenic soils in the forest-steppe zone of the European territory of Russia. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*. 2024;20(1):165-180. (In Russ.)
14. Borisov B.A., Efimov O.E., Eliseeva O.V. Organic matter and physical properties of postagrogenic eroded soddy-podzolic soil and arable soddy-podzolic soil. *Pochvovedenie*. 2022;7:909-917. (In Russ.)
15. Tan Z., Lal R., Owens L., Izaurralde R.C. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. *Soil and Tillage Research*. 2007;92(1-2):53-59. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.01.003>
16. Most important innovative project of state importance "Unified National System for Monitoring of Climate Active Substances". Approved by the Order of the Government of the Russian Federation dated October 29, 2022 No. 3240-r. (In Russ.) URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405491263/>
17. Koroleva P.V. *Spatial and temporal relationships between land use and soil cover of arable lands (on the example of Arsenyevsky and Plavsky districts of Tula Region in the period from 1969 to 2020)*: CSc (Ag) thesis: 1.5.19. Moscow, 2023:145. (In Russ.)
18. Vakhtanov V.V., Egorov V.V., Friedland V.V., Ivanova E.N. et al. *Classification and diagnostics of soils of the USSR*. Moscow, USSR: Kolos, 1977;223. (In Russ.)
19. *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. 4th ed. International Union of Soil Sciences. Translated into Russian by S. Fortova; M.I. Gerasimova, P.V. Krasilnikov (Eds). Moscow, Russia: MAKS Press, 2024:248. (In Russ.) <https://doi.org/10.29003/m4174.978-5-317-07235-3>
20. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baybekov R.F. *Soil science. Practicum: a textbook*. Moscow, Russia: Infra-M, 2025:256. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/992>

Сведения об авторах

Кира Сергеевна Бородина, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская

Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: k.bor@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0002-3045-8138>

Николай Викторович Минаев, канд. биол. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: nminaev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0718-3383>

Борис Анорьевич Борисов, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: borisov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5396-1695>

Information about the authors

Kira S. Borodina, Assistant at the Department of Soil Science, Geology and Landscape Studies, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: k.bor@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0002-3045-8138>

Nikolay V. Minaev, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Soil Science, Geology and Landscape Studies, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: nminaev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0718-3383>

Boris A. Borisov, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Soil Science, Geology and Landscape Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: borisov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5396-1695>

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

**Гуминовые комплексы в агрофитоценозах
озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)**

**Вера Сергеевна Виноградова^{1✉}, Валентина Ивановна Хитрова²,
Иван Иванович Голоктионов³**

¹Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
Караваяево, Кострома, Россия

²Государственная станция агрохимической службы «Костромская», Кострома, Россия

³Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: verochka_54@list.ru

Аннотация

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния гуминовых удобрений на рост и развитие растений озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Московская 39 в условиях Костромской области. Гуминовые удобрения обогащенного состава в виде комплексов положительно повлияли на морфофизиологические процессы растений озимой пшеницы, урожайность зерна и его качественные показатели. Масса растений в фазу колошения существенно отличалась от контрольных в вариантах с обработкой семян и посева Гумикомплексом, соответственно, на 2,37 и 2,44 г, гуматом «Экобиосфера» – на 3,32 и 0,82 г. Накопление углерода в растениях в фазу колошения в вариантах с обработкой семян гуминовыми удобрениями было выше на 0,010–0,013 мгС/дм² относительно контроля. Наиболее благоприятные условия водного режима в тканях растений пшеницы создавались в вариантах с применением гуминовых удобрений, где потенциальное осмотическое давление составляло 863,7–1027кПа. Существенно более высокий урожай зерна озимой пшеницы относительно контрольных (2,63–2,39 т/га) был получен в вариантах с использованием гуминовых удобрений (3,61–4,96 т/га). Наиболее эффективным был прием обработки семян Гумикомплексом (урожайность зерна составила 4,76 т/га, что выше контроля на 2,13 т) и обработки посева в фазу кущения – 4,96 т/га против 2,39 т на контроле. Применение гуминового удобрения «Экобиосфера» на минеральном фоне повысило урожайность озимой пшеницы на 1,61–1,22 т/га. Высокое процентное содержание клейковины получено в вариантах с опрыскиванием посевов Гумикомплексом (28,92%) и гуминовым удобрением «Экобиосфера» (29,84%), что выше контрольных значений на 2,04–2,96%.

Ключевые слова

Гуминовые удобрения, гуминовый комплекс, озимая пшеница, концентрация клеточного сока, продуктивность фотосинтеза, урожайность зерна, качество продукции

Для цитирования

Виноградова В.С., Хитрова В.И., Голоктионов И.И. Гуминовые комплексы в агрофитоценозах озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 2. С. 32–43.

Humic complexes in agrophytocenoses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)

Vera S. Vinogradova¹✉, Valentina I. Khitrova², Ivan I. Goloktionov

¹Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Kostroma, Russia

²State Agrochemical Service Station “Kostromskaya”, Kostroma, Russia

³Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

✉Corresponding author: verochka_54@list.ru

Abstract

The article presents the results of the study on testing the effects of humic fertilizers on the growth and development of the winter wheat (*Triticum aestivum* L.) Moskovskaya 39 in the Kostroma Region, Russia. Enriched humic fertilizers in the form of complexes had a positive effect on the morphophysiological processes, grain yield and quality indicators of winter wheat plants. In the earing phase, the weight of the plants differed significantly from the control in the variants with seed and sowing treatment with Humicomplex by 2.37 and 2.44 g, respectively, and with humate “Ecobiosphere” by 3.32 and 0.82 g. Carbon accumulation in the plants in the earing phase was 0.010–0.013 mgC/dm² higher by in the variants with seed treatment with humic fertilizers relative to the control. The most favorable water conditions in wheat plant tissues were created in variants with the application of humic fertilizers, where the potential osmotic pressure was 863.7–1027 kPa. A significantly higher grain yield of winter wheat was obtained in variants with the application of humic fertilizers (3.61–4.96 t/ha) than in the control (2.63–2.39 t/ha). The most effective methods were treating seeds with Humicomplex, which increased the grain yield by 2.13 t/ha compared to the control, and treating crops in the tillering phase, which increased the grain yield by 2.57 t/ha compared to the control. Applying the humic fertilizer “Ecobiosphere” on a mineral background increased the winter wheat yield by 1.61–1.22 t/ha. The highest gluten content was obtained in variants where crops were sprayed with Humicomplex (28.92%) and the humic fertilizer “Ecobiosphere” (29.84%), which was 2.04–2.96% higher than control values.

Keywords

Humic fertilizers, humic complex, winter wheat, cell sap concentration, photosynthetic productivity, grain yield, product quality

For citation

Vinogradova V.S., Khitrova V.I., Goloktionov I.I. Humic complexes in agrophytocenoses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 32–43.

Введение Introduction

История разработки и применения гуминовых удобрений и препаратов в сельском хозяйстве России насчитывает много десятилетий. Гуминовые вещества представляют собой сложную смесь высокомолекулярных природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их

последующей гумификации (биохимического превращения продуктов разложения органических остатков в гумус при участии микроорганизмов, воды и кислорода). Это природные органические соединения, составляющие от 50 до 90% органического вещества торфа, угля, сапропелей и неживой материи почвенных и водных экосистем. Гуминовые вещества образуются при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды, представляя собой макрокомпонент органического вещества почвенных и водных экосистем, а также твердых горючих ископаемых. Гуминовые вещества в растениеводстве используют в качестве стимуляторов роста и развития растений [1–3].

Гуминовые вещества позволяют увеличить поступление азота, фосфора, калия, железа и дают возможность растению стать более устойчивым к неблагоприятным факторам – в частности, пестицидам, заморозкам, засухам и повышенному содержанию солей в почве. Доказано, что гуминовые вещества увеличивают интенсивность фотосинтеза и дыхания, усиливают белковый и фосфорный обмен в растениях. Гуминовые препараты используют для опрыскивания вегетирующих растений через листовой аппарат или через непосредственное внесение в почву [4–7].

Обладая спектром положительных свойств, гуминовые удобрения все больше используются в сельском хозяйстве, тем самым повышается спрос на гуминовые удобрения и препараты. Актуальным является исследование применение таких удобрений и комплексов при выращивании зерновых культур [8–10], в том числе озимой пшеницы как одной из наиболее востребованных в России [11, 12].

Цель исследований: оценить эффективность приемов применения гуминовых удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы сорта Московская 39.

Методика исследований

Research method

Исследования проводили на территории хозяйства СПК «Мир» (Нерехтский район Костромской области) в 2021–2023 гг. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, слабокислые ($pH_{KCl} = 5,8$); содержание гумуса – 2,4%, общего фосфора – 210 мг/кг, обменного калия – 106 мг/кг; глубина вспашки – 24 см. Площадь опыта под озимой пшеницей – 1000 м²; площадь учетной делянки – 35 м². Размещение делянок – систематическое. Повторность опыта – 4-кратная. Норма высева семян озимой пшеницы составила 250 кг/га. Предшественник – многолетние травы 3-го года пользования. Метеорологические условия периода проведения исследований существенно отличались от среднепогодных [13] и способствовали нормальному развитию растений.

Объект исследований – озимая пшеница сорта Московская 39. Предметом исследований служили гуминовые удобрения. На основе гуматов был разработан состав Гумикомплекса, который состоял из гумата «Экобиосфера» (0,8 л), Аквамикса (20 г/л), растительных экстрактов (20 мл/л), бактериальной композиции в составе препаратов Фосфатовит и Экстрасол (по 100 мл/л каждый). Качественный состав микроудобрения Аквамикс: Fe – 1,74%; Mn – 2,57%; Zn – 0,53%; Cu – 0,53%; Ca – 2,57%; бор – 0,52%; молибден – 0,13%. Состав гумата «Экобиосфера» (в пересчете на сухое вещество): гуминовые вещества – 75–85%; фульвокислоты – 10–15%; макроэлементы не менее: N – 3,0 г/л; фосфор – 0,5 г/л; калий – 3,0 г/л; микроэлементы в форме хелатов, не менее:

Fe-0,69%(ДППА)+0,92%(ЭДТА)(ЭДТА)-Mn-1,03%;Zn-0,21%;Ca-1,028%;а также В-0,208%;Мо-0,052% в неорганической форме.

Схема опыта включала в себя 6 вариантов:

1. Контроль (опрыскивание семян водой – 1 л/га н.с.).
2. Контроль (опрыскивание водой в фазу кущения – 150 л/га).
3. Гумикомплекс (обработка семян – 1 л/10 л/га н.с.).
4. Гумикомплекс (обработка посева в фазу кущения – 1 л/150 л/га).
5. Гумат «Экобиосфера» (обработка семян – 1 л/га н.с.).
6. Гумат «Экобиосфера» (обработка посева в фазу кущения – 1 л/150 л/га).

Закладку опытов, наблюдения, измерения и учеты проводили по общепринятым методикам [14, 15]: определяли физиологические показатели продуктивности фотосинтеза по накоплению органического углерода методом Тюрина-Лукашек, интенсивность фотосинтеза – по методу Олвика-Целлера, интенсивность дыхания – методом М.С. Миллера, концентрацию фотопигментов (хлорофилла и каротина) – фотоэлектроколориметрическим методом (КФК-2МП) по А.Б. Сапожникову, концентрацию клеточного сока – с использованием рефрактометра (КИП-Р). Оценку элементов структуры урожая (количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе, массу 1000 зерен в колосе) выполняли в соответствии с методикой Г.С. Посыпанова [16]. Качественные показатели продукции определяли в лабораториях массовых анализов ГСАС «Костромская». Для статистической обработки результатов исследований использовали пакет прикладных программ Microsoft Office Excel 2019.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В ходе проведенных исследований было установлено, что наиболее существенное влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы оказала некорневая обработка растений Гумикомплексом (табл. 1).

В фазу колошения растениями озимой пшеницы было сформировано 2,7–4,2 стебля, в фазу полной спелости – 3,5–4,3 стебля. При этом большее количество стеблей отмечено в растениях варианта с использованием обработки семян и растений гуматом «Экобиосфера» (4,1–4,3 шт.). Характеризуя морфологические показатели, следует отметить незначительное отличие от контроля по высоте растений пшеницы в фазу колошения (43,8–46,9 см). Однако масса растений существенно отличалась от контрольных в вариантах с обработкой семян и посева Гумикомплексом (на 2,37 и 2,44 г), а Гуматом «Экобиосфера» – на 3,32 и 0,82 г соответственно. Особенно заметна разница по вариантам с применением обработки семян удобрениями Гумат «Экобиосфера» и Гумикомплекс, когда площадь листовой поверхности растения была существенно выше контрольных показателей и составляла 5,6–6,1 дм². Вероятно, это связано с активизацией роста растяжением, которое обусловлено участием гуминовых молекул в регулировании водного и энергетического обмена клеток растений [1, 6].

Урожай создается, когда в зеленых растениях образуется органическое вещество, что связано с процессом фотосинтеза. Концентрация хлорофилла в растениях озимой пшеницы была выше в вариантах с приемом обработки семян Гумикомплексом и гуматом «Экобиосфера» как в фазу колошения, так и в фазу молочной спелости, и колебалась в пределах 1,613...2,791 мг/г (табл. 2).

Таблица 1

**Морфологические показатели растений озимой пшеницы сорта Московская 39
(среднее за период 2021–2023 гг.)**

Table 1

**Morphological parameters of winter wheat Moskovskaya 39
(average for the period 2021–2023)**

Вариант	Высота растения, см	Масса растения, г	Площадь листа, дм ²	Количество листьев, шт.	Количество стеблей, шт/растение
Фаза колошения					
1	46,0	5,16	4,0	9,0	2,8
2	45,9	6,12	3,6	9,7	2,7
3	43,8	7,53	5,4	12,4	3,4
4	47,3	8,56	5,6	11,9	4,1
5	46,5	8,48	5,2	13,5	4,2
6	46,9	6,94	6,1	12,8	4,0
НСР ₀₅	2,7	0,64	1,17	2,23	0,59
Фаза молочной спелости					
1	113	32,39	2,2	4,0	3,6
2	100,3	34,47	2,3	3,3	3,0
3	107,3	56,90	3,2	3,7	3,5
4	125	53,00	3,6	3,7	4,3
5	111	51,02	3,7	5,3	4,2
6	114	63,17	3,2	3,3	4,0
НСР ₀₅	7,05	9,02	0,84	0,52	0,49

Большее количество каротина накапливалось при обработке гуминовыми удобрениями посевов пшеницы (247–239 мг/г). Высокая интенсивность дыхания растений контрольных вариантов (4,4–5,0 мг СО₂/см²) приводила к расходованию энергетических субстратов, созданных в процессе фотосинтеза. Накопление углерода в растениях озимой пшеницы в фазу колошения в вариантах с обработкой семян гуминовыми удобрениями было выше на 0,010–0,013 мгС/дм² относительно контроля, а в фазу молочной спелости снизилось и колебалось на уровне 0,042–0,043 мг, но оставалось выше контрольных 0,033 мгС/дм².

Весьма важными являются показатели концентрации клеточного сока и потенциального осмотического давления (ПОД), особенно когда речь идет об устойчивости растений к засухе (табл. 3).

Таблица 2

**Физиологические показатели озимой пшеницы сорта Московская 39
(среднее за период 2021–2023 гг.)**

Table 2

**Physiological parameters of winter wheat Moskovskaya 39
(average for the period 2021–2023)**

Вариант	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ /см ²		Концентрация хлорофилла, мг/г		Продуктивность фотосинтеза, мгС/дм ²		Концентрация каротина, мг/г	
	фаза колошения	фаза молочной спелости	фаза колошения	фаза молочной спелости	фаза колошения	фаза молочной спелости	фаза колошения	фаза молочной спелости
1	4,4	3,2	1,557	1,592	0,035	0,033	0,123	0,077
2	5,0	4,8	1,564	1,410	0,036	0,037	0,130	0,078
3	3,8	2,2	1,985	2,916	0,048	0,042	0,226	0,119
4	4,0	2,4	1,613	2,672	0,040	0,038	0,247	0,124
5	3,4	4,0	1,738	2,791	0,045	0,043	0,135	0,143
6	3,8	3,6	1,908	2,761	0,041	0,016	0,239	0,148

Таблица 3

Концентрация клеточного сока и потенциальное осмотическое давление в клетках растений озимой пшеницы сорта Московская 39

Table 3

Concentration of cell sap and potential osmotic pressure in cells of winter wheat Moskovskaya 39

Вариант	ККС%, фаза стеблевания	ПОД, кПа	ККС% фаза колошения	ПОД, кПа	ККС% фаза молочной спелости	ПОД, кПа	ККС%, фаза восковой спелости	ПОД, кПа
1	7,1	563,2	9,0	742,5	10,0	863,7	10,0	863,7
2	7,3	563,2	10,0	863,7	10,0	863,7	10,0	863,7
3	6,2	480,2	12,0	1027,2	11,0	929,9	10,0	863,7
4	8,1	863,7	11,0	929,9	12,0	1027,2	11,0	929,9
5	7,2	563,2	12,0	1027,2	10,0	863,7	11,0	929,9
6	8,0	863,7	11,0	929,9	11,0	929,9	9,0	742,5

Водный обмен растений напрямую связан с ПОД в клетках. Как правило, концентрация клеточного сока (ККС) у растений повышается в те фазы развития, когда активизируются процессы фотосинтеза, происходят закладка и формирование генеративных органов. Высокие показатели ККС были отмечены у растений пшеницы в варианте с обработкой посевов Гумикомплексом (11,0–12,0%). Наиболее благоприятные условия водного режима в тканях растений пшеницы создаются с потенциальным осмотическим давлением 800–1200кПа. В вариантах с применением гуминовых удобрений оно составляло 863,7–1027кПа.

Кроме того, исследователи отмечают, что крупные фрагменты гуминовых веществ, двигаясь по апопластному пути растений, «собирают» продукты клеточных выделений и выводят их во внешнюю среду, создавая для клеток возможности экономии энергии на сложные выделительные процессы, а также снимают токсичное напряжение продуктами обмена веществ. Все это создает возможность для клеток, тканей и органов направлять сэкономленную энергию на другие жизненно важные стороны продукционного процесса культуры. Именно такой процесс можно считать энерго- и ресурсосберегающим, когда в системе все расходуется и распределяется без потерь и с наибольшей выгодой для каждой ступени метаболизма [17, 18].

Таким образом, можно констатировать, что растения озимой пшеницы в вариантах с применением Гумикомплекса были хорошо обеспечены водой, и данное обстоятельство положительно повлияло на физиологические функции растений и продуктивность культуры.

Урожай зерна определяется взаимодействием органов растений, многообразием морфологических и биохимических изменений, происходящих в них под действием различных изучаемых удобрений, которые являются источником элементов питания растений и поддерживают плодородие почв [19, 20].

Достоверно высокие показатели массы 1000 зерен (51,2 г) и массы зерна в колосе (2,0 г) были получены в варианте с обработкой семян озимой пшеницы раствором Гумикомплекса. Количество продуктивных стеблей при некорневой подкормке посева составило 252 шт/м², что существенно выше, чем в других вариантах. На применение приема обработки семян гуминовым удобрением Экобиосфера растения озимой пшеницы отозвались увеличением количества продуктивных стеблей (231 шт/м² относительно контрольных 158 шт/м²), массой 1000 зерен (54,8 г) и массой зерна в колосе (1,84 г), что существенно выше контрольных значений (табл. 4).

Существенно более высокий урожай зерна озимой пшеницы относительно контрольных 2,63–2,39 т/га был получен в вариантах с использованием гуминовых удобрений – 3,61–4,96 т/га. Наиболее эффективным был прием обработки семян Гумикомплексом на фоне минеральных удобрений, когда биологическая урожайность зерна составила 4,76 т/га, что выше контроля на 2,13 т, и обработки посева в фазу кущения – 4,96 т/га против 2,39 т на контроле. Применение гуминового удобрения «Экобиосфера» на минеральном фоне было также эффективным с прибавкой урожайности 1,61–1,22 т/га.

Возделывание зерновых культур – это прежде всего получение белков, углеводов, липидов, витаминов, которые определяют питательные технологические и семенные свойства зерна, поэтому являются главными химическими компонентами, определяющими его качество. Пшеница – одна из основных продовольственных культур. Ее зерно характеризуется высоким содержанием белка (18–24%) и клейковины (28–40%), а также отличными хлебопекарными качествами [21–23].

Характеризуя качественные показатели зерна озимой пшеницы сорта Московская 39, следует отметить высокое процентное содержание клейковины в варианте с опрыскиванием посевов Гумикомплексом (28,92%) и обработкой посева гуминовым удобрением «Экобиосфера» (28,84%), что выше контрольных значений на 2,04–1,96% (табл. 5).

Таблица 4

**Элементы структуры урожая озимой пшеницы сорта Московская 39
(среднее за период 2021–2023 гг.)**

Table 4

**Elements of the crop structure of winter wheat Moskovskaya 39
(average for the period 2021–2023)**

Показатель	Вариант						HCP ₀₅
	1	2	3	4	5	6	
Количество продуктивных стеблей, шт/м²	158	171	238	252	231	172	11,4
Масса 1000 зерен, г	50,0	50,5	51,2	51,0	54,8	53,9	0,93
Масса зерна в колосе, г	1,67	1,41	2,00	1,97	1,84	2,10	0,24
Количество зерен в колосе, шт.	37,0	30,3	39,1	38,6	33,6	39,0	3,17
Биологическая урожайность, т/га	2,63	2,39	4,76	4,96	4,24	3,61	0,96

Таблица 5

Качественные показатели зерна озимой пшеницы сорта Московская 39

Table 5

Quality indicators of grain of winter wheat Moskovskaya 39

Вариант	Содержание, %						
	Азот	Сырая зола	Влага	Фосфор	Калий	Сырой жир	Клейковина
1	2,64	2,05	15,39	0,41	0,42	2,43	27,60
2	2,60	1,80	15,68	0,39	0,44	2,55	26,88
3	2,70	1,99	15,42	0,46	0,40	2,54	27,80
4	2,71	2,06	15,20	0,41	0,42	2,56	28,92
5	2,71	2,19	15,26	0,43	0,44	2,65	28,64
6	2,70	2,11	15,38	0,40	0,44	2,62	28,84

В этих вариантах выше были также показатели по содержанию сырого жира (2,56–2,62%). Содержание азота и фосфора в зерне озимой пшеницы в контрольных вариантах было ниже на 0,10–0,11%, а калий накапливался на уровне 0,42–0,44%. Содержание влаги было выше в зерне контрольных вариантов на 0,03–0,13% при обработке семян пшеницы, на 0,48–0,30% выше – при обработке посевов гуминовыми удобрениями. Меньше влаги содержало зерно при использовании Гумикомплекса при некорневом опрыскивании посевов пшеницы – 15,2%.

Выводы

Conclusions

Таким образом, гуминовые удобрения обогащенного состава в виде комплексов при выращивании озимой пшеницы сорта Московская 39 положительно повлияли на морфофизиологические процессы растений, урожайность зерна и его качественные показатели. Масса растений в фазу колошения в вариантах с обработкой семян и посева Гумикомплексом и гуматом «Экобиосфера» была выше значений контрольных вариантов. При обработке семян удобрениями Гумат «Экобиосфера» и Гумикомплекс площадь листовой поверхности растений была существенно выше контрольных показателей. Накопление углерода в растениях в фазу колошения в вариантах с обработкой семян гуминовыми удобрениями было выше на 0,010–0,013 мгС/дм², а в фазу молочной спелости несколько снизилось, но оставалось выше значений контрольных вариантов. Потенциальное осмотическое давление в вариантах с применением гуминовых удобрений представляло благоприятные условия водного режима в тканях растений пшеницы. Более высокий урожай зерна озимой пшеницы был получен в вариантах с использованием гуминовых удобрений. Наиболее эффективными были приемы обработки семян Гумикомплексом и обработки посева в фазу кущения. Применение гуминового удобрения «Экобиосфера» на минеральном фоне способствовало повышению урожайности озимой пшеницы на 1,61–1,22 т/га. Высокое содержание клейковины было получено в вариантах с опрыскиванием посевов Гумикомплексом и гуминовым удобрением «Экобиосфера».

Список источников

1. Орлов Д.С. Гуминовые вещества в биосфере // *Соросовский образовательный журнал*. 1997. № 2. С. 56–63
2. Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века // *Химия и жизнь*. 2008. № 1. С. 50–55
3. Кукса А.Д., Потапова И.А. Гуминовые кислоты: инновации и перспективы использования // *Молодой ученый*. 2025. № 15 (566). URL: <https://moluch.ru/archive/566/123961/> (дата обращения: 14.04.2025)
4. Al-Taey D.K.A., Al-Shareefi M.J.H., Mijwel A.K. et al. The Beneficial Effects of Bio-fertilizers Combinations and Humic Acid on Growth, Yield Parameters and Nitrogen Content of Broccoli Grown under Drip Irrigation System. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019;25(5):959-966
5. Холодинский В.В., Сенько Ж.Е., Дунькович Е.В. Использование жидкого гуминового удобрения Биоверттехно в посевах озимой пшеницы // *Земледелие и растениеводство*. 2020. № 6. С. 36–39
6. Abutova R.J., Kozhakhmetov M.K. Humic Preparation and Plant Activity. *Journal of Water and Land Development*. 2022;55(X-XII):104-108. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.142311>

7. Rasouli F., Nasiri Y., Asadi M. et al. Fertilizer Type and Humic Acid Improve the Growth Responses, Nutrient Uptake, and Essential Oil Content on *Coriandrum sativum* L. *Sci Rep.* 2022;12:7437. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11555-4>
8. Новожилов И.С., Виноградова В.С., Макаров С.С. Биологическая активность почвы при использовании органоминеральных и водорастворимых удобрений в агрофитоценозе озимого тритикале // *АгроЭкоИнфо.* 2023. № 1 (55). URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (дата обращения: 21.10.2024). EDN: ENRFBP
9. Бородий С.А., Виноградова В.С., Макаров С.С. Имитационно-динамическая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы сорта Любава с корректировкой на эффективность гуминового комплекса «Экобиосфера Б» // *Аграрный вестник Нечерноземья.* 2024. № 2 (14). С. 6–20. https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
10. Виноградова В.С., Бородий С.А., Макаров С.С. Ростовая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы Любава на фоне предпосевной обработки семян препаратом «Экобиосфера Б» // *АгроЭкоИнфо.* 2024. № 2. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (дата обращения: 21.10.2024)
11. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Мамеев В.В. и др. Урожайность и качество сортов озимой пшеницы // *Агроконсультант.* 2017. № 3. С. 7–12. EDN: ZWSIND
12. Дедова Е.М., Виноградов Д.В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы и гербицидов // *Агропромышленные технологии Центральной России.* 2023. № 4. С. 59–67. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-29-59-67>
13. *Агроклиматический справочник по Костромской области* / Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР; Верхне-Волжское управление гидрометеорологической службы; Горьковская гидрометеорологическая обсерватория. Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. 168 с., 3 л.
14. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
15. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. *Краткий справочник по физиологии растений.* Изд. 2-е, испр. и доп. Киев: Наукова думка, 1973. 592 с.
16. Посыпанов Г.С. *Растениеводство. Практикум*: Учебное пособие. Москва: Инфра-М, 2024. 255 с.
17. Кайсанова Г.Б., Ураимов Т., Камилов С.К., Сулейменов Б.У. Влияние гуминового удобрения Тумат на урожайность озимой пшеницы // *Почвоведение и агрохимия.* 2021. № 3. С. 47–54. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2021_3_47
18. Амангулиев М.Б. Гуминовые кислоты и их некоторые неспецифические свойства // *Символ науки.* 2023. № 6-2. С. 37–38. EDN: FNAGDC
19. Фадькин Г.Н., Виноградов Д.В., Щур А.В., Гогмачадзе Г.Д. Миграция азота в системе «удобрение – почва – растение» под влиянием длительного применения удобрений // *АгроЭкоИнфо.* 2015. № 4. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/4/st_15.doc (дата обращения: 24.01.2025)
20. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно ландшафтных системах земледелия // *Почвоведение.* 2019. № 9. С. 1130–1139. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070062>
21. Чекмарев П.А. Производство качественного зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса // *Земледелие.* 2009. № 4. С. 3–4. EDN: KXIFXP
22. Алиев А.М., Ваулина Г.И., Самойлов Л.Н., Старостина Е.Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при комплексном применении средств химизации // *Плодородие.* 2018. № 3 (102). С. 12–14. EDN: OTXZHL
23. Сычев В.Г., Милащенко И.З., Шафран С.А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России // *Плодородие.* 2018. № 1 (100). С. 18–19. EDN: TDIMTS

References

1. Orlov D.S. Humic substances in the biosphere. *Sorosovskiy obrazovatel'niy zhurnal*. 1997;2:56-63 (In Russ.)
2. Perminova I.V. Humic substances – a challenge to chemists of the XXI century. *Khimiya i zhizn*. 2008;1:50-55 (In Russ.)
3. Kuksa A.D., Potapova I.A. Humic acids: innovations and prospects of use. *Molodoy ucheniy*. 2025;15(566). (In Russ.) URL: <https://moluch.ru/archive/566/123961/> (accessed: April 14, 2025)
4. Al-Taey D.K.A., Al-Shareefi M.J.H., Mijwel A.K., Al Tawaha A.R.M. et al. The beneficial effects of bio-fertilizers combinations and humic acid on growth, yield parameters and nitrogen content of broccoli grown under drip irrigation system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019;25(5):959-966.
5. Kholodinsky V.V., Senko Zh.E., Dunkovich E.V. The use of liquid humic fertilizer Biovermtechno in winter wheat crops. *Zemledelie i rasteniyevodstvo*. 2020;6:36-39 (In Russ.)
6. Abutova R.J., Kozhakhmetov M.K. Humic preparation and plant activity. *Journal of Water and Land Development*. 2022;55(X-XII):104-108. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.142311>
7. Rasouli F., Nasiri Y., Asadi M., Hassanpouraghdam M.B. et al. Fertilizer type and humic acid improve the growth responses, nutrient uptake, and essential oil content on *Coriandrum sativum* L. *Sci Rep*. 2022;12:7437. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11555-4>
8. Novozhilov I.S., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Biological activity of the soil when using organomineral and water-soluble fertilizers in the agrophytocenosis of winter triticale. *AgroEcoInfo*. 2023;1:17. (In Russ.) URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (accessed: October 21, 2024)
9. Borodiy S.A., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Simulation-dynamic model forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava with adjustment for the efficiency of the humic complex “Ecobiosphere B”. *Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Zone*. 2024;2:6-20. (In Russ.) https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
10. Vinogradova V.S., Borodiy S.A., Makarov S.S. Growth model for forecasting the productivity of spring wheat Lyubava against the background of pre-sowing seed treatment with the preparation “Ecobiosphere B”. *AgroEcoInfo*. 2024;2:17. (In Russ.) URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (accessed: October 21, 2024)
11. Torikov V.E., Melnikova O.V., Mameev V.V., Osipov A.A. et al. Yield and quality of winter wheat varieties. *Agroconsultant*. 2017;3:7-12. (In Russ.)
12. Dedova E.M., Vinogradov D.V. Winter wheat yield depending on tillage and herbicides. *Agropromyshlennyye tekhnologii Tsentralnoy Rossii*. 2023;4:59-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-29-59-67>
13. *Agroclimatic reference book for the Kostroma Region*. Leningrad, USSR: Gidrometeoizdat, 1961:168 (In Russ.)
14. Dospekhov 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.)
15. Grodzinsky A.M., Grodzinsky D.M. *A Short guide to plant physiology*. 2nd ed. Kyiv, USSR: Naukova Dumka. 1973:592. (In Russ.)
16. Posypanov G.S. *Plant growing: a study guide*. Moscow, Russia: Infra-M. 2024:255. (In Russ.)
17. Kaysanova G.B., Uraimov T., Kamilov S.K., Suleimenov B.U. Influence of humic fertilizer Tumat on winter wheat yield. *Pochvovedenie i agrokhimiya*. 2021;3:47-54. (In Russ.) https://doi.org/10.51886/1999-740X_2021_3_47

18. Amanguliev M.B. Humic acids and some of their nonspecific properties. *Symbol of Science: International Scientific Journal*. 2023;6-2:37-38. (In Russ.)
19. Fadkin G.N., Vinogradov D.V., Shchur A.V., Gogmachhadze G.D. Nitrogen migration in the fertilizer-soil-plant system under the influence of long-term fertilizer application. *AgroEcoInfo*. 2015;4:15. (In Russ.) URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/4/st_15.doc (accessed: January 24, 2025)
20. Kiryushin V.I. The management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive-landscape farming systems. *Pochvovedenie*. 2019;9:1130-1139. (In Russ.) <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070062>
21. Chekmarev P.A. Production of high-quality grain is the most important task of the agro-industrial sector. *Zemledelie*. 2009;4:3-4. (In Russ.)
22. Aliev A.M., Vaulina G.I., Samoilov L.N., Starostina E.N. Crop productivity and quality of winter wheat grain in integrated using chemicals. *Plodorodie*. 2018;3:12-14. (In Russ.)
23. Sychev V.G., Milashchenko I.Z., Shafran S.A. Agrochemical aspects of production of high-quality grain in Russia. *Plodorodie*. 2018;1:18-19. (In Russ.)

Сведения об авторах

Вера Сергеевна Виноградова, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Российская Федерация, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, Учебный городок, 34; e-mail: verochka_54@list.ru

Валентина Ивановна Хитрова, канд. с.-х. наук, заведующий испытательной лабораторией, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная станция агрохимической службы «Костромская»; 156013, Российская Федерация, г. Кострома, пр-кт Мира, 53А; e-mail: valentinach44@yandex.ru

Иван Иванович Голоктионов, канд. с.-х. наук, ассистент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: goloktionov.ivan@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6988-3639>

Information about the authors

Vera S. Vinogradova, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy; 34 Karavaevo Campus, Kostroma District, Kostroma Region, 156530, Russian Federation; e-mail: verochka_54@list.ru

Valentina I. Khitrova, CSc (Ag), Head of the Testing Laboratory, State Agrochemical Service Station “Kostromskaya”; 53A Mira Ave., Kostroma, 156013, Russian Federation; e-mail: valentinach44@yandex.ru

Ivan I. Goloktionov, CSc (Ag), Assistant at Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: goloktionov.ivan@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6988-3639>

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

**Оценка эффективности новых форм пролонгированных удобрений
на урожай и качество зерна яровой пшеницы
в условиях Нечерноземной зоны России**

Федор Гаптулаевич Игралиев[✉], Сергей Порфирьевич Торшин

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

[✉]Автор, ответственный за переписку: igralieff@gmail.com

Аннотация

В работе представлены результаты изучения эффективности аммофоски, капсулированной монокальцийфосфатом ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) различной толщины, на урожай и качество мягкой яровой пшеницы сорта Любава в агроклиматических условиях Нечерноземной зоны России. Удобрения, разработанные НИУИФ имени Я.В. Самойлова, способствуют уменьшению потерь азота удобрений вследствие замедленного высвобождения действующего вещества, за счет чего улучшается азотное питание культурных растений. Заложены микрополевые опыты в 2022 и 2023 гг. на базе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Основными качественными показателями оценки служили урожайность зерна, масса 1000 зерен, содержание сырого протеина в зерне и основных элементов питания в растении, а также их хозяйственный вынос с побочной и основной продукцией. Полученные данные подтверждают, что использование удобрений с контролируемым высвобождением азота, покрытых монокальцийфосфатом толщиной 50 мкм и 100 мкм, способствуют повышению урожайности опытной культуры на 8–18%, сбора сырого протеина – на 8–16%, коэффициентов использования азота удобрений – на 5–17%. Наибольшее положительное влияние достигалось при внесении аммофоски с толщиной капсулы 100 мкм. Улучшение азотного питания растений за счет применения капсулированных удобрений дополнительно сравнивалось с действием ингибитора нитрификации DMPP (3,4-диметилпиразолфосфат).

Ключевые слова

Мягкая яровая пшеница, дерново-подзолистая почва, удобрения с пролонгированным действием, монокальцийфосфат, аммофоска, ингибитор нитрификации DMPP

Благодарности

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

Для цитирования

Игралиев Ф.Г., Торшин С.П. Оценка эффективности новых форм пролонгированных удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны России // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 44–56.

Assessment of the effect of new forms of prolonged fertilizers on the yield and grain quality of spring wheat in the Non-chernozem zone of Russia

Fedor G. Igraliev✉, Sergey P. Torshin

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

✉Corresponding author: igralieff@gmail.com

Abstract

The article presents the results of studying the effect of ammophoska encapsulated with monocalcium phosphate ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) of different thickness on the yield and quality of soft spring wheat of the Lubava variety in the conditions of the Non-chernozem zone of Russia. The fertilizers developed by the National Research Institute of Agricultural Sciences named after Yu.V. Samoilov help to reduce nitrogen losses of fertilizers due to delayed release of the active substance, thus improving the nitrogen nutrition of cultivated plants. The microfield experiments were conducted in 2022 and 2023 at the Experimental Station of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy on sod-podzolic medium loamy soil. The main qualitative assessment indicators were grain yield, weight of 1000 grains, the content of crude protein in the grain and the main nutrients in the plant, as well as their yield removal with by-products and main products. The data obtained confirm that the use of fertilizers with controlled nitrogen release coated with monocalcium phosphate with a thickness of 50 and 100 microns, increased the yield of the experimental crop by 8–18% the crude protein yield by 8–16%, and the nitrogen utilization coefficient in fertilizers by 5–17%. The greatest positive effect was achieved when ammophoska was applied with a capsule thickness of 100 microns. In addition, the improvement of plant nitrogen nutrition by the use of encapsulated fertilizers was compared with the effect of the nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate).

Keywords

Soft spring wheat, sod-podzolic soil, prolonged fertilizers, monocalcium phosphate, ammophoska, nitrification inhibitor DMPP

Acknowledgments

The work was carried out using funds from the University Development Program within the framework of the Strategic Academic Leadership Program “Priority 2030”.

For citation

Igraliev F.G., Torshin S.P. Assessment of the effect of new forms of prolonged fertilizers on the yield and grain quality of spring wheat in the Non-chernozem zone of Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 44–56.

Введение Introduction

В связи с восстановлением почвенных ресурсов и повышением урожайности культурных растений, связанных с активным развитием сельского хозяйства

Российской Федерации (РФ), неизбежно возрастает потребность в применении повышенных доз удобрений [5–8, 13, 18–20] и эффективном их использовании, что ведет к повышенной антропогенной нагрузке на окружающую среду. Остро эта проблема касается азотных удобрений, так как во многих почвенно-климатических зонах нашей страны этот элемент находится в первом минимуме и его внесение способствует наибольшей прибавке урожая [4, 12]. В почве минеральный азот удобрений является крайне мобильным элементом, и его потери из пахотного слоя в среднем составляют 20%, что влечет за собой не только экономический ущерб, но и негативные экологические последствия [3].

В настоящее время для сохранения азота удобрений используют ряд приемов – таких, как дробное внесение удобрений, использование ингибиторов трансформации подвижных форм азота, а также применение удобрений замедленного действия [4, 9]. Все эти агроприемы доказали свою эффективность и продолжают совершенствоваться, однако на текущий момент в РФ мало распространено применение пролонгированных удобрений в связи с их низкой экономической эффективностью. Для решения данной проблемы НИ-УИФ имени Я.В. Самойлова была разработана аммофоска, покрытая тонким слоем монокальцийфосфата ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), постепенное растворение которого в почве сдерживает окисление аммонийного азота и способствует более сбалансированному обеспечению растений азотом в течение всего вегетационного периода [11, 17].

В отношении мягкой яровой пшеницы [1, 2] целесообразно провести испытания данного удобрения в агроклиматических условиях Нечерноземья России.

Цель исследований: изучить эффективность капсулированных удобрений на урожай и качество мягкой яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны России.

Методика исследований

Research method

Двухлетний микрополевой опыт был заложен на Полевой опытной станции на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв на опытном участке

Table 1

Agrochemical characteristics of soils in the experimental plot

№ опыта	Гумус, %	pH _{KCl}	H _r	S	T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг-экв/100 г почвы				мг/кг	
1	1,8	5,2	2,2	11,4	13,6	83,8	68	255
2	2,4	4,9	1,5	14,2	15,7	90,0	172	86

Схема опыта включала в себя 5 вариантов в 5-кратной повторности:

1. РК – фосфорно-калийный фон для определения коэффициентов использования азота удобрений.
2. NPK – контроль, стандартная аммофоска марки 15:15:15.
3. NPK (МКФ 50 мкм) – модифицированная аммофоска с покрытием гранул $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ толщиной 50 мкм (13:18:13).
4. NPK (МКФ 100 мкм) – модифицированная аммофоска с покрытием гранул $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ толщиной 100 мкм (12:23:12).
5. NPK+ инг.нитр. – стандартная аммофоска марки 15:15:15 совместно с применением ингибитора нитрификации DMPP (3,4-диметилпиразолфосфат).

Все варианты были выровнены по содержанию макроэлементов с помощью минеральных солей. Площадь делянок составила 1 м² с шириной междурядий 40 см. Делянки располагались в шахматном порядке. В период вегетации проводилась обработка растений химическими средствами защиты против мучнистой росы и ржавчины пропиконазолом и пенконазолом ручным пульверизатором.

Опытная культура – мягкая яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорта Любава селекции ФГБНУ Федерального исследовательского центра «Немчиновка» в 2000-е гг., включенного в Государственный реестр РФ в 2012 г. Сорт среднеспелый, устойчив к полеганию, вегетационный период составляет 70–86 дней, средняя урожайность для III центральной почвенно-климатической зоны – 22 ц/га, масса 1000 зерен – 31–42 г.

После сбора урожая проводился химический анализ по определению общего содержания азота, фосфора и калия в растениях по ГОСТ 13496.4–93, ГОСТ 26657–97, ГОСТ 30504–97 соответственно [14–16].

Математическую обработку результатов опытов производили стандартными методами с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В 2022 г. был заложен первый опыт. В связи с различным содержанием основных элементов питания в удобрениях дозы определялись и уравнивались исходя из нормы внесения азота 6 г/м². В фазу полной спелости 8 августа 2022 г. собрали и высушили урожай. В дальнейшем проведен анализ структуры урожая (табл. 2). Опытные варианты по сравнению с контролем показали свою эффективность, увеличив сбор зерна с делянки на 5–9%, однако достоверную прибавку в 22 г/м² удалось получить только в варианте NPK (МКФ 100 мкм). Остальные урожайные показатели изменялись в пределах ошибки.

В дальнейшем проведен химический анализ общего содержания азота, фосфора и калия в побочной и основной продукции. Применение капсулированных удобрений значительно не повлияло на химический состав зерна (рис. 1), однако увеличение урожайности сопровождалось увеличением потребления азота и фосфора для формирования зерна на 5,7–7,5 и 19–25% соответственно (табл. 3).

Сбор сырого протеина с делянки также достоверно вырос по сравнению с контролем на 6,2–7,7%. Увеличение урожая, выноса азота и фосфора, а также сырого протеина способствовало повышению коэффициентов использования азота

из удобрений на 4,7–11,8%, достигаемого за счет пролонгации азотного питания растений (рис. 2). Применение ингибитора нитрификации DMPP не благоприятствовало достоверному улучшению основных качественных показателей яровой пшеницы, однако сохранялась положительная тенденция поглощения азота из удобрений по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2

Урожайность и структура урожая яровой пшеницы
(микрополевой опыт, 2022 г.)

Table 2

Yield and structure of spring wheat crop
(microfield experiment, 2022)

№	Вариант	Урожайность, г/м ²		Отношение солома/зерно	Масса 1000 зерен, г
		Солома	Зерно		
1	NPK	364±64	240±11	1,51±0,23	42,7±1,4
2	NPK (МКФ 50 мкм)	367±31	259±20	1,42±0,07	41,3±2,0
3	NPK (МКФ 100 мкм)	404±52	262±16	1,54±0,17	43,0±0,9
4	NPK+инг.нитр.	376±35	252±16	1,49±0,13	42,7±1,4

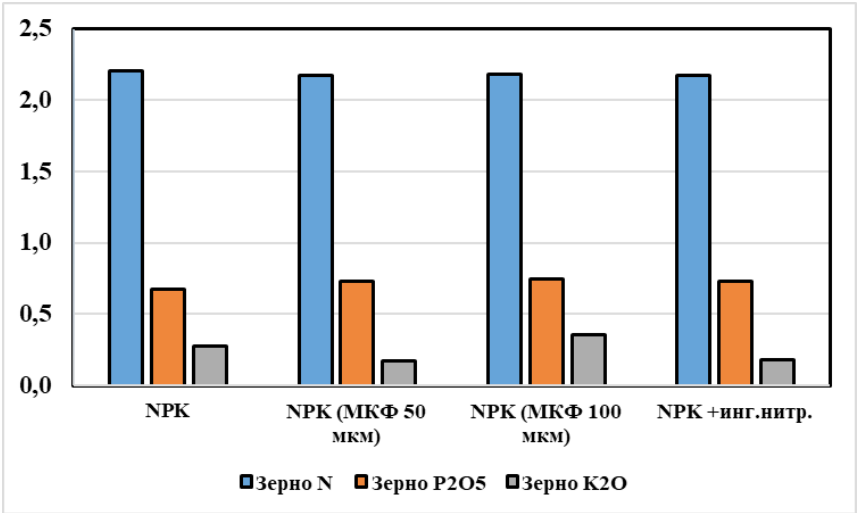


Рис. 1. Содержание N, P₂O₅ и K₂O в зерне яровой пшеницы, %
(микрополевой опыт, 2022 г.)

Figure 1. Content of N, P₂O₅ and K₂O in spring wheat grain, %
(microfield experiment, 2022)

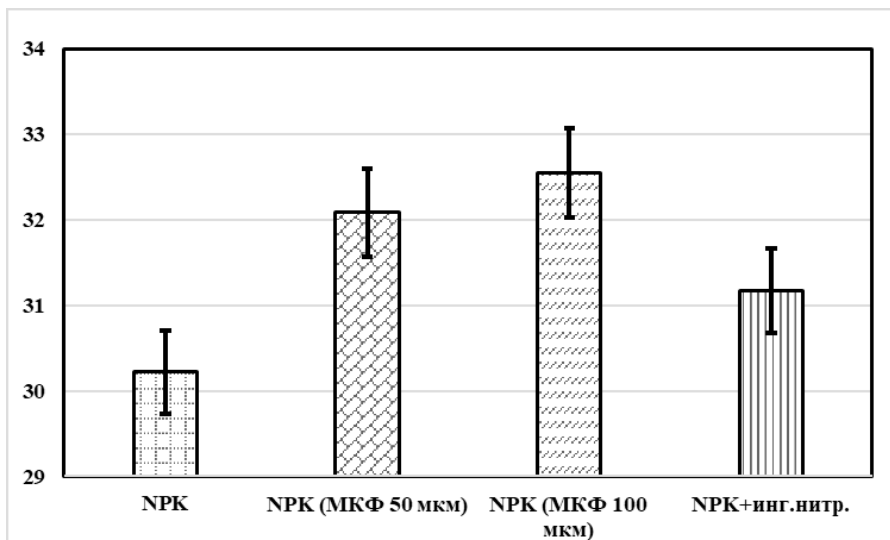
Таблица 3

**Вынос N, P₂O₅ и K₂O урожаем яровой пшеницы, г/м²
(микрополевого опыт, 2022 г.)**

Table 3

**Removal of N, P₂O₅ и K₂O by spring wheat crop, g/m²
(microfield experiment, 2022)**

№	Вариант	Солома			Зерно			Общий		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	NPK	2,0±0,4	0,7±0,1	4,9±0,9	5,3±0,0	1,6±0,0	0,7±0,1	7,3	2,3	5,5
2	NPK (МКФ 50 мкм)	2,0±0,2	0,5±0,0	4,9±0,4	5,6±0,1	1,9±0,0	0,5±0,0	7,6	2,3	5,3
3	NPK (МКФ 100 мкм)	2,2±0,3	0,7±0,1	5,2±0,7	5,7±0,3	2,0±0,1	0,9±0,1	7,9	2,7	6,2
4	NPK+инг. нитр.	2,0±0,2	0,6±0,1	5,0±0,5	5,5±0,4	1,8±0,1	0,5±0,0	7,4	2,5	5,5



**Рис. 2. Сбор сырого протеина с делянки, г/м²
(микрополевого опыт, 2022 г.)**

**Figure 2. Harvest of crude protein from the plot, g/m²
(microfield experiment, 2022)**

На основании результатов первого года испытаний было принято решение в следующем, 2023 г., увеличить дозы азота на делянку до 9 г/м². Это обоснованно тем, что на дерново-подзолистых почвах азот находится в первом минимуме и 6 г/м² этого элемента не перекрывают требования к питанию яровой пшеницы, что ведет к слабому росту и развитию растений и мешает в полной мере оценить эффективность исследуемых удобрений. Дозы фосфора и калия были выровнены с помощью минеральных солей (рис. 3).

В остальном второй год испытаний дублировал прошлогоднее. Сев пшеницы проведен 18 мая 2023 г. Сбор урожая проведен 8 августа 2023 г. в фазу полной спелости, образцы были высушены и подготовлены для дальнейшего анализа. Урожайные данные опытных вариантов были выше контроля (табл. 4).

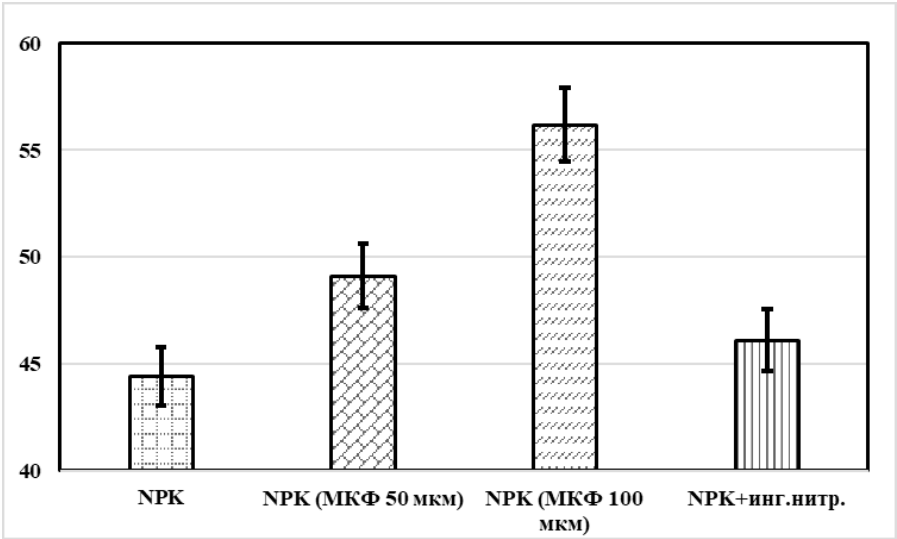


Рис. 3. Коэффициенты использования азота удобрений растениями яровой пшеницы, % (микрополевой опыт, 2022 г.)

Figure 3. Coefficients of nitrogen use of fertilizers by spring wheat plants, % (microfield experiment, 2022)

Таблица 4

**Урожайность и структура урожая яровой пшеницы
(микрополевой опыт, 2023 г.)**

Table 4

**Yield and structure of spring wheat crop
(microfield experiment, 2023)**

№	Вариант	Урожайность, г/м²		Отношение солома/зерно	Масса 1000 зерен, г
		солома	зерно		
1	NPK	613±85	400±44	1,53±0,10	35,9±2,1
2	NPK (МКФ 50 мкм)	636±73	441±51	1,44±0,08	38,6±2,7
3	NPK (МКФ 100 мкм)	665±95	470±51	1,42±0,16	40,2±4,0
4	NPK+инг.нитр.	620±53	480±44	1,29±0,03	40,1±1,7

Сбор зерна увеличился на 10–20% по сравнению с контролем. Также в этом году заметно увеличилась масса 1000 зерен 7,5–12,0%. Достоверную прибавку удалось получить в вариантах NPK (МКФ 100 мкм) и NPK+инг.нитр. Применение NPK (МКФ 50 мкм) положительно повлияло на перечисленные показатели в пределах ошибки. Как и в 2022 г., химический состав зерна по основным элементам питания не изменился в опытных вариантах (рис. 4), а значительное повышение урожайности привело к повышению выноса азота с зерном.

Общее потребление азота выросло на 5,0–12,8% (табл. 5), а сбор сырого протеина с делянки – на 8,8–17,6% (рис. 5). Такой результат объясняется повышением коэффициента использования азота из удобрений в опытных вариантах на 6–17%, достигаемого за счет механизмов пролонгации питательных веществ (рис. 6).

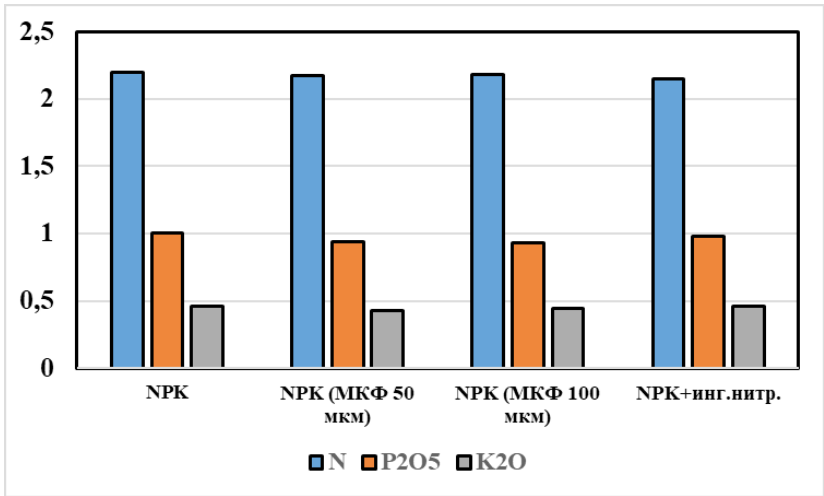


Рис. 4. Содержание N, P₂O₅ и K₂O в зерне яровой пшеницы, % (микрополевой опыт, 2023 г.)

Figure 4. Content of N, P₂O₅ and K₂O in spring wheat grain, % (microfield experiment, 2023)

Таблица 5

Вынос N, P₂O₅ и K₂O урожаем яровой пшеницы, г/м² (микрополевой опыт, 2023 г.)

Table 5

Removal of N, P₂O₅ and K₂O by spring wheat crop, g/m² (microfield experiment, 2023)

№	Вариант	Солома			Зерно			Общий		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	NPK	2,9±0,4	1,8±0,3	7,2±1,0	8,8±1,0	4,0±0,4	1,85±0,3	11,7	5,9	9,1
2	NPK (МКФ 50 мкм)	2,7±0,3	2,3±0,3	7,8±0,9	9,6±1,1	4,1±0,5	1,88±0,1	12,3	6,4	9,7
3	NPK (МКФ 100 мкм)	2,8±0,4	2,5±0,4	7,4±1,1	10,2±1,1	4,4±0,5	2,07±0,2	13,0	6,9	9,4
4	NPK+инг. нитр.	2,9±0,2	2,3±0,2	7,2±0,6	10,3±0,9	4,7±0,4	2,22±0,2	13,2	7,0	9,5

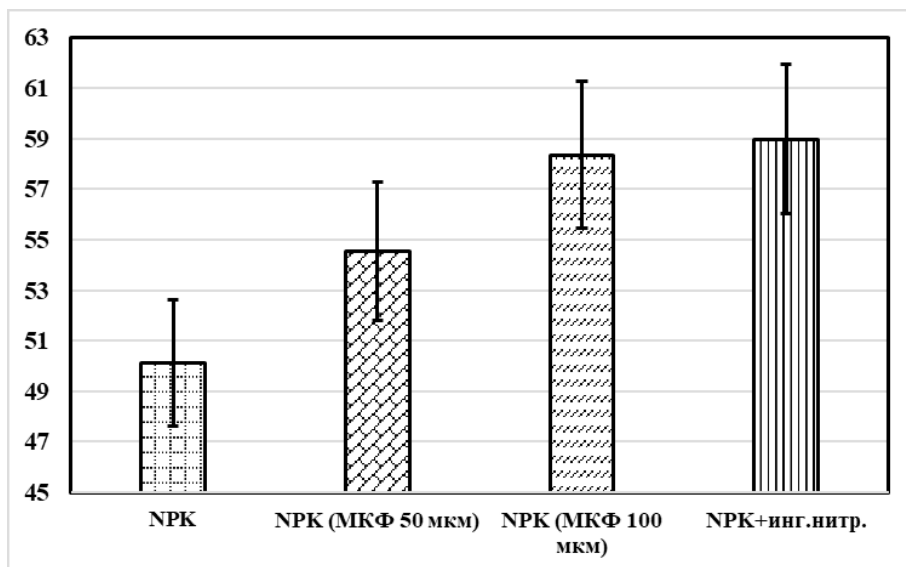


Рис. 5. Сбор сырого протеина с делянки, г/м² (микрополевой опыт, 2023 г.)
Figure 5. Harvest of crude protein from the plot, g/m² (microfield experiment, 2023)

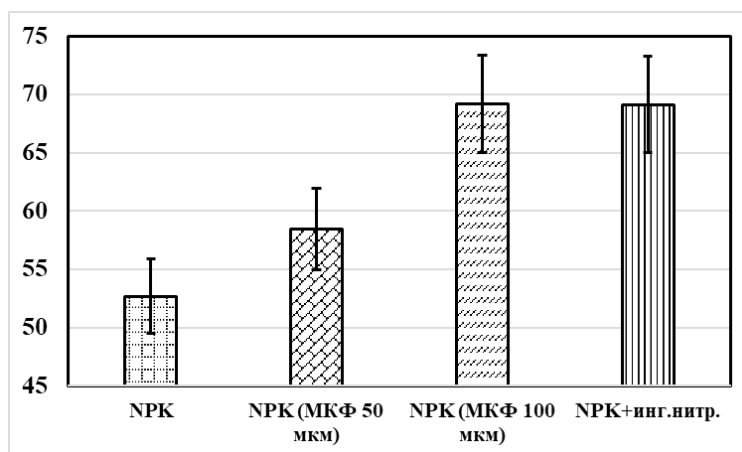


Рис. 6. Коэффициенты использования азота удобрений растениями яровой пшеницы, % (микрополевой опыт, 2023 г.)
Figure 6. Coefficients of nitrogen use of fertilizers by spring wheat plants, % (microfield experiment, 2023)

Выводы Conclusions

Таким образом, в двухлетнем мелкоделяночном опыте с мягкой яровой пшеницей сорта Любава на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях Полевой опытной станции на базе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева показана эффективность новых капсулированных удобрений, а также применения ингибитора нитрификации DMPP по сравнению с классическими минеральными. Наибольшее позитивное влияние на урожай и качество пшеницы оказало применение

аммофоски, капсулированной монокальцийфосфатом толщиной 100 мкм. В среднем за 2 года в данном варианте наблюдалось увеличение урожайности на 14%, сбора сырого протеина – на 13%, общего выноса азота – на 10%, а коэффициента использования азота – на 14%.

Список источников

1. Бородий С.А., Виноградова В.С., Макаров С.С. Имитационно-динамическая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы сорта Любава с корректировкой на эффективность гуминового комплекса «Экобиосфера Б» // *Аграрный вестник Нечерноземья*. 2024. № 2 (14). С. 6–20. https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
2. Виноградова В.С., Бородий С.А., Макаров С.С. Ростовая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы Любава на фоне предпосевной обработки семян препаратом «Экобиосфера Б» // *АгроЭкоИнфо*. 2024. № 2. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (дата обращения: 21.10.2024)
3. Завалин А.А., Соколов О.А. *Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней*: Монография. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2016. 591 с. EDN: WCWUAD
4. Кидин В.В., Торшин С.П. *Агрохимия*: Учебник. Москва: Проспект, 2024. 608 с. EDN: QHGHNC.
5. Макаров С.С., Виноградова В.С., Смирнова Ю.В. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения при выращивании голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // *Лесохозяйственная информация*. 2022. № 3. С. 105–111. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09>
6. Макаров С.С., Виноградова В.С., Чудецкий А.И. Эффективность применения различных видов удобрений при выращивании княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) // *Вестник КрасГАУ*. 2024. № 6. С. 45–52. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-6-45-52>
7. 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
8. Макаров С.С., Чудецкий А.И., Кульчицкий А.Н. и др. Применение комплексных удобрений при адаптации растений голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.), полученных методом микроклонального размножения // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2024. № 5 (109). С. 97–103. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-109-5-97-103>
9. Мухина М.Т., Боровик Р.А. Краткий обзор основных этапов и направлений развития удобрений пролонгированного действия // *Научно-практическая онлайн-конференция «Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур»*. 10 ноября 2020 г. Москва: Плодородие, 2020. С. 101–106. <https://doi.org/10.25680/VNIIA.2019.18.99.120>
10. Новожилов И.С., Виноградова В.С., Макаров С.С. Биологическая активность почвы при использовании органоминеральных и водорастворимых удобрений в агрофитоценозе озимого тритикале // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 1 (55). URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (дата обращения: 21.10.2024). EDN: ENRFBP
11. Норов А.М., Рыбин Е.А., Медников Д.С. и др. «Зеленые» технологии, разрабатываемые в АО «НИУИФ» // *IV Всероссийская научно-практическая*

конференция «Инновации и «зеленые» технологии». 9 ноября 2023 г. Самара: Самарская областная универсальная научная библиотека, 2024. С. 125–133. <https://doi.org/10.34830/SOUNB-conf.2023.78.52.024>

12. Разгулин В.А., Онищенко Л.М. Экологический аспект применения азотных удобрений // *III Всероссийская научно-практическая конференция «Экология и природопользование: устойчивое развитие сельских территорий»*. 5-9 июня 2023 г. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. С. 181–184. EDN: RCUDYS

13. Российские аграрии увеличили объемы внесения удобрений до 65 килограммов на гектар – министр // *Поле.рф*. 31.01.2024. URL: <https://поле.рф/journal/publication/3698> (дата обращения: 21.10.2024)

14. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина

15. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора

16. ГОСТ 30504-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия

17. Патент № 2776275 С1 (Российская Федерация): C05G 3/40. Способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ / А.М. Норов, Д.А. Пагалешкин, П.С. Федотов и др., 2021.

18. Черятова Ю.С. Актуальные аспекты экологизации сельского хозяйства // *Биосферное хозяйство: теория и практика*. 2022. № 12 (53). С. 57–62. EDN: MBTTOG

19. Adymkhanov L., Makarov S., Belousov I. Adaptive Resource-saving Technologies in Agriculture: The Role of Biotechnologies and Their Impact on Environmental Safety. *BIO Web of Conferences*. 2024;140:04006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414004006>

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

References

1. Borodiy S.A., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Simulation-dynamic model forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava with adjustment for the efficiency of the humic complex “Ecobiosphere B”. *Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Zone*. 2024;2:6-20. (In Russ.) https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6

2. Vinogradova V.S., Borodiy S.A., Makarov S.S. Growth Model for forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava against the background of pre-sowing seed treatment with the preparation “Ecobiosphere B”. *AgroEcoInfo*. 2024;2:17. (In Russ.) https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (accessed: October 21, 2024)

3. Zavalin A.A., Sokolov O.A. *Nitrogen fluxes in the agroecosystem: from the ideas of D.N. Pryanishnikov to the present day: a monograph*. Moscow, Russia: All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, 2016:591. (In Russ.)

4. Kidin V.V., Torshin S.P. *Agrochemistry: a textbook*. Moscow, Russia: Prospekt, 2024:608. (In Russ.)

5. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Smirnova Yu.V. Evaluation of the Effectiveness of a new Organomineral Fertilizer in the Cultivation of Narrow-Leaved Blueberry

- (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Forestry Information*. 2022;3:105-111. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09>
6. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Chudetsky A.I. Efficiency of applying different types of fertilizers in Arctic brake (*Rubus arcticus* L.) cultivation. *Bulletin of KSAU*. 2024;6:45-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-6-45-52>
7. Makarov S.S., Upadyshev M.T., Khamitov R.S., Антонов А.М. et al. *Prospects for industrial cultivation and biotechnological methods of propagation of forest berry plants: a monograph*. Moscow, Russia: Kolos-s, 2023:152. (In Russ.)
8. Makarov S.S., Chudetsky A.I., Kulchitsky A.N., Musina M.K. et al. Application of complex fertilizers in the adaptation of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) Plants Obtained by Micropropagation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024;5:97-103. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-109-5-97-103>
9. Mukhina M.T., Borovik R.A. A Brief overview of the main stages and directions of the development of long-acting fertilizers. *Nauchno-prakticheskaya onlayn-konferentsiya 'Perspektivy ispolzovaniya innovatsionnykh form udobreniy, sredstv zashchity i regulyatorov rosta rasteniy v agrotekhnologiyakh selskokhozyaystvennykh kultur'*. November 10, 2020. Moscow, Russia: Plodorodie, 2020:101-106. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/VNIIA.2019.18.99.120>
10. Novozhilov I.S., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Biological activity of soil when using organomineral and water-soluble fertilizers in the agrophytocenosis of winter triticale. *AgroEcoInfo*. 2023;1:17. (In Russ.) URL http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (accessed: October 21, 2024).
11. Norov A.M., Rybin E.A., Mednikov D.S., Tsikin M.N. et al. "Green" technologies developed at SrIfi. *IV Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Innovatsii i "zelonye" tekhnologii'*. November 09, 2023. Samara, Russia: Samara Regional Universal Scientific Library, 2024:125-133. (In Russ.) <https://doi.org/10.34830/SOUNB-conf.2023.78.52.024>
12. Razgulin V.A., Onishchenko L.M. Ecological aspect of application of nitrogen fertilizers. *III Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Ekologiya i prirodopolzovanie: ustoychivoe razvitie selskikh territoriy'*. June 05-09, 2023. Krasnodar, Russia: Kuban State Agrarian University, 2023:181-184. (In Russ.)
13. *Russian farmers increased the volume of fertilizer application to 65 kilograms per hectare*. (In Russ.) URL: <https://поле.рф/journal/publication/3698> (accessed: October 21, 2024)
14. GOST 13496.4-93 (Russian Federation). *Fodder, mixed fodder and animal feed raw stuff. Methods of nitrogen and crude protein determination*. Moscow, Russia: Standartinform, 2011. (In Russ.)
15. GOST 26657-97. *Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content*. Minsk, Belarus: Mezghosudarstvenniy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 1999. (In Russ.)
16. GOST 30504-97. *Fodders, mixed fodders and mixed fodder raw materials. Flame photometric method for determination of potassium content*. Minsk, Belarus: Mezghosudarstvenniy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 1999. (In Russ.)
17. Patent 2776275 C1 (Russian Federation): C05G 3/40. Method of obtaining fertilizers with delayed and controlled release of nutrients. Norov A.M., Pagaleshkin D.A., Fedotov P.S., Sokolov V.V. et al., 2021. (In Russ.)
18. Cheryatova Yu.S. Current aspects of greening agriculture. *Biosfernoe khozyaystvo: teoriya i praktika*. 2022;12:57-62. (In Russ.)

19. Adymkhanov L., Makarov S., Belousov I. Adaptive resource-saving technologies in agriculture: the role of biotechnologies and their impact on environmental safety. *BIO Web of Conferences*. 2024;140:04006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414004006>

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

Сведения об авторах

Федор Гаптулаевич Игралиев, ассистент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: igralieff@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-3723-5629>

Сергей Порфирьевич Торшин, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: sptorshin@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6306-0252>

Information about the authors

Fedor G. Igraliyev, Assistant at the Department of Agronomy, Biological Chemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: igralieff@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-3723-5629>

Sergey P. Torshin, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Agronomy, Biological Chemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: sptorshin@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6306-0252>

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

**Ресурсная оценка ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* L.
на территории Сургутского района
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры**

**Сергей Сергеевич Макаров¹✉, Екатерина Алексеевна Бердышева²,
Татьяна Анатольевна Макарова², Петр Николаевич Макаров²,
Юлия Сергеевна Черятова¹, Антон Игоревич Чудецкий¹**

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

²Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** s.makarov@rgau-msha.ru

Аннотация

Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) – ценное лекарственное, медоносное и декоративное растение, природные популяции которого в некоторых регионах России являются достаточно редкими. В статье приведена оценка современного состояния ценопопуляций *S. officinalis* в пределах Ханты-Мансийского округа – Югры. В ходе исследований изучена возрастная структура ценопопуляций *S. officinalis*, определены биологические и эксплуатационные запасы растительного сырья *S. officinalis* в различных растительных сообществах Сургутского района Ханты-Мансийского АО – Югры. Ценопопуляции *S. officinalis* состоят преимущественно из молодых (39,8–95,8% пре-генеративных) особей, что объясняется приуроченностью данного вида к поймам со свойственным систематическим затоплением. Перспективными для сбора сырья являются злаково-кровохлебковая ивовая пойма и ивово-разнотравная заболоченная пойма, где *S. officinalis* занимает значительную часть в составе травяного яруса (общее проективное покрытие – около 30 и 20% соответственно), имеет плотность умеренно и слабо самоподдерживаемых популяций растений 6,5 и 10,4 шт/м², биологический запас сырья составляет в среднем 41,12 и 73,66 кг соответственно, эксплуатационный запас – 32,8 и 62,62 кг, возможный объем заготовки сырья – 2,98 и 5,69 кг, удельная сырьевая фитомасса подземной части растений – 205,6 и 368,3 г/м². Отмечено преобладание молодых нестабильных популяций *S. officinalis*, что ограничивает возможность заготовки лекарственного сырья на территории Сургутского района.

Ключевые слова

Кровохлебка лекарственная, лекарственные растения, ценопопуляция, биологический запас, продуктивность, онтогенетическая структура, лекарственное сырье

Для цитирования

Макаров С.С., Бердышева Е.А., Макарова Т.А., Макаров П.Н. и др. Ресурсная оценка ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* L. на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 57–71.

Resource assessment of the cenopopulations of *Sanguisorba officinalis* L. in the Surgut District of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra

**Sergey S. Makarov¹✉, Ekaterina A. Berdysheva², Tatiana A. Makarova²,
Petr N. Makarov², Yulia S. Cheryatova¹, Anton I. Chudetsky¹**

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

²Surgut State University, Surgut, Russia

✉Corresponding author: s.makarov@rgau-msha.ru

Abstract

Great burnet (*Sanguisorba officinalis* L.) is a valuable medicinal, melliferous and ornamental plant. Natural populations of this species are quite rare in some regions of Russia. The article presents an assessment of the current state of *S. officinalis* coenopopulations in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russia. The age structure of *S. officinalis* coenopopulations was studied, and the biological and exploitable reserves of *S. officinalis* plant material in various plant communities of the Surgut District of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra were determined. *S. officinalis* coenopopulations mainly consist of young (39.8–95.8% of pregenerative) individuals, which can be explained by the confinement of this species to floodplains with their characteristic systematic flooding. The cereal-burnet willow floodplain and the willow-forb swampy floodplain are promising locations for collecting raw materials, as *S. officinalis* occupies a significant part of the herbaceous layer in these areas (with total projective cover of about 30% and 20%, respectively). The density of moderately and weakly self-sustaining plant populations is 6.5 and 10.4 pcs/m², respectively. On average, the biological raw material reserve is 41.12 kg and 73.66 kg; the operational reserve is 32.8 and 62.62 kg; the possible volume of raw material procurement is 2.98 and 5.69 kg. The specific raw material phytomass of the underground part of plants is 205.6 and 368.3 g/m². The predominance of young unstable populations of *S. officinalis* is observed, which limits the possibility of harvesting medicinal raw materials in the Surgut District.

Keywords

Great burnet, medicinal plants, coenopopulation, biological reserve, productivity, ontogenetic structure, medicinal raw materials

For citation

Makarov S.S., Berdysheva E.A., Makarova T.A., Makarov P.N. et al. Resource assessment of the cenopopulations of *Sanguisorba officinalis* L. in the Surgut District of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 57–71.

**Введение
Introduction**

Ресурсы дикорастущих лекарственных растений, широко применяемых в медицинской практике, вследствие высокой практической значимости значительно истощены [1–3]. В связи с этим возникает необходимость в получении полной систематизированной объективной оценки

современного состояния существующих ценопопуляций (ЦП) лекарственных растений в перспективных, но слабо изученных регионах страны. Научный интерес для проведения популяционных исследований представляют районы Крайнего Севера и приравненные к ним, которые отличаются богатой растительностью и широким разнообразием пищевых и лекарственных растений. К слабо изученным территориям относится Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, где произрастает около 148 видов лекарственных растений, из них 66 видов находят применение в официальной медицине.

Особый интерес представляет кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) – многолетнее травянистое короткокорневищное лекарственное, медоносное и декоративное растение семейства Розовые (*Rosaceae*) [4–7]. Растение с 1952 г. включено в Фармакопею СССР, в настоящее время – в Государственный реестр лекарственных средств Российской Федерации [8], является краснокнижным видом в Вологодской, Ивановской и Костромской областях [9–11]. Сырье *S. officinalis* содержит ряд важных биологически активных соединений: фенолкарбоновые кислоты (галловая, эллаговая), дубильные вещества пирогалловой группы, танины, эфирное масло, сапонины, в небольшом количестве флавоноиды (рутин, кверцетин) [12–14]. Это находит широкое применение в официальной медицине для лечения амебной дизентерии, различных желудочно-кишечных заболеваний, геморроидальных и маточных кровотечений, тромбоза кровеносных сосудов конечностей, трофических язв, ожогов, некоторых гинекологических заболеваний [15, 16]. Более того, терапевтическая эффективность *S. officinalis* тесно связана с ее противораковой активностью [17, 18]. Отсутствие токсичности и мощная биологическая активность *S. officinalis* делают растение ценным ресурсом для разработки биологически активных добавок для лечения и профилактики различных заболеваний [5, 19].

Высокий спрос на сырье способствует увеличению объемов заготовок лекарственного растительного сырья, что приводит к интенсивной эксплуатации природных зарослей *S. officinalis*. С целью рационального использования дикорастущих лекарственных растений заготовка сырья должна осуществляться на территориях с высоким биологическим запасом и основываться на расчетах возможных объемов заготовки сырья с учетом сроков полного восстановления запасов [20]. В связи с этим популяционные исследования становятся незаменимыми при решении практических задач охраны редких и хозяйственно ценных видов растений, а также при рациональном использовании и восстановлении естественных сообществ [21–23]. Такие данные позволят оценить перспективы заготовки сырья в том или ином регионе.

Цель исследований: изучение онтогенетической структуры ценопопуляций кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.), определение биологических и эксплуатационных запасов растительного сырья в пределах территории Ханты-Мансийского АО – Югры.

Методика исследований

Research method

Исследования и сбор материала проводили в 2023–2024 гг. на территории Сургутского района (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра). Учетные площадки закладывали равномерно на определенном расстоянии друг от друга

независимо от отсутствия или наличия экземпляров кровохлебки лекарственной в данном месте. В каждом фитоценозе выделяли по 25 учетных площадок площадью 1 м². На каждой площадке подсчитывали число особей изучаемого вида и определяли их онтогенетическое состояние. Площадки размещали методом «челнока» и «конверта». Для определения плотности запаса сырья использовали метод модельных экземпляров. На каждой учетной площадке отдельные экземпляры в пределах заросли принимались за модель всех прочих. С них собирали сырье и взвешивали. Из каждой ценопопуляции брали по 25–50 экземпляров. Для определения массы использовали только хорошо развитые, здоровые растения (товарные экземпляры) – всходы, ювенильные (молодые) или поврежденные экземпляры не учитывали [24].

Геоботаническое описание растительных сообществ с участием *S. officinalis* осуществляли по общепринятым методикам [24, 25]. На территории Сургутского района выполнено 10 геоботанических описаний. Ресурсную оценку ценопопуляций проводили по методике Л.А. Жуковой (1995) [26]. Рассчитывали биологический запас сырья: БЗС = ПЗС × площадь заросли = $(Y \pm m_{1,2}) \times \text{площадь заросли} = (Y \times \text{площадь заросли}) \pm (m_{1,2} \times \text{площадь заросли}) = E \pm e$; эксплуатационный запас сырья: ЭЗС = БЗС – 2 × «ошибка» среднего арифметического = $E - 2e$; возможный ежегодный объем заготовки сырья: ВЕОЗ = ЭЗС/оборот заготовки.

Онтогенетическую структуру ценопопуляций изучали по методикам Л.А. Жуковой [26, 27], Л.А. Животовского (2001) [28], А.А. Уранова (1975) [29]. Рассчи-

тывали коэффициент возрастности: $\Delta I_{\text{воз.}} = \frac{\sum k_i \cdot m_i}{M}$, где M – численность всей по-

пуляции, m_i – численность конкретной возрастной группы, k_i – коэффициент возрастности конкретной возрастной группы: $k_{p1} = 0.0067$, $k_j = 0.018$, $k_{im} = 0.0474$, $k_v = 0.1192$, $k_{g1} = 0.27$, $k_{g1-2} = 0.38$, $k_{g2} = 0.5$, $k_{g2-3} = 0.62$, $k_{g3} = 0.731$, $k_{ss} = 0.8808$, $k_s = 0.9819$. Показатель индекса возрастности изменяется от 0 до 1, чем выше его значение, тем старше ценопопуляция. Индекс восстановления определялся по формуле: $I = j \rightarrow v / g1 \rightarrow g3$, где $\Sigma j \rightarrow v$ – сумма растений всех возрастных состояний прегенеративного периода, $\Sigma g1 \rightarrow g3$ – сумма растений всех возрастных состояний генеративного периода. Условные границы значений индекса восстановления: если $I_v > 2$, то ценопопуляция самоподдерживается эффективно; $1 < I_v < 2$ – ценопопуляция самоподдерживается умеренно; $I_v < 1$ – ценопопуляция самоподдерживается слабо.

Для статистической обработки данных использовали программы Palaeontological Statistics v4.04 и Microsoft Office Excel 2016.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В ходе работы выявлены места обитания кровохлебки лекарственной на территории Сургутского района и выполнено 10 описаний растительных сообществ с участием вида (табл. 1).

Установлено, что на территории Сургутского района кровохлебка лекарственная произрастает преимущественно в поймах рек и на открытых луговых пространствах. Наибольшая плотность вида отмечена в злаково-кровохлебковой ивовой пойме (рис. 1) и в ивово-разнотравной заболоченной пойме (рис. 2).

**Характеристика ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* на территории
Сургутского района Ханты-Мансийского АО – Югры**

Table 1

**Characteristics of *Sanguisorba officinalis* coenopopulations in the Surgut Bistrict
of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra**

№ ЦП	Местонахождение, географические координаты	Фитоценоз	Площадь исследуемой площадки, м ²	Общее проективное покрытие растений (ОПП), %	Плотность ЦП, экз/м ²
1	окрестности ЗСК, 1 (в прирусловой пойме р. Обь) 61.275662° с.ш. 72.979862° в.д.	Ивняк кровохлебковый	200	60	4,4
2	окрестности горнолыжной базы «Каменный мыс» 61.154530° с.ш. 73.502011° в.д.	Кровохлебково- хвощево-земляничный луг	100	30	3,6
3	окрестности ЖД 61.28154° с.ш. 73.32882° в.д.	Злаково-клеверо- кровохлебковый луг	100	45	3,7
4	пойма, озеро Карьерное 61.23508° с.ш. 73.42692° в.д.	Злаково- кровохлебковая ивовая пойма	200	60	6,5
5	окрестности озера Карьерное 61.234663° с.ш. 73.418028° в.д.	Березово- осиновый ивово- травяной лес	200	20	1,5
6	Заячий остров 61.240807° с.ш. 73.321843° в.д.	Осотово-разнотравный луг	100	25	2,8
7	Заячий остров, пойма, протока Кривуля 61.239939° с.ш. 73.321534° в.д.	Злаково-ивовая кровохлебковая пойма	200	70	7,9
8	Заячий остров, пойма, протока Кривуля 61.237547° с.ш. 73.313441° в.д.	Ивово-разнотравная заболоченная пойма	200	75	10,4
9	окрестности ЗСК, 1 (в прирусловой пойме р. Обь) 61.271914° с.ш. 72.983816° в.д.	Ивовая кровохлебково- сабельниковая разнотравная пойма	200	60	7,2
10	окрестности ЗСК, 1 61.271914° с.ш. 72.983816° в.д.	Злаково- кровохлебковый ивняк	200	65	6,1



Рис. 1. Злаково-кровохлебковая ивовая пойма
(Сургутский район, Ханты-Мансийский АО – Югра)

Figure 1. Cereal-burnet willow floodplain
(Surgut Bistrict, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russia)



Рис. 2. Ивово-разнотравная заболоченная пойма
(Сургутский район, Ханты-Мансийский АО – Югра)

Figure 2. Willow-forb swampy floodplain
(Surgut Bistrict, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russia)

Исследуемые растительные сообщества являются характерным местом произрастания *S. officinalis*. В злаково-ивовой кровохлебковой пойме древесный ярус отсутствует. Кустарниковый ярус представлен ивой прутовидной (*Salix viminalis* L.) – 20%. Травяной ярус характеризуется высоким проективным покрытием (80%), в котором доминирует *S. officinalis* – около 30%. Кроме того, в составе травяного яруса отмечается значительное разнообразие представителей семейства Злаковые (*Poaceae*) включая вейник тростниковидный (*Calamagrostis phragmitoides* Hartm.), вейник пурпурный (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski), ожиху волосистую (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), овсяницу высокую (*Festuca altissima* All.), полевицу тонкую (*Agrostis capillaris* L., полевицу булавовидную (*Agrostis clavata* (R. Br.) Trin.), мятлик болотный (*Poa palustris* L.), поручейницу водяную (*Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv.). Также в составе травяного яруса встречались представители семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*) включая ветреницу вильчатую (*Anemonidium dichotomum* L.). В ивово-разнотравной заболоченной пойме присутствует подрост (ОПП – 5%), который представлен такими видами, как береза повислая (*Betula pendula* Roth) и ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst). Кустарниковый ярус представлен семейством Ивовые (*Salicaceae*): ивой прутовидной (*S. viminalis* L.) – 8%, ивой пятичичиной (*S. pentandra* L.) – 2%. Общее проективное покрытие травяного яруса составляет 90%. Преобладают следующие виды: скерда болотная (*Crepis paludosa* Moench) – 30%, кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) – 20%, щавель воробьиный (*Rumex acetosella* L.) – 10%; встречаются линнея северная (*Linnaea borealis* L.), вейник пурпурный (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), лопух большой (*Arctium lappa* L.), клевер гибридный (*Trifolium hybridum* L.), чина болотная (*Lathyrus palustris* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), полевица тонкая (*Agrostis capillaris* L.), полевица булавовидная (*Agrostis clavata* (R. Br.) Trin.), мятлик болотный (*Poa palustris* L.), поручейница водяная (*Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv.), осока высокая (*Carex elata* All.), кострец безостый (*Bromus inermis* Leyss.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H. Wigg) и др.

Нами установлена удельная сырьевая фитомасса надземной и подземной частей растения (табл. 2) и дана ресурсоведческая характеристика ценопопуляций кровохлебки лекарственной (табл. 3).

Исходя из полученных нами данных, изученные ценопопуляции можно условно подразделить на высоко-, средне- и низкопродуктивные. Высокопродуктивными можно считать ЦП № 4 и № 8, биологический запас сырья (подземной части, так как лекарственное сырье изготавливается из корня кровохлебки лекарственной) составляет $41,12 \pm 4,16$ и $73,66 \pm 5,52$ кг соответственно, эксплуатационный запас – 32,8 и 62,62 кг, возможный объем заготовки сырья – 2,98 и 5,69 кг (табл. 1, 3). Наиболее низкопродуктивными можно считать ЦП № 3, № 5, № 6, где биологический запас составляет $11,07 \pm 1,59$; $12,1 \pm 1,7$; $4,92 \pm 0,62$ кг; эксплуатационный запас сырья – 7,89, 8,7 и 3,68 кг; возможный ежегодный объем заготовки сырья – 0,72, 0,79 и 0,33 кг соответственно. В ЦП № 5 и № 6 наблюдается низкая плотность распределения растения: 1,5 и 2,8 экземпляра на 1 м^2 (табл. 1). Возможно, по этой причине рассчитанные показатели являются низкими, поэтому можно предположить, что данные популяции будут непригодными для использования в крупномасштабной заготовке сырья. Остальные ЦП (№ 1, № 2, № 7, № 9, № 10) являются среднепродуктивными и имеют средние значения рассчитанных показателей.

Удельная сырьевая фитомасса *Sanguisorba officinalis*

Table 2

Specific raw phytomass of *Sanguisorba officinalis*

№ ЦП	Надземная часть		Подземная часть	
	Фитомасса 1 экземпляра, г	Удельная фитомасса, г/м ²	Фитомасса 1 экземпляра, г	Удельная фитомасса, г/м ²
1	9,1±2,2	39,8±4,4	20,2±4,6	89,2±16,7
2	19,6±4,5	70,1±12,8	37,1±4,1	132,8±17,2
3	16,3±4,1	60,3±8,9	30,2±4,7	110,7±15,9
4	16,8±4,3	107,2±19,2	32,1±4,3	205,6±20,8
5	17,2±4,4	26,3±5,1	40,2±4,0	60,5±8,5
6	15,2±3,1	43,7±12,3	17,4±3,7	49,2±6,2
7	11,9±2,1	95,3±18,4	15,3±3,9	120,9±14,7
8	18,5±3,9	193,4±24,3	35,3±4,9	368,3±27,6
9	8,1±1,7	59,2±8,1	15,2±2,8	110,1±13,2
10	7,3±1,9	45,0±5,5	10,8±1,8	66,4±8,4

В исследуемых растительных сообществах (ЦП №№ 1–10) описали онтогенетическую структуру кровохлебки лекарственной (табл. 4).

Большую часть изученных ценопопуляций *S. officinalis* составляют молодые (ЦП № 1, № 6, № 7, № 9, № 10). Кровохлебка лекарственная растет преимущественно в поймах, которые на изученных участках систематически затопливаются. Они характеризуются наличием большой доли прегенеративных растений – от 39,8 до 95,8% (табл. 4), а также разной удельной сырьевой фитомассой: надземной части – от 39,8 до 95,3 г/м², подземной части – от 49,2 до 110,1 г/м² (табл. 2). Индекс возрастности (Δ) молодых ценопопуляций составляет от 0,10 до 0,25; индекс восстановления (I_v) ЦП № 9, № 10–10,49–22,81 (самоподдерживаются эффективно), ЦП № 1, № 6–1,24–1,61 (самоподдерживаются умеренно), ЦП № 7–0,66 (самоподдерживается слабо).

Зреющие ценопопуляции (ЦП №№ 2–4, № 8) характеризуются большой долей генеративных растений (от 42,1 до 70,2%), удельной фитомассой надземной части (от 60,3 до 193,4 г/м²), подземной части (от 110,7 до 368,3 г/м²). Индекс возрастности составляет от 0,23 до 0,29; индекс восстановления ЦП № 8–1,35 (самоподдерживается умеренно), ЦП №№ 2–4 – 0,41–0,55 (самоподдерживаются слабо).

Таблица 3

**Ресурсоведческая характеристика ценопопуляций *Sanguisorba officinalis*
(расчет на 100 м² площади исследуемого участка)**

Table 3

**Resource characteristics of *Sanguisorba officinalis* coenopopulations
(calculation per 100 m² of surveyed site area)**

Номер ЦП	Биологический запас сырья, кг		Эксплуатационный запас сырья, кг		Возможный ежегодный объем заготовки сырья, кг*	
	Надземная часть	Подземная часть	Надземная часть	Подземная часть	Надземная часть	Подземная часть
1	7,96±0,88	17,84±3,34	6,2	11,16	0,56	1,01
2	7,01±1,28	13,28±1,72	4,45	9,84	0,40	0,89
3	6,03±0,89	11,07±1,59	4,25	7,89	0,39	0,72
4	21,44±3,84	41,12±4,16	13,76	32,8	1,25	2,98
5	5,26±1,02	12,1±1,7	3,22	8,7	0,29	0,79
6	4,37±1,23	4,92±0,62	1,91	3,68	0,17	0,33
7	19,06±3,68	24,18±2,94	11,7	18,3	1,06	1,66
8	38,68±4,86	73,66±5,52	28,96	62,62	2,63	5,69
9	11,84±1,62	22,02±2,64	8,6	16,74	0,78	1,52
10	9,0±1,10	13,28±1,68	6,8	9,92	0,62	0,90

*Оборот заготовки кровохлебки – 1 год заготовки + 10 лет отдыха [27].

Также была учтена одна переходная ценопопуляция, в которой практически отсутствуют растения прегенеративного состояния и 26,3% составляют растения субсенильного и сенильного возрастного состояния. Удельная фитомасса надземной части составляет 26,3 г/м², подземной – 60,5 г/м². Индекс возрастности составляет 0,62; индекс восстановления – 0,04.

Молодые популяции *S. officinalis* в изучаемых условиях демонстрируют высокую долю прегенеративных растений, и в некоторых случаях – эффективное самоподдержание, что указывает на их потенциал для дальнейшего развития. Зрелые популяции, напротив, характеризуются высокой долей генеративных растений и преимущественно слабым самовосстановлением, что может свидетельствовать о снижении их устойчивости и необходимости мониторинга. Переходная популяция находится в состоянии упадка и является практически неспособной к самовосстановлению.

Таблица 4

Онтогенетическая структура ценопопуляций *Sanguisorba officinalis*

Table 4

Ontogenetic structure of *Sanguisorba officinalis* coenopopulations

Номер ЦП	Онтогенетическое состояние особей, % от общего числа							Индекс	
	p, j	im	v	g ₁	g ₂	g ₃	ss, s	Δ	lv
Молодые ценопопуляции									
1	16,2	17,8	21,3	28,6	16,1	0	0	0,20	1,24
6	5,9	15,5	40,3	33,1	5,2	0	0	0,17	1,61
7	7,4	12,1	20,3	39,6	18,7	1,9	0	0,25	0,66
9	20,8	15,4	55,1	8,7	0	0	0	0,11	10,49
10	5,5	26,5	63,8	4,2	0	0	0	0,10	22,81
Зреющие ценопопуляции									
2	0,9	5,2	22,5	46,7	21,2	2,3	1,2	0,29	0,41
3	0	0	34,9	44,2	15,3	4,1	1,5	0,28	0,55
4	1,3	11,6	20,8	59,2	6,1	1,0	0	0,23	0,51
8	9,1	20,3	27,3	28,7	10,8	2,6	1,2	0,23	1,35
Переходные ценопопуляции									
5	0	0	3,0	14,6	34,8	21,3	26,3	0,62	0,04

Выводы

Conclusions

Расчет биологических и эксплуатационных запасов сырья, а также оценка возможного ежегодного объема заготовок показали, что большинство изученных ценопопуляций кровохлебки лекарственной характеризуется средней продуктивностью. Это в свою очередь ограничивает их потенциальное использование в крупномасштабном производстве лекарственного сырья, что обуславливает необходимость либо создания искусственных плантаций для гарантированного обеспечения сырьем, либо разработки и внедрения стратегий повышения продуктивности существующих естественных популяций [4, 6]. Анализ онтогенетической структуры ценопопуляций *S. officinalis* показал преобладание молодых и (в силу экологической приуроченности к поймам) нестабильных популяций. Данный факт подчеркивает особый статус

кровохлебки лекарственной в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, указывая на необходимость бережного подхода к ее использованию.

Полученные сведения могут быть использованы для оценки ресурсного потенциала региона и правильной организации мероприятий по сохранению и рациональной эксплуатации их сырьевой базы лекарственных растений.

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. Черятова Ю.С. Биоразнообразие лекарственных растений как центральный компонент здоровья планеты // *Биосферное хозяйство: теория и практика*. 2023. № 9 (62). С. 58–62. EDN: UEWMFS
3. Черятова Ю.С. К проблеме охраны и воспроизводства ресурсов редких лекарственных растений // *Биосферное хозяйство: теория и практика*. 2024. № 3 (68). С. 46–50. EDN: SCXTNR
4. Бердышева Е.А., Макарова Т.А. Выращивание кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) в условиях светокультуры // *V Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Безопасный Север – чистая Арктика»*. Сургут: Сургутский государственный университет, 2023. Вып. V. С. 55–61. EDN: QPHGSY
5. Казеева А.Р., Петрова П.В., Пупыкина К.А. и др. Сравнительная оценка антиоксидантной активности корневищ с корнями травы кровохлебки лекарственной // *Медицинский вестник Башкортостана*. 2015. Т. 10, № 4. С. 75–78. EDN: UZCEEJ
6. Макаров С.С., Макарова Т.А., Бердышева Е.А. *Способы получения растительного сырья кровохлебки лекарственной (Sanguisorba officinalis L.) в условиях таежной зоны Западной Сибири*: Монография. Москва: Колос-с, 2023. 60 с. EDN: BYXSCF
7. Черятова Ю.С. *Анатомия лекарственных и эфиромасличных растений*: Учебное пособие. Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 133 с. EDN: CZUWJA
8. Кровохлебки лекарственной корневища и корни (ФС.2.5.0078.18): утв. приказом Минздрава России от 31 октября 2018 г. № 749 // *Государственная фармакопея Российской Федерации*. Изд. XIV, Т. IV. Москва, 2018
9. *Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы* / Отв. ред. Г.Ю. Конечная, Т.А. Сулова. Вологда: ВГПУ, Русь, 2004. 360 с.
10. *Красная книга Ивановской области. Т. 2. Растения и грибы* / Под ред. В.А. Исаева. Иваново: ПресСто, 2010. 192 с.
11. *Красная книга Костромской области* / Под науч. ред. М.В. Сиротиной, А.Л. Анциферова, А.А. Ефимовой. Изд. 2-е, перераб. и доп. Кострома: Костромской государственный университет, 2019. 432 с.
12. Акулов А.Н. Фенольные соединения культуры клеток кровохлебки лекарственной *Sanguisorba officinalis* (L.) // *Химия растительного сырья*. 2019. № 1. С. 241–250. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2019014119>
13. Буданцев А.Л., Беленовская Л.М., Битюкова Н.В. Успехи в изучении компонентного состава и биологической активности *Sanguisorba officinalis* (Rosaceae) // *Растительные ресурсы*. 2019. Т. 55, № 3. С. 293–316. <https://doi.org/10.1134/S0033994619030051>

14. Tocai A.-C., Ranga F., Teodorescu A.G. et al. Evaluation of Polyphenolic Composition and Antimicrobial Properties of *Sanguisorba officinalis* L. and *Sanguisorba minor* Scop. *Plants*. 2022;11:3561. <https://doi.org/10.3390/plants11243561>
15. Валиева Н.Г. Лекарственные растения – источники биологически активных веществ // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана*. 2010. С. 44-48
16. Сапарклычева С.Е., Чапалда Т.Л. Антимикробная активность кровохлебки лекарственной // *Аграрное образование и наука*. 2020. № 2. URL: <https://elar.urgau.ru/ru/2-2020/10-2-2020> (дата обращения: 24.10.2024). EDN: RKFGIC
17. Jang E., Inn K.S., Jang Y.P. et al. Phytotherapeutic Activities of *Sanguisorba officinalis* and its Chemical Constituents: A Review. *Am J Chin Med*. 2018;46(2):299-318. <https://doi.org/10.1142/S0192415X18500155>
18. Wang R., Sun J., Ye C. et al. Chemical Constituents Isolated from the Roots of *Sanguisorba officinalis* L. and Their Chemotaxonomic Significance. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2019;89:103999. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2019.103999>
19. Heidari B., Saeedi M., Khanavi M. Phytochemistry and Biological Properties of *Sanguisorba* spp., an Updated Review. *Res J Pharmacogn*. 2024;11(3):87-105. <https://doi.org/10.22127/RJP.2024.441696.2351>
20. Маханова Г.С. Рекомендации по рациональному использованию и сохранению растительных ресурсов // *Евразийский Союз Ученых*. 2016. № 4 (25). С. 120-121
21. Работнов Т.А. Изучение ценологических популяций в целях выяснения «стратегии жизни» видов растений // *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 1975. Т. 80, № 2. С. 5-7
22. Смирнова О.В., Торопова Н.А. Общие представления популяционной биологии и экологии растений // *Восточноевропейские леса. История в голоцене и современность. Ч. 1* / Отв. ред. О.В. Смирнова. Москва: Наука, 2004. С. 154-164
23. Silvertown J.W. Introduction to Plant Population Ecology. *Longman*. 1982;4:18-24
24. Саньков А.Н., Шмыгарева А.А. *Ресурсоведение, экология и охрана дикорастущих лекарственных растений*: Учебное пособие. Оренбург, 2013. 91 с.
25. Неронов В.В. *Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России*: Методическое пособие. Москва: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. 138 с.
26. Жукова Л.А. *Популяционная жизнь луговых растений*. Йошкар-Ола: Ланар, 1995. 224 с.
27. *Онтогенетический атлас лекарственных растений*: Учебное пособие / Под ред. Л.А. Жуковой. Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. 240 с.
28. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // *Экология*. 2001. № 21. С. 3-7
29. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // *Биологические науки*. 1975. № 2. С. 7-34

References

1. Makarov S.S., Bagaev E.S., Tsaregradskaya S.Yu., Kuznetsova I.B. Problems of use and reproduction of phytogenic food and medicinal forest resources on the forest fund lands of the Kostroma Region. *Russian Forestry Journal*. 2019;6:118-131 (In Russ.) <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2019-6-118>

2. Cheryatova Yu.S. Biodiversity of medicinal plants as a central component of the health of the planet. *Biosfernoe khozyaystvo: teoriya i praktika*. 2023;9:58-62. (In Russ.)
3. Cheryatova Yu.S. On the problem of protection and reproduction of rare medicinal plant resources. *Biosfernoe khozyaystvo: teoriya i praktika*. 2024;3:46-50. (In Russ.)
4. Berdysheva E.A., Makarova T.A. Growing great burnet (*Sanguisorba officinalis* L.) under photoculture conditions. *V Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem 'Bezopasniy Sever – chistaya Arktika'*. April 13-14, 2023. Surgut, Russia: Surgut State University, 2023; V:55-61. (In Russ.)
5. Kazeeva A.R., Petrova P.V., Pupykina K.A., Farkhutdinov R.R. Comparative estimation of antioxidant activity of great burnet rhizomes and herb. *Meditinskiy vestnik Bashkortostana*. 2015;10(4):75-78. (In Russ.)
6. Makarov S.S., Makarova T.A., Berdysheva E.A. *Methods for obtaining plant materials of medicinal burnet (Sanguisorba officinalis L.) in the conditions of the Taiga zone of Western Siberia: a monograph*. Moscow, Russia: Kolos-s, 2023:72. (In Russ.)
7. Cheryatova Yu.S. *Anatomy of medicinal and essential oil plants*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2015:133. (In Russ.)
8. Great Burnet Rhizomes and Roots (FS.2.5.0078.18). Approved by Order of the Ministry of Health of Russia dated 31 October 2018 No. 749. In: *State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Ed.XIV, Vol. IV*. Moscow, Russia: 2018. (In Russ.)
9. Konechnaya G.Yu., Suslova T.A. (Eds.) *Red Data Book of the Vologda Region. Vol. 2: Plants and fungi*. Vologda, Russia: Vologda State Pedagogical University, Rus, 2004:360. (In Russ.)
10. Isaev V.A. (Ed.) *Red Data Book of the Ivanovo Region. Vol. 2: Plants and fungi*. Ivanovo, Russia: PresSto. 2010:192. (In Russ.)
11. Sirotina M.V., Antsiferov A.L., Efimova A.A. (Eds.) *Red Data Book of the Kostroma Region*. 2nd ed. Kostroma, Russia: Kostroma State University, 2019:432. (In Russ.)
12. Akulov A.N. Phenolic compounds of the cell culture of the medicinal burnet *Sanguisorba officinalis* (L). *Khimija rastitel'nogo syr'ya*. 2019;1:241-250. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.2019014119>
13. Budantsev A.L., Belenovskaya L.M., Bitukova N.V. Advances in the study of the component composition and biological activity of *Sanguisorba officinalis* (Rosaceae). *Rastitelnye resursy*. 2019;55(3):293-316. <https://doi.org/10.1134/S0033994619030051> (In Russ.)
14. Tocai A.-C., Ranga F., Teodorescu A.G., Pallag A. et al. Evaluation of Polyphenolic Composition and Antimicrobial Properties of *Sanguisorba officinalis* L. and *Sanguisorba minor* Scop. *Plants*. 2022;11:3561. <https://doi.org/10.3390/plants11243561>
15. Valieva N.G. Medicinal plants – sources biologically active materials. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny imeni N.E. Bauman*. 2010:44-48. (In Russ.)
16. Saparklycheva S.E., Chapalda T.L. Antimicrobial activity medicinal hemoptysis (*Sanguisorba officinalis* L.). *Agrarnoe obrazovanie i nauka*. 2020;2:10. (In Russ.)
17. Jang E., Inn K.-S., Jang Y.P., Lee K.-T. et al. Phytotherapeutic Activities of *Sanguisorba officinalis* and its Chemical Constituents: A Review. *Am J Chin Med*. 2018;46(2):299-318. <https://doi.org/10.1142/S0192415X18500155>
18. Wang R., Sun J., Ye C., Wang J. et al. Chemical constituents isolated from the roots of *Sanguisorba officinalis* L. and their chemotaxonomic significance. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2019;89:103999. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2019.103999>

19. Heidari B., Saeedi M., Khanavi M. Phytochemistry and Biological Properties of *Sanguisorba* spp., an Updated Review. *Res J Pharmacogn.* 2024;11(3):87-105. <https://doi.org/10.22127/RJP.2024.441696.2351>
20. Makhanova G.S. Recommendations for the rational use and conservation of plant resources. *Eurasian Union of Scientists.* 2016;4:120-121. (In Russ.)
21. Rabotnov T.A. Study of cenotic populations in order to clarify the “life strategy” of plant species. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series.* 1975;80(2):5-7. (In Russ.)
22. Smirnova O.V., Toropova N.A. General concepts of population biology and plant ecology. In: *Smirnova O.V. (Ed.). East European forests. History in the holocene and the present. Pt. 1.* Moscow, Russia: Nauka. 2004;154-164. (In Russ.)
23. Silvertown J.W. Introduction to plant population ecology. *Longman.* 1982;4:18-24.
24. Sankov A.N., Shmygareva A.A. *Resource science, ecology and protection of wild medicinal plants.* Orenburg, Russia, 2013:91. (In Russ.)
25. Neronov V.V. *Field practice in Geobotany in the Central Zone of European Russia.* Moscow, Russia: Biodiversity Conservation Center, 2002:138. (In Russ.)
26. Zhukova L.A. *Population life of meadow plants.* Yoshkar-Ola, Russia: Lanar, 1995:224. (In Russ.)
27. Zhukova L.A. (Ed.) *Ontogenetic atlas of medicinal plants.* Yoshkar-Ola, Russia: Mari State University, 1997:240. (In Russ.)
28. Zhivotovsky L.A. Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations. *Ekologia.* 2001;21:3-7. (In Russ.)
29. Uranov A.A. The age spectrum of cenopopulations as a function of time and energy wave processes. *Biologicheskie nauki.* 1975;2:7-34. (In Russ.)

Сведения об авторах

Сергей Сергеевич Макаров, д-р с.-х. наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0564-8888>

Екатерина Алексеевна Бердышева, магистр кафедры биологии и биотехнологии, Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет»; 628400, Российская Федерация, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, пр-кт Ленина, 1; e-mail: katty30@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-8168-9686>

Татьяна Анатольевна Макарова, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биологии и биотехнологии, Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет»; 628400, Российская Федерация, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, пр-кт Ленина, 1; e-mail: makarova_ta@surgu.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6341-2801>

Петр Николаевич Макаров, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биологии и биотехнологии, Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет»; 628400, Российская Федерация, Ханты-Мансийский

автономный округ – Югра, г. Сургут, пр-кт Ленина, 1; e-mail: makarov_pn@surgu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1002-9264>

Юлия Сергеевна Черятова, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5614-2225>

Антон Игоревич Чудецкий, канд. с.-х. наук, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: chudetski@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4804-7759>

Information about the authors

Sergey S. Makarov, DSc (Ag), Head of the Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0564-8888>

Ekaterina A. Berdysheva, Master of Science, Department of Biology and Biotechnology, Surgut State University; 1 Lenina Av., Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, 628400, Russian Federation; e-mail: katty30@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-8168-9686>

Tatiana A. Makarova, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Biology and Biotechnology, Surgut State University; 1 Lenina Av., Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, 628400, Russian Federation; e-mail: makarova_ta@surgu.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6341-2801>

Petr N. Makarov, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Biology and Biotechnology, Surgut State University; 1 Lenina Av., Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, 628400, Russian Federation; e-mail: makarov_pn@surgu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1002-9264>

Yulya S. Cheryatova, CSc (Biol), Associate Professor, Associate Professor at Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5614-2225>

Anton I. Chudetsky, CSc (Ag), Associate Professor at Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: chudetski@rgau-msha.ru. <https://orcid.org/0000-0003-4804-7759>

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

**Разработка элементов технологии размножения маслины (*Olea europaea* L.)
в условиях вегетационного модуля**

Агамагомед Курбанович Раджабов[✉], Станислав Эдуардович Ануфриев

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

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

Аннотация

Крым является одним из немногих регионов нашей страны с мягким субтропическим климатом, где имеются исторические традиции и наиболее благоприятные условия для выращивания маслины (*Olea europaea* L.). Для развития этой культуры необходим посадочный материал наиболее адаптированных сортов. Процесс укоренения черенков при вегетативном размножении маслины происходит медленно, так как она относится к трудноукореняемым культурам. Целью исследований явилась разработка способов повышения укореняемости черенков маслины европейской. В условиях вегетационного модуля изучались различные режимы влажности и температуры, применение индолмасляной кислоты (ИМК), а также различные составы субстратов. Испытывали 3 режима температуры: +15, +20 и +25 °С. В пределах каждого режима температуры испытывали 3 уровня влажности воздуха: 80, 85 и 90%. Каждый уровень температуры и влажности включал в себя варианты с обработкой ИМК и без обработки. Повторность – пятикратная, в повторности 20 черенков. Также изучали влияние различных составов субстратов на укореняемость черенков маслины в вегетационном модуле. Все исследуемые факторы: режим температуры, уровень влажности воздуха, состав субстратов и обработка растворами ИМК – существенно повлияли на сохранность черенков, количество черенков с распутившимися почками и укореняемость черенков. Влияние температурного режима на укореняемость черенков зависела от величины влажности воздуха. При относительно низкой температуре +15 °С с повышением влажности воздуха укореняемость несколько снижалась. В условиях температурного режима на уровне +20 °С оптимальный уровень влажности составлял 85%. При температуре +25 °С более высокая укореняемость отмечена при более высоких величинах влажности воздуха. Самый высокий процент укоренения установлен в варианте с применением ИМК при обеспечении режима температуры на уровне +25 °С и влажности 85%. Черенки, укорененные в вегетационном модуле в условиях оптимального состава субстрата (верховой торф + кокосовый субстрат 1:1), характеризовались при дорастивании в условиях защищенного грунта опережающим ростом, что позволило ускоренно получать саженцы, соответствующие стандарту.

Ключевые слова

Маслина, модуль, регулируемые условия, температура, влажность, субстрат, черенок, укоренение, дорастивание

Для цитирования

Раджабов А.К., Ануфриев С.Э. Разработка элементов технологии размножения маслины (*Olea europaea* L.) в условиях вегетационного модуля // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 72–83.

Development of elements of olive (*Olea europaea* L.) propagation technology in the conditions of the vegetation module

Agamagomed K. Radzhabov, Stanislav E. Anufriev

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

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

Abstract

Crimea is one of the few regions of our country, which has a mild subtropical climate and historical traditions, and the most favorable conditions for cultivation of olive (*Olea europaea* L.) To develop this crop, planting material must be produced from the most adapted varieties. Rooting cuttings during the vegetative propagation of olives is a slow process because olives are hard-to-root crops. The aim of the study was to develop methods to increase the rootability of European olive cuttings. Various humidity and temperature regimes, the use of indolyl butyric acid (IBA), and different substrate compositions were studied in the conditions of the vegetation module. Three temperature regimes were tested: +15°C, +20°C, and +25°C. Within each temperature regime, three humidity levels were tested: 80%, 85% and 90%. Each temperature and humidity level included options with and without IBA treatment. The repetition is fivefold, with 20 cuttings per repetition. The effect of various substrate compositions on the rootability of olive cuttings in the vegetation module was also studied. All the factors studied—temperature regime, humidity level, substrate composition and treatment with BMI solutions—had a significant effect on cutting safety, budding, and rooting. The effect of the temperature regime on the rootability of cuttings depended on the air humidity. At a relatively low temperature of +15°C, the rootability decreased slightly with increasing air humidity. At +20°C, the optimal humidity level was 85%. At +25°C, a higher rooting rate was observed at higher air humidity levels. The highest rooting percentage was found in the variant using BMI at a temperature of +25°C with 85% humidity. Cuttings that were rooted in a vegetation module with an optimal substrate composition (peat and coconut substrate at a ratio of 1:1) exhibited accelerated growth when grown in protected soil conditions. This made it possible to rapidly obtain seedlings that met the standard.

Key words

Olive, module, regulated conditions, temperature, humidity, substrate, stalk, rooting, completion of growing

For citation

Radzhabov A.K., Anufriev S.E. Development of elements of olive (*Olea europaea* L.) propagation technology in the conditions of the vegetation module. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 72–83.

Введение Introduction

Родина оливкового дерева (маслина, *Olea europaea* L.) – Средиземноморье, это характерное растение для ландшафтов данного региона. Крым исторически имел обширные связи со Средиземноморьем, да и природные условия характеризуются тем, что здесь типичные средиземноморские субтропические ландшафты постепенно трансформируются в ландшафты умеренного пояса, имеет место формирование

некоторого количества переходных субсредиземноморских ландшафтов, создающих значительное разнообразие природных условий на относительно небольшой территории. Экологические условия южной части Крымского полуострова, климат, почвенный покров, растительность, несмотря на известные различия, характеризуются определенной тождественностью со Средиземноморьем. Одним из важных показателей субтропического климата средиземноморского типа является возможность выращивания оливкового дерева. Идеальный для маслины климат – субтропики бассейна Средиземноморья: южные района Европы, север Африки и страны Ближнего Востока. Основные мировые площади под маслиной сосредоточены именно в этих регионах, где находится экологический оптимум для данной культуры. Производство свежих плодов в мире составляет 16,9 млн т. Производство оливкового масла утроилось за последние 60 лет и достигло 3,3 млн т. В нашей стране имеется немного регионов, где возможно выращивание маслины. Крым – наиболее важная территория в Российской Федерации, на которой возможны выращивание сортов и закладка садов оливкового дерева, а также сбор экономически обоснованного урожая. Поскольку данная культура не выдерживает понижения температуры ниже -17°C , для промышленного выращивания маслины в Крыму оптимально пригодна южная прибрежная зона от мыса Фиолент до мыса Меганом, характеризующаяся субсредиземноморским климатом. Исторически большая работа по интродукции маслины в регион, продолжающаяся и в настоящее время, проводилась Никитским ботаническим садом. Основатель и первый директор сада Х. Стевен настаивал на том, «... чтобы питомник крымских маслин был умножен, так как эта культура со временем в Крыму очень выгодную отрасль промышленности создаст» [1–5].

Для создания новых насаждений этой культуры необходимо производить качественный сортовой посадочный материал. Сорта маслины размножают черенками, нарезанными с побегов разного возраста, прививкой. В последнее время в производстве посадочного материала маслины широко используется метод укоренения зеленых и полуодревесневших черенков. Маслина относится к трудноукореняемым растениям, и процесс укоренения у ряда сортов и форм происходит очень медленно. В этой связи необходим поиск различных приемов (регуляторы роста, оптимальные условия воздушной и почвенной среды и др.), позволяющих повысить эффективность укоренения черенков маслины для получения однородного сортового посадочного материала [6–13]. Важное влияние на укореняемость и развитие корневой системы оказывает состав субстрата. В частности, добавление в субстрат вместо торфа измельченных растительных остатков после обрезки оливкового дерева стимулирует укореняемость черенков и развитость корневой системы [14].

Цель исследований: изучение влияния различных режимов температуры, влажности и различных составов субстрата на укоренение черенков и последующее развитие при доращивании саженцев маслины.

Методика исследований

Research method

Исследования проводили в 2020–2024 гг. Объектом исследований послужили одревесневшие черенки маслины сорта Никитская крупноплодная, который является результатом отечественной селекции в Никитском ботаническом саду. Сорт характеризуется высоким уровнем адаптации, выдерживает понижения температуры до -13°C . Плод – односемянная мясистая костянка длиной 2,7 см, диаметром 1,8 см. Мякоть имеет плотную и маслянистую структуру. Плоды используются для консервирования и производства масла. Сорт характеризуется средней урожайностью.

Использовали методику черенкования одревесневшими черенками [11]. Черенки нарезали с 3–4 междоузлиями длиной 1215 см, нижние листья удаляли, верхнюю пару оставляли (рис. 1). При заготовке черенков использовали хорошо развитые побеги диаметром не менее 5–6 мм. Заготовку побегов для черенкования осуществляли в начале мая. Укоренение черенков осуществляли в условиях вегетационного модуля, конструкция которого позволяет обеспечивать требуемые условия (рис. 2). Модуль представляет собой камеру размером 2,0×1,5 м и состоит из металлического каркаса. Конструкция приспособлена для монтажа в различных условиях.

В нижней части насыпан дренаж и субстрат, в котором укореняются черенки. Благодаря небольшим размерам модуль можно установить в различных помещениях, в том числе в подвальных, так как для него не нужен солнечный свет. Такая конструкция отлично подходит для отработки технологий или мелкого фермерства, поскольку в модуле можно укоренять самые разные культуры. Вегетационный модуль оснащен светодиодными светильниками, парогенератором для создания требуемой влажности, вентиляцией, возможностью для программирования необходимого температурного режима и системой полива, которая используется для подкормки растений или защиты от болезней.

В опыте № 1 в условиях вегетационного модуля изучали влияние различных режимов температуры, влажности воздуха и обработки ИМК при укоренении черенков маслины. Испытывали 3 режима температуры: +15, +20 и +25°C. В пределах каждого режима температуры испытывали 3 уровня влажности воздуха: 80%, 85% и 90%. Каждый уровень температуры и влажности включал в себя варианты с обработкой ИМК в концентрации 40 мг/л в течение 12 ч и без обработки (содержание на то же время нижних концов черенков воде). Повторность опыта – пятикратная, в повторности 20 черенков.



Рис. 1. Черенки маслины, подготовленные для укоренения

Figure 1. Olive cuttings prepared for rooting



Рис. 2. Вегетационный модуль

Figure 2. Vegetation module

В опыте № 2 в условиях вегетационного модуля изучали влияние различных составов субстратов на укореняемость черенков маслины. Варианты опыта:

- 1) верховой торф + кокосовый субстрат 1:1;
- 2) песок + глина + верховой торф в соотношении 1:1:1;
- 3) кокосовый субстрат + перлит + вермикулит + верховой торф в соотношении 1:1:1:1.

Во всех вариантах перед посадкой нижние концы черенков обрабатывали раствором ИМК в концентрации 40 мг/л в течение 12 ч. Затем черенки были высажены в вегетационный модуль (рис. 3).

В динамике фиксировали процесс образования каллуса и закладку придаточных корней. Итоговую укореняемость черенков фиксировали по окончании опыта, через 45 дней. Затем укорененные черенки высаживали в полиэтиленовые контейнеры с субстратом и доращивали до стандарта в пленочных теплицах.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В результате наблюдения за динамикой образования каллуса и зачатков корней на базальном конце черенка установлено, что в оптимальных вариантах начало этого процесса приходится на 13–15-е сутки (рис. 4).

Все три исследуемых фактора (режим температуры, уровень влажности воздуха и обработка растворами ИМК) существенно повлияли на сохранность черенков, количество черенков с распутившимися почками и укореняемость черенков (табл. 1). В целом повышение уровня температурного режима в камере стимулировало процесс ризогенеза, снижалось количество погибших черенков и увеличивалась доля укоренившихся черенков. В среднем процент укоренившихся черенков в условиях поддержания температуры на уровне $+15^{\circ}\text{C}$ составил 12,7%, на уровне $+20^{\circ}\text{C}$ – 36%, а на уровне $+25^{\circ}\text{C}$ – 74%.



Рис. 3. Черенки маслины, высаженные в грунт вегетационного модуля

Figure 3. Olive cuttings planted in the soil of the vegetation module



Рис. 4. Укоренение черенков маслины

Figure 4. Rooting of olive cuttings

Таблица 1

**Влияние режимов температуры, влажности и обработки ИМК
на укоренение черенков маслины в условиях вегетационного модуля
(сорт Никитская крупноплодная, 2020–2021 гг.)**

Table 1

**Effect of temperature, humidity and IBA treatment modes
on the rooting of olive cuttings in the conditions of the vegetation module
(Nikitskaya krunoplodnaya variety, 2020–2021)**

Вариант	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Обработка ИМК	Показатели, %		
				погибших черенков	развитых почек	укореняемость
1	+15	80	+	32	12	28
2			–	48	0	12
3		85	+	24	0	16
4			–	24	0	6
5		90	+	40	0	11
6			–	60	0	3
7	+20	80	+	20	32	44
8			–	28	20	36
9		85	+	20	48	64
10			–	36	36	36
11		90	+	20	48	24
12			–	52	24	12
13	+25	80	+	12	76	76
14			–	20	48	60
15		85	+	8	88	88
16			–	20	64	72
17		90	+	16	72	84
18			–	12	40	64
НСП ₀₅				3,7	3,3	5,6

Таким образом, установлено, что с повышением уровня температурного режима в условиях вегетационного модуля с +15 до +25°C существенно снижается количество погибших черенков и увеличивается количество черенков, сформировавших корневую систему. Режим температуры существенно повлиял на такой показатель, как доля черенков, у которых распустились почки и началось развитие надземной части. Установлено, что этот показатель наиболее благоприятно проявляется в условиях вегетационного модуля при поддержании температуры выше +20°C, а при уровне влажности воздуха на уровне +15°C пробуждение почек черенков маслины практически не наблюдалось.

Влияние температурного режима на укореняемость черенков зависело от величины влажности воздуха. При относительно низкой температуре +15°C с повышением влажности воздуха укореняемость несколько снижалась, самый высокий процент укорененных черенков установлен в варианте с влажностью 80%. В условиях температурного режима на уровне +20°C оптимальный уровень влажности составляет 85%. При температуре +25°C более высокая укореняемость отмечена при более высоких величинах влажности воздуха.

Обработка ИМК нижних концов черенков перед началом укоренения привела к существенному повышению укореняемости черенков при всех режимах влажности и температуры. Положительный эффект составлял от 22 до 266%, причем эффективность препарата была выше в тех вариантах режима влажности и температуры, где укореняемость была ниже. На фоне применения препарата самая высокая укореняемость черенков при температуре +15°C установлена на уровне влажности 80%, при температуре +20 и +25°C – на уровне влажности 85%. Самый высокий процент укоренения установлен в варианте с применением ИМК при обеспечении режима температуры на уровне +25°C и влажности 85%.

В опыте № 2 изучались различные составы субстратов и их влияние на укореняемость черенков. Опыт также проводился в вегетационном модуле. Для опыта были выбраны оптимальные режимы температуры и влажности воздуха, установленные в предыдущем опыте: температура составляла +25°C, уровень влажности – 85%.

Согласно результатам статистической обработки, полученным в опыте и представленным в таблице 2, минимальные потери черенков установлены в варианте с субстратом, сформированным из одинаковых частей верхового торфа и кокосового субстрата. По остальным двум составам субстрата существенные по этому показателю не установлены. Самое раннее начало развития почек показал состав субстрата верховой торф + кокосовый субстрат в соотношении 1:1. В этом же варианте наблюдались самый высокий процент распускания почек укореняемых черенков и начало развития побегов в пределах 45 дней пребывания черенков в вегетационном модуле. Положительное влияние этого состава субстрата обусловлено тем, что в данном варианте укореняемой среды имеют место хорошая аэрация, циркуляция воздуха, дренаж, отсутствие застоя влаги при постоянном умеренном увлажнении подземной части черенков.

Продолжительность укоренения черенков в вегетационном модуле составляла 1,5 месяца. В последующем они были высажены для доращивания в защищенный грунт в неотапливаемые теплицы, где были проведены основные мероприятия по выгонке стандартного саженца (рис. 5). Уход заключался в проведении подкормок, поливов, проведении пинцировки и формировании саженцев. Наши наблюдения показали, что условия, при которых осуществлялось укоренение черенков, оказали существенное последствие на рост и развитие саженцев в условиях доращивания (рис. 6). Были установлены различия в росте и развитии саженцев в зависимости от того, в каком субстрате были укоренены саженцы в условиях вегетационного модуля (табл. 3).

Таблица 2

**Влияние различных составов субстратов на укореняемость
и распускание почек черенков маслины
(сорт Никитская крупноплодная, 2021–2022 гг.)**

Table 2

**Effect of various substrate compositions on the rooting and budding
of olive cuttings (Nikitskaya krunoplodnaya variety, 2021–2022)**

Вариант	Показатели, %		
	погибших черенков	развитых почек	укореняемость
Верховой торф + кокосовый субстрат 1:1	6	45	85
Песок + глина + верховой торф в соотношении 1:1:1	19	12	53
Кокосовый субстрат + перлит + вермикулит + + верховой торф в соотношении 1:1:1:1	21	38	68
НСР ₀₅	2,2	5,3	6,4

Таблица 3

**Последействие укоренения черенков маслины в различных составах субстратов
на рост побегов саженцев при последующем выращивании
в защищенном грунте (сорт Никитская крупноплодная, 2022–2023 гг.)**

Table 3

**Aftereffect of the rooting of olive cuttings in various substrate compositions
on the growth of seedlings during subsequent cultivation in protected soil
(Nikitskaya krunoplodnaya, 2022–2023)**

Вариант	Прирост, см		
	за 10 дней	за 1 месяц	за 3 месяца
Верховой торф + кокосовый субстрат 1:1	4	23	45
Песок + глина + верховой торф в соотношении 1:1:1	2	16	34
Кокосовый субстрат + перлит + вермикулит + + верховой торф в соотношении 1:1:1:1	1	10	28
НСР ₀₅	0,7	3,5	6,3

Черенки, укорененные в вегетационном модуле в условиях оптимального состава субстрата (верховой торф + кокосовый субстрат 1:1), характеризовались при доращивании в условиях защищенного грунта опережающим ростом по сравнению с черенками, укорененными в условиях двух других субстратов. Это обусловлено тем, что они имели более развитую корневую систему. Так, через месяц после высадки на доращивание прирост побега саженцев, укорененных в указанном варианте, превосходил другие варианты на 43 и 130% соответственно.



Рис. 5. Развитие корневой системы укорененных черенков маслины при посадке в защищенный грунт после вегетационного модуля

Figure 5. Development of the root system of rooted olive cuttings when planted in protected soil after the vegetation module

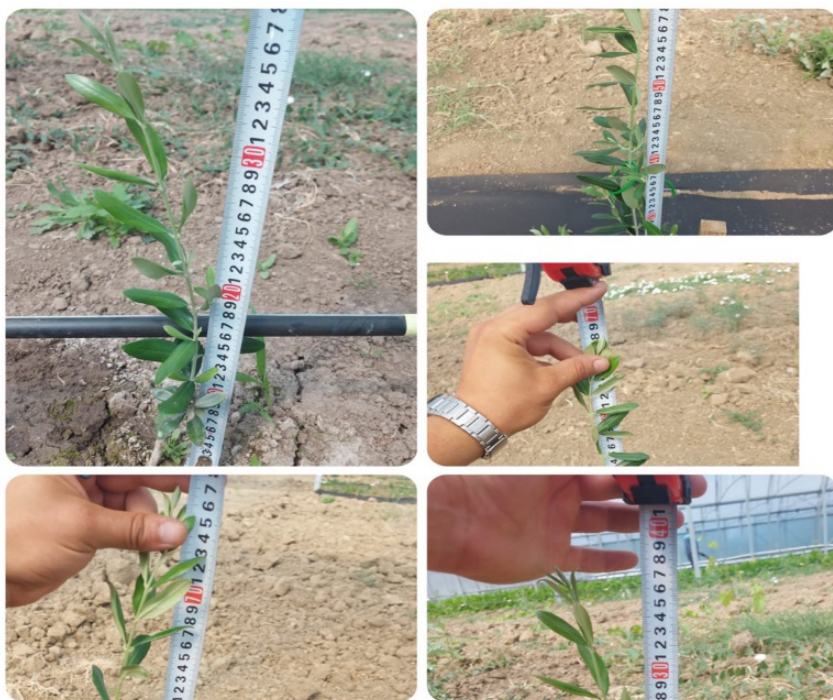


Рис. 6. Учет динамики роста побегов саженцев маслины при их доращивании в условиях защищенного грунта

Figure 6. Recording of the growth dynamics of olive seedlings when they are grown in protected soil conditions

В результате выращивания в течение трех месяцев данное превышение составило 32 и 61% соответственно. Это позволило в дальнейшем в течение одной вегетации получить саженцы маслины, соответствующие стандарту для закладки насаждений, что на год сокращает сроки выращивания саженцев благодаря использованию вегетационного модуля. При этом использовали регулярную обрезку, пинцировку для формирования разветвленной кроны. В конце вегетации 60% саженцев, полученных из укорененных в модуле черенков, имели высоту 80–120 см, 40% – высоту 50–80 см.

Выводы

Conclusions

Таким образом, по результатам проведенных исследований выявлено, что:

1. Укореняемость черенков маслины в контролируемых условиях зависит от влажности и температуры. С повышением температуры укореняемость черенков и развитие надземной части укорененных черенков повышаются. Наиболее благоприятные условия для укоренения черенков маслины складываются при обеспечении режима температуры на уровне +25°C и влажности 85%.

2. Обработка базальной части черенков растворами ИМК в концентрации 40 мг/л в течение 12 ч стимулирует укоренение черенков и развитие их надземной части при всех уровнях температуры и влажности.

3. Укореняемость черенков маслины и развитие их надземной части зависят от состава субстрата, в котором проводится их укоренение. Относительно высокие показатели укореняемости черенков и развития надземной части укорененных черенков установлены в варианте субстрата верховой торф + кокосовый субстрат в соотношении 1:1.

4. Состав субстрата при укоренении черенков маслины оказывает последствие на развитие укорененных черенков при последующем их доращивании в защищенном грунте. При доращивании в условиях защищенного грунта наиболее качественные саженцы маслины получены из черенков, укорененных в субстрате верховой торф + кокосовый субстрат 1:1.

5. На основании результатов проведенных нами исследований для производства рекомендуется проводить укоренение черенков маслины при температуре +25°C и влажности 85%, использовать субстрат, состоящий из верхового торфа + кокосовый субстрат 1:1.

Список источников

1. *Рекомендации по закладке промышленных насаждений маслины и уходу за ними* / Сост. В.А. Шолохова. Москва: Колос, 1984. 38 с.

2. Казас А.Н., Литвинова Т.В., Мязина Л.Ф. и др. *Субтропические плодовые и орехоплодные культуры*: Научно-справочное издание. Симферополь: Ариал, 2012. 304 с. EDN: YPXVSN

3. Раджабов А.К., Рындин А.В., Келина В.В. *Субтропическое садоводство*: Учебник. Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 218 с.

4. Guerrero Maldonado N., López M.J., Caudullo G., de Rigo D. *Olea europaea* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats. In: San-Miguel-Ayán J., de Rigo D., Caudullo G. et al. (eds.). *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off. EU. 2016: e01534b+. https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Olea_europaea.pdf

5. Цюпка С.Ю. Выращивание посадочного материала *Olea europea* L. // *Сборник научных трудов ГНБС*. 2017. Т. 144. Ч. II. С. 100–105.
6. Wiesman Z., Lavee S. Relationship of Carbohydrate Sources and Indole-3-butyric Acid in Olive Cuttings. *Aust. J. Plant Physiol.* 1995;22:811-816
7. Hechmi M., Khaled M., Abed S. et al. Performance of Olive Cuttings (*Olea europaea* L.) of Different Cultivars Growing in the Agro-climatic Conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia). *American Journal of Plant Physiology*. 2013;8:41-49. <http://doi.org/10.3923/ajpp.2013.41.49>
8. Жураев Э.Б., Абдуллаев С.Б., Буриев Х.Ч. Влияние регуляторов роста на качество укоренения черенков и развитие саженцев маслины (*Olea europea* L.) // *Молодой ученый*. 2018. № 39 (225). С. 54–57. EDN: YATNCX
9. Мязина Л.Ф., Шишкина Е.Л. Некоторые аспекты вегетативного размножения маслины европейской в Никитском ботаническом саду // *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2018. Т. 5, № 1. С. 76–79. EDN: XTKUIX
10. Ullah M.A., Aamir S.S., Yasir M. et al. Olive Cuttings Survival Influences with Saline Water Irrigation. *Horticult Int J.* 2018;2(6):408-411. <http://doi.org/10.15406/hij.2018.02.00086>
11. Schuch M.W., Tomaz Z.F.P., Casarin J.V. et al. Advances in Vegetative Propagation of Olive Tree. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019;41(2): e-003. <http://doi.org/10.1590/0100-29452019003>
12. Ayaz N., Aman F., Saleem S. et al. Olive Cuttings as Affected by Different Concentrations of Indole Butyric Acid. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2021;37(1):146-151 <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.1.146.151>
13. Mammadov J., Javadova A. Effect of Various Preparation for Plant Rooting on Olive Cuttings // *Бюллетень науки и практики*. 2024. Т. 10, № 10. С. 210–216. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/107>
14. Kir A. Plant Residue Based Compost Can Replace Peat in Growing Media for Organically Grown Olive Tree Sapling in Mediterranean Climates. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2025:1-18. <https://doi.org/10.1080/01448765.2024.2448445>

References

1. Sholokhova V.A. *Recommendations on laying industrial plantations of olives and care for them*. Moscow, USSA: Kolos, 1984:38. (In Russ.)
2. Kazas A.N., Litvinova T.V., Myazina L.F., Sino L.T. et al. *Subtropical fruit and nut crops: reference publication*. Simferopol, Ukraine: Arial, 2012:304. (In Russ.)
3. Radjabov A.K., Ryndin A.V., Kelina V.V. *Subtropical horticulture: a textbook*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2016:218. (In Russ.)
4. Guerrero Maldonado N., López M.J., Caudullo G., de Rigo D. *Olea europaea* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats. In: *San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Durrant T.H. et al. (Eds.) European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off. EU. 2016: e01534b+. URL: https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Olea_europaea.pdf
5. Tsiupka S.Ů. The cultivation of planting material. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2017;144(2):100-105. (In Russ.)
6. Wiesman Z., Lavee S. Relationship of Carbohydrate Sources and Indole-3-butyric Acid in Olive Cuttings. *Aust. J. Plant Physiol.* 1995;22:811-816.
7. Hechmi M., Khaled M., Abed S. El-Hassen A. et al. Performance of Olive Cuttings (*Olea europaea* L.) of Different Cultivars Growing in the Agro-climatic Conditions

of Al-Jouf (Saudi Arabia). *American Journal of Plant Physiology*. 2013;8:41-49. <http://doi.org/10.3923/ajpp.2013.41.49>

8. Zhuraev E.B., Abdullayev S.B.U., Buriev Kh.Ch. Effect of growth regulators on the quality of rooting cuttings and development of olive (*Olea europea* L.) seedlings. *Molodoy ucheniy*. 2018;39(225):54-57. (In Russ.)

9. Myazina L.F., Shishkina E.L. Vegetative reproduction of the european olive (*Olea europea* L.) varieties in different conditions. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kultur*. 2018;5(1):76-79. (In Russ.)

10. Ullah M.A., Aamir S.S., Yasir M., Ali S. Olive cuttings survival influences with saline water irrigation. *Horticult Int J*. 2018;2(6):408-411. <http://doi.org/10.15406/hij.2018.02.00086>

11. Schuch M.W., Tomaz Z.F.P., Casarin J.V., Moreira R.M. et al. Advances in vegetative propagation of olive tree. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019;41(2): e-003. <http://doi.org/10.1590/0100-29452019003>

12. Ayaz N., Aman F., Saleem S., Rehman M. et al. Olive Cuttings as Affected by Different Concentrations of Indole Butyric Acid. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2021;37(1):146-151 <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.1.146.151>

13. Mammadov J., Javadova A. Effect of Various Preparation for Plant Rooting on Olive Cuttings. *Bulletin of Science and Practice*. 2024;10(10):210-216. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/107>

14. Kir A. Plant residue based compost can replace peat in growing media for organically grown olive tree sapling in Mediterranean climates. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2025:1-18. <https://doi.org/10.1080/01448765.2024.2448445>

Сведения об авторах

Агамагомед Курбанович Раджабов, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры пловодства, виноградарства и виноделия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: plod@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9106-2503>

Станислав Эдуардович Ануфриев, аспирант кафедры пловодства, виноградарства и виноделия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: plod@rgau-msha.ru

Information about the authors:

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

Stanislav E. Anufriev, Postgraduate Student of the Department of Pomiculture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: plod@rgau-msha.ru

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

**Биологические особенности сортов *Hibiscus syriacus* L.
в условиях культуры в Донецком ботаническом саду**

Людмила Валериевна Хархота✉

Донецкий ботанический сад, Донецк, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** ludmilaharhota@yandex.ru

Аннотация

Изучены морфобиологические и фенологические особенности 10 сортов *Hibiscus syriacus* L. в коллекции Донецкого ботанического сада, интродуцированных из ботанического сада г. Симферополя. Растения произрастают в открытом грунте с укрытием в зимнее время. Самая высокая степень обмерзания побегов отмечена у сорта 'Carneus Plenus' – до 50% длины. Вегетация у всех сортов начинается практически одновременно – со второй декады апреля. Раньше других (конец июня – начало июля) зацветают Blue Bird, Coeruleus Plenus, Pink Giant, Roseus Plenus. Обильное и продолжительное (до 2 месяцев и более) цветение наблюдается у Blue Bird, Coeruleus Plenus, Pink Giant и Namabo. Высокий процент укоренения одревесневших черенков, заготовленных ранней весной до наступления фазы набухания почек, в теплице с туманообразующей установкой показал перспективность данного способа размножения для сортов *H. syriacus*. Саженьцы, полученные из укорененных черенков, с наступлением следующего периода вегетации можно высаживать на постоянное место произрастания. В течение первых двух лет после высадки укорененных черенков в интродукционный питомник отмечали обмерзание побегов до уровня корневой шейки, однако с наступлением вегетации у растений происходит массовое отрастание побегов, восстановление присущей сорту формы кроны, цветение. По обильности и продолжительности цветения отобраны сорта Blue Bird, Coeruleus Plenus, Namabo, Monstrosus, Pink Giant, Rubis, Woodbridge, которые представляют интерес для ландшафтного дизайна.

Ключевые слова

Hibiscus syriacus, сорт, морфобиологические особенности, феноспектры, черенкование

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Донецкий ботанический сад» «Интродукционное изучение растений мировой флоры и их полифункциональное использование в степной зоне» (рег. № 123101300192–1).

Для цитирования

Хархота Л.В. Биологические особенности сортов *Hibiscus syriacus* L. в условиях культуры в Донецком ботаническом саду // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 84–96.

**Biological characteristics of cultivars of *Hibiscus syriacus* L.
grown in Donetsk Botanical Garden**

Lyudmila V. Kharkhota✉

Donetsk Botanical Garden, Donetsk, Russia

✉ **Corresponding author:** ludmilaharkhota@yandex.ru

Abstract

The morphobiological and phenological features of ten cultivars of *Hibiscus syriacus* L. were investigated. These cultivars were introduced from Simferopol Botanical Garden and are growing in the collection of Donetsk Botanical Garden. The plants grow in the open ground and are protected from the cold. The cultivar Carneus Plenus exhibited the highest degree of shoot freezing, up to 50% of the length. Vegetation starts almost simultaneously in all cultivars – from the second decade of April. Blue Bird, Coeruleus Plenus, Pink Giant, and Roseus Plenus bloom earlier than other cultivars, from late June to early July. Blue Bird, Coeruleus Plenus, Pink Giant, and Hamabo have abundant and prolonged flowering, lasting up to two months or more. The high rooting percentage of lignified cuttings prepared in an early spring greenhouse with a fog cannon before the bud swelling phase demonstrated the effectiveness of this propagation method for *H. syriacus*. Plants obtained from rooted cuttings should be planted in their permanent growing location at the beginning of the next growing season. During the first two years after planting the rooted cuttings in the introduction nursery, freezing of the shoots at the level of the root collar was observed. However, with the onset of vegetation, the plants experience massive shoot regrowth and restoration of the crown shape inherent to the cultivar, as well as flowering. The following cultivars were selected for their abundant and prolonged flowering: Blue Bird, Coeruleus Plenus, Hamabo, Monstrosus, Pink Giant, Rubis, and Woodbridge. They are of interest for landscape design.

Keywords

Hibiscus syriacus, cultivars, morphobiological features, phenospectra, cutting

Acknowledgments

The work was carried out within the framework of the state assignment of Donetsk Botanical Garden “Introduction study of plants of the world flora and its multifunctional use in the steppe zone”, No. 123101300192–1.

For citation

Kharkhota L.V. Biological characteristics of cultivars of *Hibiscus syriacus* L. grown in Donetsk Botanical Garden. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 84–96.

**Введение
Introduction**

Использование высокодекоративных видов и сортов древесно-кустарниковых растений позволяет значительно улучшить вид современных объектов озеленения [1–15]. Состав естественной флоры древесных растений Донбасса сравнительно беден: 115 видов, из них в культуре – не более 40 [16, 17]. Большая часть растений,

представляющих интерес для зеленого строительства в промышленных городах Донбасса, – это интродуцированные растения, введение которых для широкого культивирования в экологических условиях региона возможно лишь после комплексной их оценки в условиях эксперимента (жизнеспособность растения, его биологические свойства и декоративные качества).

Учеными Донецкого ботанического сада (ДБС) со времени его основания в 1964 г. проводится исследовательская работа по обогащению и улучшению ассортимента устойчивых декоративных растений для городского озеленения, особое место в котором занимают красивоцветущие кустарники. Основу их существующего сортамента составляют виды и сорта, цветение которых приходится на весенний и раннелетний периоды. В связи с этим особый интерес для озеленения представляют сорта гибискуса сирийского (*Hibiscus syriacus* L.) как растений с цветением в течение лета – начала осени.

Род *Hibiscus* из семейства Мальвовые (*Malvaceae*) представлен 250 видами тропических и субтропических древесных растений. *H. syriacus* – кустарник или небольшое дерево высотой 1,5–4 м, естественно произрастает в Китае, Индии; давно введен в культуру в странах Ближнего Востока [18, 19]. Первые поступившие в коллекцию ДБС 10 растений *H. syriacus* были привезены из Ботанического сада им. академика А.В. Фомина (г. Киев) в 1973 г. В 1985 г. были получены 4 экземпляра из биосферного заповедника Аскания-Нова имени Ф.Э. Фальц-Фейна (Херсонская обл.) Все высаженные в открытый грунт растения выпадали в течение 1–2 лет в результате вымерзания. Согласно Каталогу растений Донецкого ботанического сада в составе дендрологической коллекции ДБС виды и сорта гибискусов отсутствуют [20]. С 2006 г. в интродукционном питомнике проходил испытания *H. syriacus*, интродуцированный из ботанического сада Одесского национального университета имени И.И. Мечникова: были изучены его биоэкологические особенности, способы размножения, выращенные из стеблевых черенков растения в 2013 г. высажены в экспозицию «Редкие древесные растения» ДБС. На сегодняшний день в экспозиции сохранился единственный экземпляр.

Цель исследований: изучение эколого-биологических особенностей роста и развития сортов *H. syriacus* для возможности дальнейшего использования наиболее перспективных в ландшафтном строительстве.

Методика исследований

Research method

Объектом исследований были растения 10 сортов *H. syriacus*: Blue Bird, Carneus Plenus, Coeruleus Plenus, Hamabo, Monstrosus, Pink Giant, Roseus Plenus, Rubis, William R. Smith, Woodbridge. Однолетние саженцы были получены из Ботанического сада имени Н.В. Багрова Таврической академии Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (г. Симферополь) в 2019 г. В апреле 2020 г. они высажены в открытый грунт на экспозиционный участок сада.

Изучение биоэкологических особенностей растений проводилось в течение 2022–2024 гг. в Донецком ботаническом саду. Для анализа адаптации интродуцентов использовали фенологические наблюдения, проводившиеся по общепринятой методике по фазам развития растений: набухание почек, разрывание почек, обособление листьев, рост побегов, одревеснение побегов, бутонизация, цветение – один раз в 5 дней [21]. Динамику роста побегов определяли по результатам регулярного измерения длины побегов в течение вегетационного периода [22, 23]. Черенкование выполняли одревесневшими черенками

в отапливаемой оранжерее тепличного комплекса ДБС с искусственным доувлажнением воздуха (туманообразующая установка). Для стимуляции корнеобразования у черенков в качестве стимулятора роста использовали спиртовой раствор б-индолилмасляной кислоты (ИМК) в концентрации 2000 мг/л и экспозицией 20 с. Черенки высаживали во влажный субстрат (песок), туманообразующую установку включали только в теплые солнечные дни. Уход за черенками заключался в периодическом поливе, проведении агротехнических работ (рыхление, прополка и т.д.) [24].

Климат Донецкой области – умеренно континентальный с резкими суточными и годовыми колебаниями температуры воздуха, неравномерным распределением осадков в течение года, выраженной почвенной и атмосферной засухой. Зимой нередко продолжительные оттепели, после которых наступают морозы, вызывающие глубокое промерзание почвы без снежного покрова; весной – поздние заморозки, весной и летом – суховеи [16]. 2024 год характеризовался рядом температурных рекордов [25]. Так, во второй декаде марта была зарегистрирована самая низкая температура воздуха ($-6,9^{\circ}\text{C}$), в конце марта – рекордно высокая ($+23,8^{\circ}\text{C}$), в первой декаде апреля – заморозки и дневная температура $+1,9^{\circ}\text{C}$, во второй декаде – самая высокая температура месяца ($+28,2^{\circ}\text{C}$). В первой декаде мая (с 4 на 5 мая) были отмечены возвратные заморозки, когда температура воздуха в ночное время опустилась до $+3^{\circ}\text{C}$, а у поверхности почвы – до $-3...-5^{\circ}\text{C}$. Летние месяцы также стали рекордными по отклонению от среднемесячной температуры: июнь – на $+3,6^{\circ}\text{C}$; июль – на $+4,7^{\circ}\text{C}$; август – на $+2,9^{\circ}\text{C}$. Количество осадков, выпавших в июне-августе, составило 54 мм, или 33% от среднемесячной нормы. Сочетание климатических особенностей с повышенной антропогенной нагрузкой оказывает значительное негативное влияние на древесные растения.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Фенологические наблюдения позволяют получить те необходимые данные, которые дают возможность проводить сравнительный анализ для выявления групп видов и культиваров с определенными ритмами развития. Феноспектры привлеченных к испытанию сортов *H. syriacus* представлены на рисунке 1.

Растения зимуют с укрытием надземной части и корневой системы. При ежегодно проводимой весенней ревизии у растений сорта *Carneus Plenus* отмечается обмерзание от 20 до 50% длины однолетнего прироста; *Pink Giant* и *Coeruleus Plenus* – не более 14 и 12% соответственно; *Monstrosus*, *Rubis* и *Woodbridge* – до 4 см у единичных побегов; у растений остальных сортов повреждаются только верхушки однолетних побегов.

Набухание и распускание почек у всех сортов отмечаются одновременно, обособление листьев и рост побегов позже других – у сортов *Monstrosus* и *Woodbridge*, дольше всех одревеснение побегов происходит у *Carneus Plenus* и *William R. Smith*.

Обильным и продолжительным цветением характеризуются сорта *Blue Bird*, *Coeruleus Plenus*, *Pink Giant* (2 месяца и более), *Hamabo* (почти 2 месяца) (рис. 2). Непродолжительное и необильное цветение отмечено у *Carneus Plenus*, *Roseus Plenus* и *William R. Smith*.

Сорта *H. syriacus* различаются главным образом по строению и окраске цветка, а также по высоте куста, размерам и форме листьев, силе роста (табл. 1).

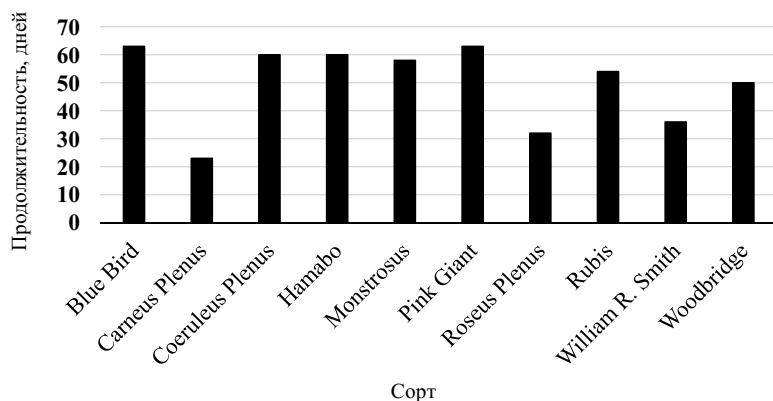


Рис. 2. Продолжительность цветения сортов *Hibiscus syriacus* в коллекции Донецкого ботанического сада

Figure 2. Flowering duration of the cultivars of *Hibiscus syriacus* in the collection of Donetsk Botanical Garden

По размеру куста выделены следующие группы: высокорослые сорта (более 2,0 м) – Blue Bird, Coeruleus Plenus; среднерослые (1,5–2,0 м) – Carneus Plenus, Pink Giant, Roseus Plenus, William R. Smith; низкорослые (до 1,5 м) – Hamabo, Monstrosus, Rubis, Woodbridge.

По срокам цветения выделены: раннецветущие (начало цветения с конца июня – начала первой декады июля) – Blue Bird, Coeruleus Plenus, Pink Giant, Roseus Plenus; среднецветущие (начало цветения со второй декады июля) – Hamabo, Monstrosus, Rubis, Woodbridge; поздноцветущие – с конца июля (William R. Smith), конца августа (Carneus Plenus).

По размеру цветка сорта подразделили на группы: крупные (6–9 см в диаметре) – Blue Bird, Hamabo, Pink Giant, William R. Smith (сорта с простыми цветками) и Coeruleus Plenus (махровые цветки); средние (5–8 см) – Monstrosus, Rubis, Woodbridge (простые цветки); мелкие (до 5 см) – Carneus Plenus и Roseus Plenus (сорта с махровыми цветками).

Опыт по размножению сортов *H. syriacus* одревесневшими стеблевыми черенками был заложен в 2020 г. Проведенные ранее в лаборатории дендрологии ДБС исследования показали, что оптимальным сроком для укоренения данного типа черенков *H. syriacus* является конец марта – первая декада апреля, когда растения выходят из состояния покоя и начинается сокодвижение, но набухание почек еще не происходит [8]. Наиболее оптимальным стимулятором роста был спиртовой раствор индолилмасляной кислоты с концентрацией 2000 мг/л и экспозицией 20 с. Результаты укореняемости стеблевых черенков сортов *H. syriacus* представлены на рисунке 3. Наименьший процент укоренения отмечен у сорта Blue Bird (50%), максимально высокий (100%) – у сортов Monstrosus, Pink Giant и Woodbridge (рис. 4).

Осенью 2021 г. укорененные черенки *H. syriacus* (42 шт.) были высажены в открытый грунт в интродукционном питомнике ДБС для доращивания.

В период 2022–2023 гг. саженцы из укорененных черенков обмерзали до уровня корневой шейки. Однако с возобновлением вегетации у них отмечалось массовое отрастание побегов, и начиная с 2022 г. – цветение. Сроки прохождения фенологических фаз приведены в таблице 2.

Таблица 1

**Биометрические показатели сортов *Hibiscus syriacus*
в коллекции Донецкого ботанического сада**

Table 1

**Biometric indicators of the cultivars of *Hibiscus syriacus*
in the collection of Donetsk Botanical Garden**

Сорт	Высота, м	Годичный прирост побегов, м	Лист		Цветок		
			окраска	длина /ши- рина, см	строение	окраска венчика	диаметр, см
Blue Bird	2,2±0,04	0,48±0,02	светло- зеленый	8,8±0,17 /4,5±0,04	простой	пурпурно- розовый с вишневым пятном в центре	8,0±0,09
Carneus Plenus	1,6±0,04	0,36±0,02	зеленый	4,9±0,07 /2,4±0,05	густо- махровый	нежно-розовый	2,9±0,07
Coeruleus Plenus	2,1±0,05	0,3±0,02	темно- зеленый	5,9±0,05 /2,9±0,04	махровый	насыщенно- розовый с темно-красным пятном в центре	7,5±0,16
Hamabo	1,3±0,04	0,17±0,01	зеленый	5,5±0,04 /3,5±0,02	простой	нежно- бело-розовый с вишневой серединкой	7,5±0,29
Monstrosus	0,9±0,02	0,12±0,01	светло- зеленый	4,5±0,03 /2,9±0,02	простой	бело-розовый с ярко-малино- выми мазками	7±0,05
Pink Giant	1,8±0,01	0,25±0,01	темно- зеленый	7,0±0,06 /4,0±0,05	простой	розово- сиреневый с вишневой серединкой	7,9±0,05
Roseus Plenus	1,5±0,04	0,31±0,01	ярко- зеленый	6,0±0,06 /3,2±0,04	махровый	розовый	3,8±0,27
Rubis	1,1±0,04	0,14±0,01	зеленый	5,1±0,09 /2,5±0,03	простой	рубиновый с карминно- красной серединкой	5,5±0,08
William R. Smith	1,5±0,02	0,29±0,02	светло- зеленый	4,9±0,05 /3,5±0,02	простой	снежно-белый	8,7±0,11
Woodbridge	1,4±0,03	0,2±0,01	зеленый	4,5±0,02 /3,0±0,04	простой	розово- малиновый с вишнево- красным пятном в центре	5,5±0,06

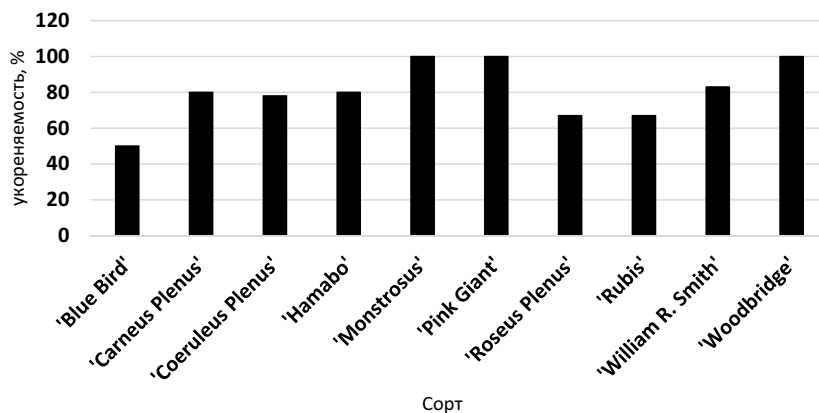


Рис. 3. Укореняемость одревесневших стеблевых черенков сортов *Hibiscus syriacus*
Figure 3. Rooting rates of lignified stem cuttings of the cultivars of *Hibiscus syriacus*



Рис. 4. Укорененные стеблевые черенки сортов *Hibiscus syriacus*:
 а – Monstrosus; б – Pink Giant; в – Woodbridge

Figure 4. Rooted stem cuttings of *Hibiscus syriacus* cultivars:
 а – Monstrosus; б – Pink Giant; в – Woodbridge

Фазы обособления листьев, роста и одревеснения побегов начинались на 2–3 недели позже по сравнению с образцами, интродуцированными из Ботанического сада г. Симферополя, цветение – позже почти на месяц.

В 2024 г. полного обмерзания у образцов, выращенных из черенков, не наблюдалось, у сортов Monstrosus, Hamabo, Rubis и Woodbridge было отмечено обмерзание верхушек однолетнего прироста (1–2 см); Blue Bird и Pink Giant – не более 20% длины отдельных побегов и верхушек однолетнего прироста (до 5 см); William R. Smith – до 14% длины однолетнего прироста; Coeruleus Plenus и Carneus Plenus – вымерзание отдельных скелетных побегов и обмерзание однолетнего прироста у Carneus Plenus до 30% длины. Сроки наступления фенофаз соответствовали представленным на рисунке 1.

Таблица 2

**Средние сроки прохождения основных фаз растений
сортов *Hibiscus syriacus*, выращенными из стеблевых черенков,
в 2022–2023 гг.**

Table 2

**Average terms of the main phenophases in the cultivars
of *Hibiscus syriacus* grown from stem cuttings in 2022–2023**

Сорт	Фенологическая фаза				
	Обособление листьев	Рост побегов	Одревеснение побегов	Бутонизация	Цветение
Blue Bird	02.05–10.05	25.05–31.07	25.06–10.09	15.06–10.07	25.07–25.09
Carneus Plenus	05.05–12.05	25.05–31.07	25.06–10.09	25.07–10.09	10.09–01.10
Coeruleus Plenus	05.05–13.05	25.05–31.07	25.06–10.09	12.06–18.07	25.07–25.09
Hamabo	05.05–10.05	25.05–31.07	25.06–10.09	08.06–12.07	25.07–25.09
Monstrosus	12.05–20.05	25.05–31.07	25.06–10.09	10.07–30.07	25.07–25.09
Pink Giant	05.05–12.05	25.05–31.07	25.06–10.09	12.06–15.07	25.07–25.09
Roseus Plenus	05.05–10.05	25.05–31.07	25.06–10.09	12.06–20.07	12.08–15.09
Rubis	08.05–17.05	25.05–31.07	25.06–10.09	18.06–18.07	12.08–25.09
William R. Smith	02.05–15.05	25.05–31.07	25.06–30.09	12.08–08.09	02.09–25.09
Woodbridge	15.05–23.05	25.05–31.07	25.06–10.09	12.08–08.09	12.08–25.09

Выводы Conclusions

За трехлетний период наблюдений (2022–2024 гг.) изучены морфобиологические и фенологические особенности 10 интродуцированных сортов *H. syriacus* в условиях Донецкого ботанического сада. Выявлен фенологический спектр саженцев собственной репродукции, полученных из укорененных стеблевых черенков. Наиболее высокая степень обмерзания побегов отмечена у сорта Carneus Plenus, растения которого дольше восстанавливают надземную часть, позже, непродолжительно и необильно цветут. Выделены группы по габитусу, срокам цветения, размерам цветков. По признакам обильности и продолжительности цветения отобраны сорта Blue Bird, Coeruleus Plenus, Hamabo, Monstrosus,

Pink Giant, Rubis, Woodbridge, которые представляют интерес для ландшафтного дизайна.

Высокая укореняемость стеблевых черенков сортов *H. syriacus* (50–100%) позволяет получить достаточное количество посадочного материала для пополнения ассортимента красивоцветущих кустарников. Целесообразным является продолжение интродукции современных сортов *H. syriacus* для выявления высокодекоративных, адаптированных к эколого-климатическим условиям промышленного Донбасса.

Список источников

1. Чудецкий А.И., Шутов В.В., Рыжова Н.В. Опыт лесной рекультивации выработанного песчаного карьера // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. 2014. Т. 18, № 4. С. 112–115. EDN: SJXION
2. Чудецкий А.И., Лебедев В.П., Рыжова Н.В. Состояние и рекреационный потенциал насаждений парка «Берендеевка» города Костромы // *Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова*. 2014. Т. 20, № 5. С. 27–31. EDN: SZLANX
3. Потапова А.В., Зубик И.Н., Буханцов В.Г. Изучение рода Лох (*Elaeagnus* L.) для использования в зеленом строительстве // *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2018. № 147. С. 140–142. EDN: YAJZIL
4. Зубик И.Н. Использование гортензии древовидной (*Hydrangea arborescens* L.) для создания устойчивых садовых композиций // *Вестник ландшафтной архитектуры*. 2020. № 24. С. 18–21. EDN: VDBQQS
5. Голенева Л.М., Симахин М.В., Сахоненко А.Н. и др. *Декоративная дендрология. Отдел Цветковые Magnoliophyta*: Учебное пособие. Москва: МЭСХ, 2021. 206 с. EDN: NNYYOC
6. Багаев Е.С., Чудецкий А.И. Проблемы сохранения и воспроизводства березы карельской в Центральной России // *Лесохозяйственная информация*. 2022. № 3. С. 5–17. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.01>
7. 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
8. Макаров С.С., Зубик И.Н., Орлова Е.Е. и др. Изучение декоративных признаков фейхоа (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) в условиях Абхазии // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2023. № 75. С. 61–77. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2023-75-61-77>
9. Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р., Стругова Г.Н. и др. Морфометрические показатели плодов и качество семян некоторых представителей рода *Rosa* L. // *Лесной вестник. Forestry Bulletin*. 2023. Т. 27, № 5. С. 127–137. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2023-5-127-137>
10. Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р., Стругова Г.Н., Макаров С.С. Состояние зеленых насаждений на территории дошкольных учреждений в г. Архангельске // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2023. Вып. 245. С. 140–158. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.245.140-158>
11. Антонов А.М., Макаров С.С., Лютикова А.И. и др. Влияние стимуляторов корнеобразования на укоренение зеленых черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в условиях Архангельской области // *Лесохозяйственная информация*. 2024. № 1. С. 91–98. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2024.1.07>

12. Зубик И.Н., Орлова Е.Е., Макаров С.С., Чудецкий А.И. *Особенности малораспространенных садовых культур семейств Лоховые (Elaeagnaceae) и Миртовые (Myrtaceae)*: Монография. Москва: МЭСХ, 2024. 112 с. EDN: PTYVXW
13. Макаров С.С., Сунгурова Н.Р., Чудецкий А.И. *Декоративная дендрология*: Учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 320 с.
14. Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р., Стругова Г.Н. и др. Ландшафтная организация территории спортивных сооружений в г. Архангельске // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2024. Вып. 251. С. 45–61. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.251.45-61>
15. Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р., Стругова Г.Н. и др. Систематическая структура дендрофлоры г. Мирного // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова*. 2024. № 3 (76). С. 118–126. <https://doi.org/10.34655/bgsha.2024.76.3.015>
16. Поляков А.К. *Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды*. Донецк: Ноулидж, 2009. 268 с.
17. Остапко В.М., Бойко А.В., Мосякин С.Л. *Сосудистые растения юго-востока Украины*. Донецк: Ноулидж, 2010. 247 с.
18. Коровкин О.А., Черятова Ю.С. *Ботаника*: Учебник. Москва: КноРус, 2024. 464 с. EDN: CBVVAR
19. *Hibiscus syriacus* Linnaeus Sp.Pl. 2: 695. 1753 // *Flora of China*. URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200013722 (дата обращения: 24.01.2025).
20. *Каталог растений Донецкого ботанического сада*: Справочное пособие / Под ред. Е.Н. Кондратюка. Киев: Наукова думка, 1988. 528 с.
21. *Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР* / Отв. ред. П.И. Лапин. Москва, 1975. 27 с.
22. Молчанов А.А., Смирнов В.В. *Методика изучения прироста древесных растений*. Москва: Наука, 1967. 100 с.
23. Зайцева І.О. *Дослідження феноритміки деревних рослин: навчально-методичний посібник*. Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетровського університету, 2003. 40 с.
24. Глухов О.З., Хархота Л.В. *Розмноження декоративних кущових листяних рослин в умовах південного сходу України*. Донецьк, Україна: Ноулидж (донецьке відділення), 2011. 124 с.
25. Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=34519&month=6&year=2024&ysclid=m1m6zegqqh6264657> (дата обращения: 28.10.2024)

References

1. Chudetsky A.I., Shutov V.V., Ryzhova N.V. Experience of forest reclamation of a depleted sand quarry. *Forestry Bulletin*. 2014;18(4):112-115. (In Russ.)
2. Chudetsky A.I., Lebedev V.P., Ryzhova N.V. Condition and recreational potential of plantings in the Berendeevka Park of Kostroma. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova*. 2014;20(5):27-31. (In Russ.)
3. Potapova A.V., Zubik I.N., Bukhantsov V.G. Study of the genus *Elaeagnus* L. for use in green construction. *Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation*. 2018;147:140-142. (In Russ.)

4. Zubik I.N. Use of *Hydrangea arborescens* L. to create sustainable garden compositions. *Vestnik landshaftnoy arkhitektury*. 2020;24:18-21. (In Russ.)
5. Goleneva L.M., Simakhin M.V., Sakhonenko A.N., Sorokopudov V.N. et al. *Ornamental dendrology. Department of Flowering (Magnoliophyta): a textbook*. Moscow, Russia: Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva, 2021:206. (In Russ.)
6. Bagaev E.S., Chudetsky A.I. Problems of Conservation and Reproduction of Karelian Birch in Central Russia. *Forestry Information*. 2022;3:5-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.01>
7. Bagaev E.S., Makarov S.S., Bagaev S.S., Chudetsky A.I. *Karelian birch in Central Russia: biological features and reproduction prospects: a monograph*. Pushkino, Russia: All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, 2022:125. (In Russ.)
8. Makarov S.S., Zubik I.N., Orlova E.E., Kozlova E.A. et al. The study of ornamental features of feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) in the conditions of Abkhazia. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2023;75:61-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2023-75-61-77>
9. Sungurova N.R., Strazdauskene S.R., Strugova G.N. Makarov S.S. et al. Genus *Rosa* L. fruits and seed quality morphometric indices. *Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin*. 2023;27(5):127-137. (In Russ.) <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2023-5-127-137>
10. Sungurova N.R., Strazdauskene S.R., Strugova G.N., Makarov S.S. The state of green spaces on the territory of preschool institutions in Arkhangelsk. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*. 2023;245:140-158. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.245.140-158>
11. Antonov A.M., Makarov S.S., Lyutikova A.I., Sorokin E.S. et al. The Effect of Root Formation Stimulants on the Rooting of Green Cuttings of *Thuja occidentalis* L. in the Arkhangelsk region. *Forestry Information*. 2024;1:91-98. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2024.1.07>
12. Zubik I.N., Orlova E.E., Makarov S.S., Chudetsky A.I. *Features of rare garden crops of the Elaeagnaceae and Myrtaceae families: a monograph*. Moscow Russia: Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva, 2024:112. (In Russ.)
13. Makarov S.S., Sungurova N.R., Chudetsky A.I. *Ornamental dendrology: a textbook*. St. Petersburg, Russia: Lan, 2024:320. (In Russ.)
14. Sungurova N.R., Strazdausken S.R., Strugova G.N., Makarov S.S. et al. Landscape organization of the territory of sports facilities in Arkhangelsk. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*. 2024;251:45-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.251.45-61>
15. Sungurova N.R., Strazdauskene S.R., Strugova G.N., Makarov S.S. et al. The systematic structure of the dendroflora of the Mirny city. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii imeni V.R. Filippova*. 2024;3:118-126. (In Russ.) <https://doi.org/10.34655/bgsha.2024.76.3.015>
16. Polyakov A.K. *Introduction of woody and shrub plants in conditions of technogenic environment*. Donetsk, Ukraine: Noulidzh, 2009:268. (In Russ.)
17. Ostapko V.M., Boyko A.V., Mosyakin S.L. *Vascular plants of the South-east of Ukraine*. Donetsk, Ukraine: Noulidzh, 2010:247. (In Russ.)
18. Korovkin O.A., Cheryatova Yu.S. *Botany: a textbook*. Moscow, Russia: KnoRus, 2024:464. (In Russ.)
19. *Hibiscus syriacus* Linnaeus Sp.Pl. 2: 695. 1753. *Flora of China*. URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200013722 (accessed: January 24, 2025)

20. Kondratyuk E.N. (Ed.) *Catalogue of plants of Donetsk Botanical Garden*; a reference book. Kyiv: Naukova dumka, 1988:528. (In Russ.)
21. Lapin P.I. (Ed.) *Methodology of phenological observations in botanical gardens of the USSR*. Moscow, USSR, 1975:27. (In Russ.)
22. Molchanov A.A., Smirnov V.V. *The Methods of study of woody plant growth*. Moscow, USSR: Nauka, 1967:100. (In Russ.)
23. Zaytseva I.O. *Investigation of woody plant phenorhythms*. Dnipropetrovsk, Ukraine: Dnipropetrovsk University, 2003:40. (In Ukr.)
24. Glukhov O.Z., Kharkhota L.V. *Propagation of ornamental deciduous shrubs in conditions of Southeast Ukraine*. Donetsk, Ukraine: Noulidzh (Donetsk branch), 2011:124. (In Ukr.)
25. Weather and Climate. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=34519&month=6&year=2024&ysclid=m1m6zegqqh6264657> (accessed: October 28, 2024)

Сведения об авторе

Людмила Валериевна Хархота, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии, Федеральное государственное научное учреждение «Донецкий ботанический сад»; 283023, Российская Федерация, ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110; e-mail: ludmilaharhota@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8399-1617>

Information about the authors

Ludmila V. Kharkhota, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Dendrology, Donetsk Botanical Garden; 110 Illicha Ave., Donetsk, 283023, Russian Federation; e-mail: ludmilaharhota@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8399-1617>

ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

**Анализ изменчивости морфологических признаков
яровой пшеницы мягкой в полевых условиях центрального района
Нечерноземной зоны России для выделения сортов-эталонов
при оценке на охраноспособность**

**Александр Андреевич Кудрявцев^{1✉}, Алина Геннадьевна Маренкова¹,
Светлана Сергеевна Баженова¹, Елена Александровна Вертикова¹,
Татьяна Александровна Макеева²**

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

²Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию
и охране селекционных достижений, Москва, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: lolbol331@gmail.com

Аннотация

В статье представлены результаты анализа трехлетних данных испытания коллекции яровой пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) на критерии охраноспособности по морфологическим сортовым признакам. Выделены сорта, которые могут служить кандидатами в эталоны: Иволга, Ирень, Лиза, Талба, Челябинская ранняя, Баженка, Гречанка, Дальгау 3, КВС Широко, Силантий, Старт 1, КВС Торридон. Указанные сорта отражают все найденные нами градации признаков. Среди них – сорта с уникальным проявлением градаций признаков: Ирень (сильная антоциановая окраска ушек флагового листа), Талба (очень сильная антоциановая окраска ушек флагового листа), КВС Широко (слабый восковой налет на влагалище флагового листа, очень слабый восковой налет на обратной стороне флагового листа), Дальгау 3 (очень слабый восковой налет на колосе). Не обнаружены сорта с проявлением градаций признаков: тип куста – полустелющийся (7), стелющийся (9); антоциановая окраска ушек флагового листа – средняя (5); восковой налет на влагалище флагового листа отсутствует или очень слабый (1); восковой налет на подколосовом междоузлии отсутствует или очень слабый (1), слабый (3).

Ключевые слова

Мягкая пшеница, отличимость, охраноспособность, сорта-эталоны, морфологические признаки

Благодарности

Работа выполнена в рамках тематического плана задания на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по теме «Создание российской коллекции сортов-эталонов (ячмень, пшеница) для оценки морфологических признаков при испытании селекционных достижений на ООС» (№ 124111200132–6).

Для цитирования

Кудрявцев А.А., Маренкова А.Г., Баженова С.С. и др. Анализ изменчивости морфологических признаков яровой пшеницы мягкой в полевых условиях

GENETICS, BIOTECHNOLOGY, BREEDING AND SEED PRODUCTION

**Variability analysis of morphological characteristics of sping wheat
in the field conditions of the Central region of Non-chernozem zone of Russia
for identification of example varieties to be used in DUS testing**

**Alexander A. Kudryavtsev¹✉, Alina G. Marenkova¹,
Svetlana S. Bazhenova¹, Elena A. Vertikova¹, Tatiana A. Makeeva²**

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

²State Commission of the Russian Federation
for Selection Achievements Test and Protection, Moscow, Russia

✉Corresponding author: lolbol331@gmail.com

Abstract

This article presents the results of the three-year data analysis of DUS testing of the spring wheat (*Triticum aestivum* L.) collection by morphological varietal characteristics. The following cultivars were identified as candidates for example varieties: Ivolga, Iren', Lisa, Talba, Chelyaba rannaya, Bazhenka, Grechanka, Dal'gau 3, KWS Shirokko, Silantiy, Start 1, KWS Torridon. These varieties reflect all the gradations of found characteristics. Among them, varieties with unique states of expression of characteristics were identified: Iren' (strong anthocyanin coloration of the flag leaf auricles), Talba (very strong anthocyanin coloration of the flag leaf auricles), KWS Shirokko (weak glaucosity on the flag leaf sheath, very weak glaucosity on the flag leaf back), Dal'gau 3 (very weak glaucosity on the ear). No varieties were found with the following states of expression of characteristics: bush type – semi prostrate (7), prostrate (9); anthocyanin coloration of the flag leaf auricles is medium (5); glaucosity on the flag leaf sheath is absent or very weak (1); glaucosity of the neck is absent or very weak (1), weak (3).

Keywords

Wheat, distinctness, DUS testing, example varieties, morphological characteristics

Acknowledgments

The work was carried out within the framework of the thematic plan of the assignment for the implementation of research work commissioned by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on the topic "Creation of the Russian collection of example varieties (barley, wheat) for the assessment of morphological characteristics when testing breeding achievements for distinctness, uniformity, and stability (DUS)" (No. 124111200132–6).

For citation

Kudryavtsev A.A., Marenkova A.G., Bazhenova S.S., Vertikova E.A. et al. Variability analysis of morphological characteristics of sping wheat in the field conditions of the Central region of Non-chernozem zone of Russia for identification of example varieties to be used in DUS testing. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 97–114.

Введение Introduction

Особое место в ведении сельского хозяйства на высоком уровне в наше время занимает селекционный процесс. Благодаря труду специалистов в области селекции государство может давать адекватный ответ вызовам в вопросах продовольственной независимости и безопасности. Ключевую роль в обеспечении экономического поощрения селекционера играет охраноспособность селекционных достижений.

На международном уровне вопросом патентов на результаты селекции занимается Международный союз по охране новых сортов растений: UPOV (фр. – *Union Internationale pour la protection des obtentions vegetales*) – международная межправительственная организация со штаб-квартирой в Женеве. Российская Федерация является ее членом с 1997 г. Цель ее конвенции заключается в признании странами-членами достижений селекционеров, занимающихся выведением новых сортов растений, путем предоставления им права интеллектуальной собственности на основании ряда четко оговоренных принципов [1, 2]. Главным условием получения патента на селекционное достижение является прохождение DUS-испытания.

Сорт должен обладать ключевыми свойствами: отличимостью, однородностью, стабильностью и новизной согласно критериям DUS (англ. – «*diversity, uniformity, stability*»), в РФ – критериям ООС [3]. Отличимость определяется как достаточное отличие от других сортов, чье существование уже известно. Однородность предполагает выравниваемость сорта по своим относительным характеристикам, отклонения могут иметь место в связи с особенностями размножения. Стабильность означает неизменность важнейших характеристик после неоднократного размножения или, в случае особого цикла размножения, в конце каждого такого цикла [4]. Собственно оценка на ООС выполняется по методике, установленной UPOV, и заключается в наблюдении и оценке различных морфологических признаков культуры [5]. В процессе испытания производится сравнение с сортами-эталоны, у которых проявления признаков остаются максимально стабильными в течение длительного времени.

Именно последний этап является самым сложным как с точки зрения непосредственного проведения испытания, так и в плане организации такового. Изначальная идея конвенции UPOV заключается в использовании универсальной коллекции сортов-эталонных всеми странами-участницами, однако на практике эта цель сталкивается с рядом ограничивающих факторов. Основной из них – неоднородная реакция сортов-эталонных на изменение климатических условий. При радикальном изменении места произрастания проявления признаков могут существенно искажаться, что значительно портит результаты испытания. Кроме того, государства предпочитают использовать собственный семенной материал, что исключает зависимость от международного сообщества. Эти факты определяют высокую потребность в создании национальной коллекции сортов-эталонных, собранной из образцов местной селекции.

В странах ближайшего зарубежья активно проводится аналогичная работа. Так, в Республике Беларусь (далее – РБ) для оценки мягкой пшеницы на ООС применяется схожая методика испытания сортов. Существует одно заметное отличие от методики, используемой Госсортокмиссией: в РБ не производится оценка по такому признаку, как восковой налет на обратной стороне флагового листа [6]. В Украине, напротив, спектр обследуемых признаков значительно шире. Согласно местной методике оценка выполняется по 35 морфологическим признакам, что в значительной мере усложняет работу, но обеспечивает более надежную охраноспособность сорта [7–9]. На основе методик UPOV местные специалисты также сформировали коллекции по таким культурам, как озимая мягкая пшеница, рожь посевная и сорго

обычное [10]. С аналогичной целью в Республике Казахстан проводилась работа по описанию морфологических сортовых признаков ячменя и рапса [11, 12]. Однако необходимым является проведение подобной оценки в отношении культур мягкой яровой пшеницы [13, 14].

Цель исследований: оценка коллекции мягкой пшеницы яровой по степени проявления качественных морфологических признаков и выявление сортов со стабильными проявлениями градаций признаков во времени в качестве кандидатов в сорта-эталон отечественной коллекции.

Методика исследований
Research method

В качестве материала было использовано 64 сорта яровой пшеницы (табл. 1). Семена предоставлены Государственной комиссией Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия»).

Наблюдения и учет признаков проводили на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022–2024 гг. Посевы располагались на полях Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Агротехника – общепринятая для зоны. Посев выполнялся селекционной сеялкой СКС-6–10. Площадь делянки в сеялочном посеве – 1 м², повторность опыта 2-кратная. Уборка – вручную. Учет признаков произведен на второй повторности сеялочных посевов. Проявление всех качественных признаков по каждому сорту фиксировалось с помощью цифровой фотокамеры.

Таблица 1

Изучаемые сорта яровой пшеницы

Table 1

Spring wheat varieties studied

№	Сорт	№	Сорт
1	Иволга	33	Кинельская 59
2	Изера	34	Корнетто
3	Ирень	35	МИС
4	Ленинградская 6	36	Надира
5	Лиза	37	Омская 43
6	Одинцовская	38	Оренбургская 23
7	Памяти Одинцовой	39	Пексесо
8	Талба	40	Саратовская 73
9	Челяба ранняя	41	Свияга

№	Сорт	№	Сорт
10	Баженка	42	Силантий
11	Гречанка	43	Старт 1
12	Злата	44	Степная волна
13	Ирень 2	45	Токката
14	КВС Буран	46	Тулайковская 5
15	Краснозерка	47	Фаворит
16	Новосибирская 31	48	Экада 66
17	Новосибирская 41	49	Эстер
18	Оренбургская 22	50	Юбилейная 60
19	Сударыня	51	Юнион
20	Челяба 2	52	Балкыш
21	Ясмунд	53	Бурятская остистая
22	Алтайская 75	54	КВС Торридон
23	Амир	55	Лидер 80
24	Амурская 1495	56	ОМ ГАУ 100
25	Бисерть	57	Рикс
26	Гаренда	58	Сибирская 12
27	Дальгау 3	59	Тая
28	Зауральская жемчужина	60	Уралосибирская 2
29	Зинаида	61	Чистопольская
30	Ирвита	62	Элемент 22
31	Йолдыз	63	Старт
32	КВС Широко	64	Тризо

Для оценки сортов мягкой пшеницы на отличимость, однородность и стабильность применяется анализ по 27 морфологическим признакам. В данных исследованиях рассмотрим часть качественных признаков из группы VG, проявляющихся в полевых условиях: тип куста, антоциановая окраска ушек флагового листа, восковой налет на влагалище флагового листа, восковой налет на колосе, восковой налет на подколосовом междоузлии, восковой налет на обратной стороне флагового листа. Оценка выполнялась визуальным осмотром растений на делянке с последующим присваиванием индекса, соответствующего проявлению признака. Периоды оценки приведены в соответствии с десятичным кодом Zadoks для стадий развития зерновых культур [15].

Данные о метеорологических условиях вегетации за период проведения исследований были предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Результаты и их обсуждение Results and discussion

Признак «Тип куста». Данный признак является наиболее ранним из рассмотренных в данных исследованиях. Проводится визуальный осмотр расположения листьев и побегов согласно схеме, представленной в методике. Для этого используют угол, образованный внешними листьями и побегами и горизонтом почвы. Оценка проявления выполняется в фазу кущения, до начала выхода в трубку. У данного признака отмечают 5 градаций: 1 – прямостоячий тип; 3 – полупрямостоячий тип; 5 – промежуточный тип; 7 – полустелющийся тип; 9 – стелющийся тип. Среди образцов исследованной нами коллекции яровой пшеницы мягкой были обнаружены градации 1, 3 и 5 (рис. 1). Сорт со полустелющимся и стелющимся типом куста найден не было.

Признак «Антоциановая окраска ушек флагового листа». Оценка данного признака должна приходиться на стадию колошения, вплоть до начала цветения и выброса пыльников. Градация проявлений представлена 5 индексами окраски: 1 – отсутствует или очень слабая; 3 – слабая; 5 – средняя; 7 – сильная; 9 – очень сильная. Среди сортов изученной коллекции было обнаружено 4 градации признака со стабильным проявлением, а именно 1, 3, 7 и 9 (рис. 2). Сорта, проявляющие среднюю интенсивность окраски (индекс 5), были обнаружены в отдельно взятые годы, однако они обладали низкой стабильностью и проявляли иные градации признака в остальное время.



Рис. 1. Градации признака «Типа куста»:

a – прямостоячий тип, индекс 1 (Челяба ранняя, 2022 г.);
б – полупрямостоячий тип, индекс 3 (Ирень, 2022 г.); *в* – промежуточный тип, индекс 5 (Старт 1, 2022 г.)

Figure 1. Gradations of the “bush type” characteristic:

a – erect type, index 1 (Chelyaba rannyya, 2022), *b* – semi-erect type, index 3 (Iren', 2022),
c – intermediate type, index 5 (Start 1, 2022)

Среди прочих изученных признаков антоциановая окраска ушек представляет особый интерес. В большой степени проявление любой антоциановой окраски на органах растений зависит от метеорологических условий внешней среды. В рамках одного периода сорта пшеницы будут, очевидно, различаться по степени интенсивности окраски. Однако известен тот факт, что сама по себе интенсивность антоциановой окраски тем выше, чем ниже температурный режим вегетационного периода и чем выше количество осадков в сочетании с высоким уровнем освещенности [16]. Метеорологические условия трех лет испытаний между собой разительно отличались, что неизбежно оказало влияние на интенсивность проявления разных признаков. Оценка антоциановой окраски ушек флагового листа выполнялась в соответствующие методике стадии развития и приходилась на период с 15 июня по 20 июля, в зависимости от года и скорости развития каждого отдельного сортообразца (табл. 2).

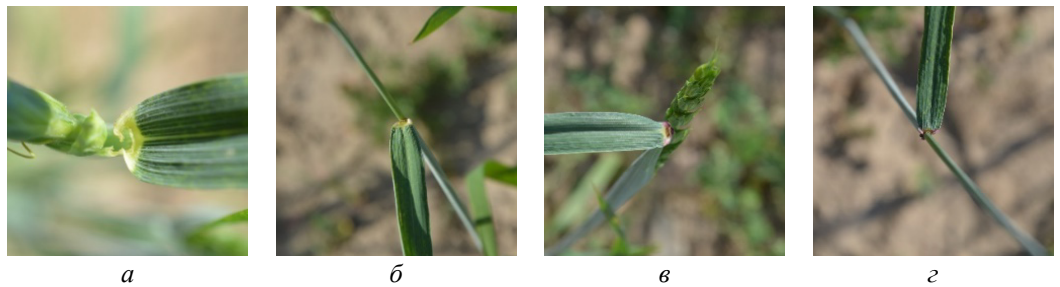


Рис. 2. Градации признака «Антоциановая окраска ушек»:
а – отсутствует или очень слабая, индекс 1 (Гречанка, 2022 г.);
б – слабая, индекс 3 (Баженка, 2023 г.); *в* – сильная, индекс 5 (Ирень, 2023 г.);
г – очень сильная, индекс 9 (Злата, 2023 г.)

Figure 2. Gradations of the “anthocyanin coloration of the auricles”:
a – absent or very weak, index 1 (Grechanka, 2022), *b* – weak, index 3 (Bazhenka, 2023),
c – strong, index 5 (Iren’, 2023), *d* – very strong, index 9 (Zlata, 2023)

Таблица 2

Метеорологические условия в период проявления признаков с антоциановым окрашиванием

Table 2

Meteorological conditions during the period of manifestation of signs with anthocyanin staining

Месяц	Год наблюдений	Сумма осадков, мм	Средне-многолетние данные, мм	Среднесуточная температура воздуха, °С	Средне-многолетние данные, °С
Июнь	2022	48,9	77	18,79	16,73
	2023	78,2		16,85	
	2024	166,3		20,06	
Июль	2022	90,7	91	20,61	18,3
	2023	151,2		18,53	
	2024	92,2		22,47	

Результаты наблюдений подтверждают высокое влияние внешних условий произрастания на уровень выраженности антоциановой окраски. Замечено, что в 2023 г. антоциановая окраска ушек флагового листа проявлялась более интенсивно по сравнению с 2022 и 2024 гг. Зафиксировано, что многие сорта с индексом 1 в 2022 и 2024 гг. обладали в 2023 г. индексом 3, и это явно свидетельствует о нестабильности проявления данного признака. Также по данной причине стало невозможно выделить стабильный сорт с индексом 5, так как все образцы с соответствующей степенью признака проявили более интенсивные уровни окраски и были исключены из учета.

Признак «Восковой налет влагалища флагового листа». Период оценки признака приходится на промежуток времени между стадиями колошения и цветения. При оценке признака учитывается площадь покрытия органа восковым налетом, а также его интенсивность. Для данного признака, а также для остальных представленных в данном исследовании признаков воскового налета на разных органах яровой пшеницы мягкой, применяется шкала, состоящая из 5 индексов проявления признака: 1 – отсутствует или очень слабая; 3 – слабая; 5 – средняя; 7 – сильная; 9 – очень сильная. У большинства сортов налет отмечался в промежутке от среднего до очень сильного проявления с некоторой нестабильностью в большую или меньшую сторону. Сорта с более слабыми налетами, напротив, представлены гораздо менее широко, и часть из них проявляла нестабильность в сторону повышения интенсивности воскового налета. Это объясняется тем, что сам по себе признак безвосковости у мягкой пшеницы встречается относительно редко [7, 17]. В изученной коллекции были выделены градации 3, 5, 7 и 9 (рис. 3). Сорт с отсутствующим налетом (индекс 1) не обнаружено за все 3 года исследований.

Признак «Восковой налет на колосе». Признак оценивается визуально по площади и интенсивности налета начиная с момента полного выколашивания. В исследованной коллекции удалось выявить все возможные градации признака – с 1 до 9 (рис. 4). Особый интерес среди прочих представляет сорт Дальгау 3, являющийся единственным среди всех образцов с индексом 1 по данному признаку.

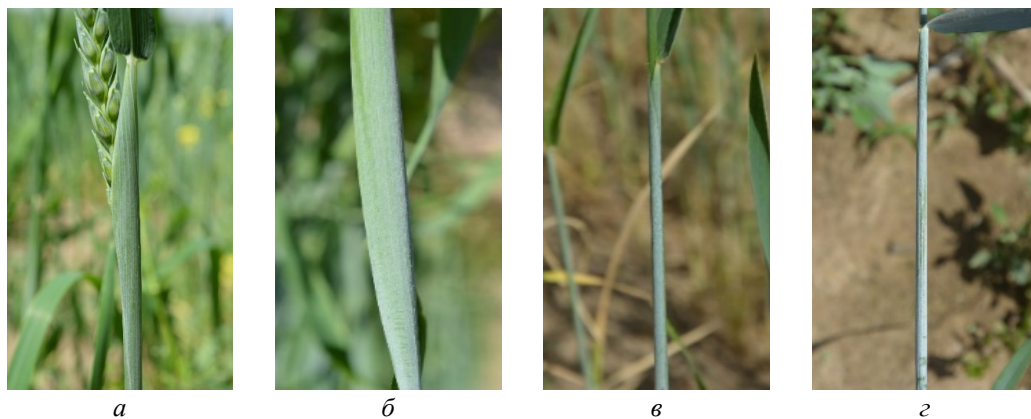


Рис. 3. Градации признака «Восковой налет на влагалище листа»:

a – слабый, индекс 3 (КВС Широко, 2022 г.); *б* – средний, индекс 3 (Силантий, 2022 г.);
в – сильный, индекс 5 (МИС, 2023 г.); *г* – очень сильный, индекс 9 (Гаренда, 2023 г.)

Figure 3. Gradations of the sign “glaucosity on the leaf sheath”:

a – weak, index 3 (KVS Sfirokko, 2022), *b* – medium, index 3 (Silantiy, 2022), *c* – strong, index 5 (MIS, 2023), *d* – very strong, index 9 (Garenda, 2023)

Признак «Восковой налет на подколосовом междоузлии». Признак оценивают с помощью визуального осмотра массы растений. Отмечается крайняя нестабильность признака во времени. При наличии отдельных примеров градаций 1 и 3 сортов со стабильным признаком проявлений этих индексов нет. Кроме того, большинство сортов даже с обнаруженными индексами 5, 7 и 9 имеет тенденцию разного проявления этого признака. Так, сорт Силантий выбран ниже в качестве сравнительной иллюстрации (рис. 5). В реальности у него имеется склонность к проявлению более слабого налета, вплоть до индекса 3.



Рис. 4. Градации признака «Восковой налет на колосе»:

a – отсутствует или очень слабый, индекс 1 (Дальгау 3, 2022 г.);
б – слабый, индекс 3 (Лиза, 2022 г.); *в* – средний, индекс 5 (Старт 1, 2022 г.);
г – сильный, индекс 7 (Гречанка, 2022 г.); *д* – очень сильный, индекс 9 (Иволга, 2022 г.)

Figure 4. Gradations of the “glaucosity on the ear”:

a – absent or very weak, index 1 (Dal’gau 3, 2022), *b* – weak, index 3 (Lisa, 2022),
c – medium, index 5 (Start 1, 2022), *d* – strong, index 7 (Grechanka, 2022),
e – very strong, index 9 (Ivolga, 2022)



Рис. 5. Градации признака «Восковой налет на подколосовом междоузлии»:
a – средний, индекс 5 (Силантий, 2022 г.); *б* – сильный, индекс 7 (Ирень, 2022 г.);
в – очень сильный, индекс 9 (Иволга, 2022 г.)

Figure 5. Gradations of the sign “glaucosity on the neck”:

a – medium, index 5 (Silantiy, 2022), *b* – strong, index 7 (Iren’, 2022),
c – very strong, index 9 (Ivolga, 2022)

Признак «Восковой налет на обратной стороне флагового листа». Аналогично другим признакам воскового налета градации со слабым проявлением представлены очень узко. В то же время сорт КВС Широко проявлял очень высокий уровень стабильности на протяжении всего периода исследований, благодаря чему градации данного признака были представлены в полном объеме – от 1 до 9 (рис. 6).

По результатам проведенного анализа был выявлен перечень сортов с наиболее стабильными проявлениями морфологических сортовых признаков (табл. 3). К последним можно отнести, в частности, образцы Дальгау 3 (отсутствие воскового налета на колосе) и КВС Широко (отсутствие воскового налета на обратной стороне флагового листа).

Представленные данные позволяют сделать предположение того, что приведенные в таблице сорта могут быть отобраны в качестве кандидатов в сорта-эталон по соответствующим им проявлениям признаков в условиях ЦРНЗ.

Среди изученных сортообразцов не обнаружено нескольких степеней выраженности по следующим признакам (в скобках указан индекс выраженности): тип куста – полустелющийся (7); стелющийся (9); антоциановая окраска ушек флагового листа – средняя (5); восковой налет на влагалище флагового листа отсутствует или очень слабый (1); восковой налет на подколосовом междоузлии отсутствует или очень слабый (1), слабый (3).

Из изученных сортов можно отобрать ряд образцов, обладающих несколькими проявлениями различных признаков (табл. 4). К таковым, например, относятся сорта Иволга, Гречанка и КВС Широко, у которых было выявлено по 4 признака со стабильно проявляющейся градацией.

Среди перечисленных образцов нами выделены сорта с самым стабильным проявлением признаков, которые могут служить кандидатами в сорта-эталон при оценке на охраноспособность (табл. 5). Эти сорта являются минимальным набором, который полностью закрывает весь спектр обнаруженных нами стабильных проявлений морфологических признаков.



Рис. 6. Градации признака «Восковой налет на обратной стороне флагового листа»: *a* – отсутствует или очень слабый, индекс 1 (КВС Широко, 2023 г.); *б* – слабый, индекс 3 (Сибирская 12, 2023 г.); *в* – средний, индекс 5 (Гречанка, 2023 г.); *г* – сильный, индекс 7 (ОМ ГАУ 100, 2023 г.); *д* – очень сильный, индекс 9 (Гаренда, 2023 г.)

Figure 6. Gradations of the sign “glaucosity on the flag leaf back”:

a – absent or very weak, index 1 (KVS Shirokko, 2023);
b – weak, index 3 (Sibirskaya 12, 2023); *c* – medium, index 5 (Grechanka, 2023);
d – strong, index 7 (OM GAU100, 2023); *e* – very strong, index 9 (Garenda, 2023)

**Сорта мягкой пшеницы со стабильными проявлениями признаков
за годы испытаний в условиях ЦРНЗ**

Table 3

**Soft wheat varieties with stable manifestations of characteristics
over the years of testing under the conditions of the Central region
of Non-chernozem zone of Russia**

№	Ин-декс	Степень выраженности	Сорта
1	Тип куста (габитус)		
	1	Прямостоячий	Челяба ранняя*, Челяба 2, Гречанка, Элемент 22
	3	Полупрямостоячий	Ирень, Краснозерка, Сударыня, Амурская 1495, Йолдыз, Оренбургская 23, Степная волна
	5	Промежуточный	Старт 1, Тая
	7	Полустелющийся	—
	9	Стелющийся	—
2	Антоциановая окраска ушек флагового листа		
	1	Отсутствует или очень слабая	Челяба ранняя, Челяба 2, Памяти Одинцовой, Гречанка, Пексесо, Тризо, Токката, Юнион, Сибирская 12, КВС Широко, Ирвита
	3	Слабая	Баженка, Оренбургская 22, Амир
	5	Средняя	—
	7	Сильная	Ирень
	9	Очень сильная	Талба
3	Восковой налет на влагалище флагового листа		
	1	Отсутствует или очень слабый	—
	3	Слабый	КВС Широко
	5	Средний	Силантий, Уралосибирская 2, Оренбургская 23, Эстер, Кинельская 59
	7	Сильный	Талба, КВС Торридон, Тая, Чистопольская, Зауральская жемчужина
	9	Очень сильный	Иволга, Элемент 22, Гаренда, Пексесо

№	Индекс	Степень выраженности	Сорта
4	Восковой налет на колосе		
	1	Отсутствует или очень слабый	Дальгау 3
	3	Слабый	Лиза, Новосибирская 31, Амир, Кинельская 59, Бурятская остистая, Амурская 1495
	5	Средний	Ирень, Талба, Злата, Челябинка 2, Надира, Старт 1, Лидер 80, ОМ ГАУ 100, Тая
	7	Сильный	Гречанка, КВС Буран, Оренбургская 23, Экада 66, Юнион
	9	Очень сильный	Иволга, Гаренда
5	Восковой налет на подколосовом междоузлии		
	1	Отсутствует или очень слабый	–
	3	Слабый	–
	5	Средний	Краснозерка, Амурская 1495, Ирвита, КВС Широко
	7	Сильный	Ирень, КВС Буран, Надира, Юбилейная 60, Лидер 80, Чистопольская
	9	Очень сильный	Иволга, Гаренда, Пексесо, Корнетто, Изера
6	Восковой налет на обратной стороне флагового листа		
	1	Отсутствует или очень слабый	КВС Широко
	3	Слабый	Ленинградская 6, Челябинка ранняя, Сибирская 12
	5	Средний	Одинцовская, Гречанка, Краснозерка, Кинельская 59
	7	Сильный	Йолдыз, КВС Торридон, Тризо
	9	Очень сильный	Иволга, Гаренда, Пексесо, Корнетто, Юнион

*Полужирным шрифтом отмечены сорта, проявляющие несколько стабильных градаций признаков, а также сорта, проявляющие уникальные градации признаков.

Таблица 4

**Сорта-кандидаты в эталоны по нескольким признакам,
а также с уникальными проявлениями градаций признаков**

Table 4

**Candidates for example varieties by several traits,
as well as with unique manifestations of gradations of characteristics**

Количество признаков	Наименования сортов
1	Лиза, Баженка, Дальгау 3, Силантий
2	Старт 1, КВС Торридон , Элемент 22, Сибирская 12, Корнетто, Йолдыз
3	Талба, Челябинка ранняя , Оренбургская 23, Челябинка 2, Амурская 1495, Юнион, Тая
4	Иволга, Ирень, Гречанка, КВС Широко , Гаренда, Пексесо

Таблица 5

**Сорта с комплексом признаков, стабильно проявляющихся по годам в
условиях центрального района Нечерноземной зоны**

Table 5

**Varieties with a set of characteristics stable over the years under the conditions
of the Central region of Non-chernozem zone of Russia**

№ признака	Градация	Иволга	Ирень	Лиза	Талба	Челябка ранняя	Баженка	Гречанка	Дальгау 3	КВС Широко	Силантий	Старт 1	КВС Торридон
Тип куста	1					+		+					
	3		+										
	5											+	
	7												
	9												
Антоциановая окраска ушек флагового листа	1					+			+	+			
	3						+						
	5												
	7		+										
	9				+								

№ признака	Градации	Иволга	Ирень	Лиза	Талба	Челяба ранняя	Баженка	Гречанка	Дальгау 3	КВС Широко	Силантй	Старт 1	КВС Торридон
Восковой налет на влагалище флагового листа	1												
	3									+			
	5										+		
	7				+								+
	9	+											
Восковой налет на колосе	1								+				
	3			+									
	5		+		+							+	
	7							+					
	9	+											
Восковой налет на подколосовом междоузлии	1												
	3												
	5									+			
	7		+										
	9	+											
Восковой налет на обратной стороне флагового листа	1									+			
	3					+							
	5							+					
	7												+
	9	+											

Выводы Conclusions

В результате проведенных исследований выделен ряд сортов яровой пшеницы мягкой, которые могут послужить кандидатами в эталоны по максимальному спектру градаций морфологических признаков: Иволга, Ирень, Лиза, Талба, Челябинская, Баженка, Гречанка, Дальгау 3, КВС Широко, Силантий, Старт 1, КВС Торридон. Указанные сорта отражают все найденные нами градации признаков. Выделены сорта с уникальным проявлением градаций признаков: Ирень (сильная антоциановая окраска ушек флагового листа), Талба (очень сильная антоциановая окраска ушек флагового листа), КВС Широко (слабый восковой налет на влагалище флагового листа, очень слабый восковой налет на обратной стороне флагового листа), Дальгау 3 (очень слабый восковой налет на колосе. В 2023 г. все сорта изученной коллекции проявляли более интенсивную антоциановую окраску ушек флагового листа. В условиях ЦРНЗ среди сортов коллекции, рассмотренных в рамках исследований, не было найдено образцов со стабильным проявлением следующих градаций признаков: тип куста – полустелющийся (7); стелющийся (9); антоциановая окраска ушек флагового листа – средняя (5); восковой налет на влагалище флагового листа отсутствует или очень слабый (1); восковой налет на подколосовом междоузлии отсутствует или очень слабый (1), слабый (3).

Список источников

1. О присоединении Российской Федерации к Международной конвенции по охране новых сортов растений: Постановление Правительства РФ от 18 декабря 1997 г. № 1577
2. Деятельность UPOV. UPOV Международный союз по охране новых сортов растений // ФГБУ «Госсорткомиссия»: официальный сайт. 12.12.2008. URL: <https://gossortrf.ru/deyatelnost-upov/> (дата обращения: 31.11.2024)
3. Гражданский кодекс Российской Федерации от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ, ред. от 30 января 2024 г.
4. Березкин А.Н., Малько А.М., Чередниченко М.Ю. *Международный опыт развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур*: Учебное пособие. Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. 447 с.
5. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.). RTG/0003/2: утв. ФГУ «Госсорткомиссия» от 27 октября 2004 г. № 12-06/14
6. Фандо В.В., Жибуртович Л.И., Афельдер Л.И. *Методика по испытанию сортов растений на отличимость, однородность и стабильность*. Минск: ИВЦ Минфина, 2004. 274 с.
7. Василюк П.Н. Формирование коллекций сортов пшеницы озимой мягкой (*Triticum aestivum* L.) с эталонными признаками при проведении экспертизы на ООС // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013. № 3. С. 4-7
8. Методика проведения экспертизы сортов растений группы зерновых на отличимость, однородность и стабильность (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.): утв. директором УИЕСР С. Мельником, 2016. С. 52–70.
9. Василюк П.Н., Грынив С.Н., Каражбей Г.Н. и др. Научное обоснование стабильности проявления морфологических признаков пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) при проведении квалификационной экспертизы на ООС // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012. № 1. С. 36-39

10. Каражбей Г.Н., Грынин С.Н., Безручко О.И., Каминская Л.В. Исследование морфологических признаков ржи посевной (*Secale cereale* L.) и сорго обычного (двухцветного) (*Sorghum bicolor* L.) // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013. № 1. С. 69–73. EDN: VDWPZD
11. Абугалиева А.И., Скокбаев С.О., Драчева Л.М. и др. Отличимость, однородность и стабильность сортов ячменя по морфологическим и молекулярным маркерам согласно UPOV // *Биотехнология. Теория и практика*. 2005. № 1. С. 26–39. EDN: UMWTRT
12. Долгих Л.А., Абугалиева А.И. Рапс и его идентификация согласно UPOV // *Масличные культуры*. 2009. № 1 (140). С. 127–133. EDN: KNOSPI
13. Бородий С.А., Виноградова В.С., Макаров С.С. Имитационно-динамическая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы сорта Любава с корректировкой на эффективность гуминового комплекса «Экобиосфера Б» // *Аграрный вестник Нечерноземья*. 2024. № 2 (14). С. 6–20. https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
14. Виноградова В.С., Бородий С.А., Макаров С.С. Ростовая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы Любава на фоне предпосевной обработки семян препаратом «Экобиосфера Б» // *АгроЭкоИнфо*. 2024. № 2. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (дата обращения: 31.11.2024)
15. Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*. 1974;14:415-421
16. Масленников П.В., Чупахина Г.Н. Влияние света различной интенсивности на биосинтез антоцианов // *IV Международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования»*. Пушчино, 2001. С. 522-524
17. Гончаров Н.П. *Сравнительная генетика пшениц и их сородичей*: Монография. Новосибирск: Гео, 2012. 523 с. EDN: OUKRVZ

References

1. Russian Federation Government Resolution No. 1577 dated December 18, 1997 “On the Accession of the Russian Federation to the International Convention for the Protection of New Plant Varieties”. (In Russ.) URL: <http://newscity.info/akty/acting-05/tekst-zi-trud-pravo.htm> (accessed: November 31, 2024)
2. UPOV activities. UPOV International Union for the Protection of New Varieties of Plants. UPOV publication No. 437(R) dated December 12, 2008. (In Russ.) URL: <https://gossortrf.ru/deyatelnost-upov/> (accessed: November 31, 2024)
3. Civil Code of the Russian Federation No. 230-FZ dated December 18, 2006. (In Russ.) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/ (accessed: November 31, 2024)
4. Berezkin A.N., Malko A.M., Cherednichenko M.Yu. *International experience of development of selection and seed production of agricultural crops: a training manual*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2012:447. (In Russ.)
5. Methodology of DUS testing. Soft wheat (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.). RTG/0003/2 No. 12-06/14 dated October 27, 2004, approved by FGU “Gossortkomissiya”. (In Russ.)
6. Fando V.V., Zhiburtovich L.I., Afelder L.I. *Methodology for DUS testing of plant varieties*. Minsk, Belarus: IVTs Minfin, 2004:274. (In Russ.)
7. Vasilyuk P.N. Formation of collections of winter soft wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties with standard characteristics in DUS testing. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013;(3):4-7. (In Ukr.)

8. *Guidelines for DUS testing the grain group plants. (Triticum aestivum L. emend. Fiori et Paol.)*. Approved by S. Melnik, Director of UIEPV, 2016:52-70. (In Russ.)
9. Vasilyuk P.N., Griniv S.N., Karazhbey G.N., Ulych L.I. et al. Scientific substantiation of the stability of manifestation of morphological characteristics of soft wheat (*Triticum aestivum L.*) in DUS testing. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012;(1):36-39. (In Ukr.)
10. Karazhbei G.N., Gryniv S.N., Bezruchko O.I., Kaminska L.V. Researching morphological characters of rye (*Secale cereale L.*) and sorghum bicolor (*Sorghum bicolor L.*). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013;(1):69-73. (In Ukr.)
11. Abugalieva A.I., Skokbaev S.O., Dracheva L.M. et al. Distinctiveness, uniformity and stability of barley varieties according to morphological and molecular markers according to UPOV. *Biotehnologiya. Teoriya i praktika*. 2005;1:26-39. (In Russ.)
12. Dolgikh L.A., Abugalieva A.I. Rapeseed and its identification according to UPOV. *Oil Crops*. 2009;(1(140)):127-133. (In Russ.)
13. Borodiy S.A., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Simulation-dynamic model forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava with adjustment for the efficiency of the humic complex “Ecobiosphere B”. *Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Zone*. 2024;2:6-20. (In Russ.) https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
14. Vinogradova V.S., Borodiy S.A., Makarov S.S. Growth Model for forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava against the background of pre-sowing seed treatment with the preparation “Ecobiosphere B”. *AgroEcoInfo*. 2024;2:17. (In Russ.) https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf
15. Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 1974;14:415-421.
16. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N. Effect of light of different intensity on the biosynthesis of anthocyanins. *New and unconventional plants and prospects for their use: Proceedings of the IV international symposium*. Pushchino, Russia: 2001:522-524. (In Russ.)
17. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N. Effect of light of different intensity on the biosynthesis of anthocyanins. *IV Mezhdunarodniy simpozium ‘Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispolzovaniya’*. June 20-24, 2021. Moscow, Russia: Peoples Friendship University of Russia, 2001:522-524. (In Russ.)
18. Goncharov N.P. *Comparative genetics of wheat and its relatives*: a monograph. Novosibirsk, Russia: Geo, 2012:523 (In Russ.)

Сведения об авторах

Александр Андреевич Кудрявцев, студент магистратуры кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: lolbol331@gmail.com; <http://orcid.org/0009-0008-5559-9707>

Алина Геннадьевна Маренкова, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: lina.marko@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-1152-8658>

Светлана Сергеевна Баженова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: sbazhenova@rgau-msha.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3123-1154>

Елена Александровна Вертикова, д-р с.-х. наук, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vertikovaea@yandex.ru

Татьяна Александровна Макеева, начальник отдела зерновых культур, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений»; 107045, Российская Федерация, г. Москва, Даев пер., 20; e-mail: zerno@gossortrf.ru

Information about authors:

Alexander A. Kudryavtsev, Master's student of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: lolbol331@gmail.com; <http://orcid.org/0009-0008-5559-970>

Alina G. Marenkova, postgraduate student, Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: lina.marko@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-1152-8658>

Svetlana S. Bazhenova, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: sbazhenova@rgau-msha.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3123-1154>

Elena A. Vertikova, DSc (Ag), Professor at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: vertikovaea@yandex.ru

Tatiana A. Makeeva, Head of the Department of Grain Crops, State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection; 20 Daev lane, Moscow, 107045, Russian Federation; e-mail: zerno@gossortrf.ru

ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

**Оценка качества зерна образцов коллекции озимой мягкой пшеницы
в Московской сельскохозяйственной академии**

Денис Владимирович Нагайцев[✉], Екатерина Константиновна Барнашова

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

[✉]**Автор, ответственный за переписку:** rainbowdash1818@yandex.ru

Аннотация

В статье представлены результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы по показателям качества зерна. Исследования проводили в 2022–2023 гг. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Использованы общепринятые методы лабораторных исследований физических, биохимических и хлебопекарных качеств зерна. Метеорологические условия лет изучения различались, что сказалось на качестве зерна озимой пшеницы. В 2022 г. осадки распределялись относительно равномерно на фоне повышенной температуры воздуха. В 2023 г. засушливые периоды перемежались с избыточно увлажненными при умеренной температуре. В оба года в фазу созревания выпадали осадки, способствующие энзимо-микозному истощению зерна, снижению его натуры и стекловидности. В результате исследований показано, что все изученные сорта озимой пшеницы являются крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 40 г). Максимальные значения массы 1000 зерен выявлены у сортов Немчиновская 85, Августа, Тимирязевка 150, Кавалерка, Стан, Есаул, Бирюза, Корона, Аглика, Болярка, Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Донэко. Все сорта селекции ФИЦ «Немчиновка», почти все селекции НЦЗ имени П.П. Лукьяненко, а также Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Доминанта способны формировать зерно с натурой выше 740 г/л в условиях центрального района Нечерноземной зоны. Сорта Жива, Степь, Стан и Карат характеризуются стабильностью по годам. Выделены сорта с высоким потенциалом стекловидности (выше 60%): Московская 39, Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Доминанта. Сорта Московская 40, Ваня, Есаул, Аглика характеризуются стабильным накоплением белка и клейковины в зерне независимо от года. Все сорта озимой пшеницы отнесены в группы ценной и сильной по качеству пшеницы. Все они пригодны к использованию в селекции на высокие хлебопекарные качества в центральном районе Нечерноземной зоны. Индексная оценка сортов по комплексу признаков качества зерна выделила сорта Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза. Эти сорта рекомендуются для селекции озимой пшеницы на качество в центральном районе Нечерноземной зоны России.

Ключевые слова

Озимая пшеница, сорт, коллекция, качество зерна, объемный выход хлеба, селекция

Для цитирования

Нагайцев Д.В., Барнашова Е.К. Оценка качества зерна образцов коллекции озимой мягкой пшеницы в Московской сельскохозяйственной академии // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 115–135.

**Grain quality assessment of winter soft wheat collection samples
at Moscow Agricultural Academy**

Denis V. Nagaytsev[✉], Ekaterina K. Barnashova

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

[✉]**Corresponding author:** rainbowdash1818@yandex.ru

Abstract

The article presents the results of the study of winter wheat varieties in terms of grain quality. The study was conducted in 2022–2023 at the Field Experimental Station of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The common methods of laboratory research of physical, biochemical and baking qualities of grain were used. The meteorological conditions of the study years varied influencing the grain quality of winter wheat. In 2022, precipitation was relatively evenly distributed against the background of elevated air temperature. In 2023, dry periods were interspersed with excessively humid ones at moderate temperatures. In both years, precipitation during the ripening phase, contributed to the enzymatic depletion of grain, decreased its weight and vitreousness. As a result of the research, it was shown that all the studied winter wheat varieties are coarse-grained with thousand-kernel weight over 40 g. The maximum weight values were found in varieties Nemchinovskaya 85, Augusta, Timiryazevka 150, Kavalerka, Stan, Esaul, Biryuza, Korona, Aglika, Bolyarka, Goriza, Todora, Karat, Leonida, Doneko. All the varieties of the Federal Research Center “Nemchinovka”, almost all of the selection of the National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko, as well as Goriza, Todora, Karat, Leonida, and Dominanta are capable of forming grain with a grain weight above 740 g/l in the conditions of the Central region of the Non-chernozem zone. Zhiva, Step', Stan and Karat are characterized by stability over the years. The varieties with high vitreous potential (above 60%) have been identified: Moskovskaya 39, Moskovskaya 40, Nemchinovskaya 85, Vanya, Kavalerka, Stan, Esaul, Bolyarka, Dominanta. Varieties Moskovskaya 40, Vanya, Esaul, Aglika are characterized by a stable accumulation of protein and gluten in the grain, regardless of the year. All the varieties of winter wheat are classified into the groups of valuable and high-quality wheat. All of them are suitable for use in breeding for high baking qualities in the Central region of Non-chernozem zone of Russia. The index assessment of varieties on the complex of grain quality characteristics highlighted varieties Moskovskaya 40, Nemchinovskaya 85, Vanya, Stan, Esaul, Goriza. These varieties are recommended for breeding winter wheat for quality in the Central region of the Non-chernozem zone of Russia.

Keywords

Winter wheat, variety, collection, grain quality, bread volume yield, breeding

For citation

Nagaytsev D.V., Barnashova E.K. Grain quality assessment of winter soft wheat collection samples at Moscow Agricultural Academy. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 115–135.

Введение

Introduction

Озимая пшеница – одна из самых востребованных сельскохозяйственных культур в мире. Важной задачей при селекции этой культуры является повышение качества зерна новых высокоурожайных сортов [7, 14]. К качеству зерна пшеницы всегда предъявляются высокие требования. Высококачественное зерно необходимо для внутреннего потребления и для экспорта в другие страны. Поэтому требуется, чтобы зерно пшеницы было крупным, стекловидным, с высокой натурной массой, имело хорошие мукомольные и хлебопекарные качества. Качество зерна пшеницы зависит как от генотипа сорта, так и от внешних факторов среды [12, 15]. Важнейшими критериями качества зерна мягкой пшеницы являются содержание и качество клейковины и белка [3, 11]. Существует мнение о том, что увеличение содержания белка в зерне на 1% равноценно увеличению урожайности зерна на 6–7 ц/га [13].

В российской пшенице, выращенной в разных регионах страны, практически отсутствует корреляция между содержанием клейковины и содержанием белка. По данным Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ), это соотношение колеблется в диапазоне 0,4...2,4 [5]. Изучение имеющегося исходного материала является неотъемлемой частью любого селекционного процесса [7]. При подборе родительских пар для гибридизации при селекции на качество зерна следует включать образцы с повышенным содержанием клейковины и белка, высокими хлебопекарными свойствами. В дальнейшем при постоянном контроле качества селекционного материала на всех этапах селекционного процесса возможно создание новых сортов высококачественной пшеницы [2, 4].

В последние годы перспективным направлением селекции на качество зерна является создание сортов с фиолетовым зерном. Такая окраска зерна пшеницы свидетельствует о повышенном содержании каротиноидов и антоцианов. Последние уменьшают количество свободных радикалов и предотвращают раковые заболевания [16].

Цель исследований: определение качества зерна сортообразцов коллекции озимой мягкой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева для дальнейшего их использования в селекции.

Методика исследований

Research method

Исследования проводились на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022–2023 гг. Материалом для исследования послужил 31 сорт пшеницы мягкой озимой разного происхождения (табл. 1). Стандартом являлся высокоурожайный высококачественный сорт Московская 39 селекции ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка».

Площадь делянки составляет 1 м², повторность двукратная, размещение систематическое. Использовали общепринятую в регионе агротехнику для выращивания озимой пшеницы [8]. Норму высева всхожих семян озимой пшеницы – 5 млн шт/га. Предпосевное внесение удобрений составляло 200 кг/га азофоски (NPK 16:16:16). В период начала весеннего отрастания проводили весеннюю подкормку аммиачной селитрой N75, вторую подкормку N35 – в фазу окончания выхода в трубку.

Таблица 1

Изучаемые сорта озимой мягкой пшеницы

Table 1

Studied varieties of winter soft wheat

Название сорта	Родословная	Оригинатор сорта
Московская 39 (st)	Обрий × Янтарная 50	ФИЦ «Немчиновка»
Московская 40	Многokратный индивидуальный отбор из сорта Московская 39	
Московская 56	(Мироновская полунинтенсивная × Инна) × × Московская 39	
Немчиновская 85	Агарік х Памяти Федина	
Граф	(Лютесценс 2184 h 31 × Фортуна) × × Лютесценс 2173 h 69	ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
Ваня	Васса × Юнона	
Юнона	Ейка х Лютесценс 5573h16	
Сварог	Дея × Лютесценс 9923h210–33) × × (Лютесценс 250hГЗГ12 × Юнона)	
Жива	(Лютесценс 7744 h 49–66 × Таня) × Лига	
Степь	Л369–93к14 × Bask Palenque	
Августа	(Альбатрос Одесский х Харьковская 82) × × Украинка Одесская	
Тимирязевка 150	Лютесценс 2935к51 × Фортуна	
Веха	(Купава х Линия 500) × Л. 1120 я 16	
Кавалерка	(Лютесценс 9274h222 × Лютесценс 9394h13) × × (Лютесценс 7643hГ12–12 × Краснодарская 99)	
Стан	(Фронтана × Юна) × Юна	
Есаул	Эритроспермум 420к1 × × Донская полукарликовая	
Бирюза	(Лютесценс 1985h331 × Лютесценс 4523h42) × × (Зимородок × 6687–12)	

Название сорта	Родословная	Оригинатор сорта
Корона	–	Добружанский сельскохозяйственный институт (Болгария)
Аглика	–	
Болярка	–	
Гориза	–	
Тодора	–	
Карат	–	
Ласка	–	
Корнфильд	–	–
Августина	Лютесценс 52/84–77 × Эритроспермум 59	ТОО «Карабалыкская СХОС»
Леонида	(Киевская 8 × Мироновская 68) × Киевская 8	КХ Ивашова А.Д.
Тимирязевская Юбилейная	(Немчиновская 24 × Зимородок) × Юбилейная 100	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Доминанта	{[DZ-21, Румыния × (9372/78 × Астра)] × × Одесская 133} × [(Тарасовская 29 × Дрина) × × Альбатрос одесский]	Федеральный Ростовский аграрный научный центр
Донэко	Тарасовская 87 × (Martonvasari 12 × × Тарасовская 87)	
Губернатор Дона	Альбатрос одесский × Харьковская 82) × × Украинка Одесская	

Лабораторные оценки зерна были сделаны на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Были использованы общепринятые методики. Массу 1000 семян определяли по ГОСТ 12042–80 [1], стекловидность зерна – на диафаноскопе [9], натуры зерна – с помощью микропурки [10]. Содержание белка и клейковины определяли на спектрофотометре «Спектран ИТ» [7]. Для прямого определения хлебопекарных качеств выполняли пробную лабораторную выпечку полумикрометодом [9].

Полученные данные были обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа и корреляционного анализа.

Качественные характеристики зерна пшеницы зависят как от генотипа, так и от его реализации в конкретных погодных условиях. Особенно это показательно в условиях избыточного увлажнения центрального района Нечерноземной зоны. Метеорологические условия от начала весеннего отрастания озимой пшеницы до созревания в 2022 и 2023 гг. различались (рис. 1).

В 2022 г. метеорологические условия были благоприятными для развития растений озимой пшеницы. Начальное отрастание и дальнейшее развитие растений до цветения происходили при избытке осадков и благоприятной температуре. Цветение и формирование зерна происходили в I–II декадах июня при достаточном количестве осадков и несколько повышенной температуре воздуха по сравнению со среднемноголетними данными для этого периода. Начало налива совпало с сильным недостатком осадков, которое затем было компенсировано. Такие условия способствуют формированию хорошо выполненного зерна. В период созревания наблюдали неравномерное выпадение осадков при повышенной температуре. Такие условия способствуют энзимо-микозному истощению зерна, итогом которого является предуборочное прораствание зерна в колосе.

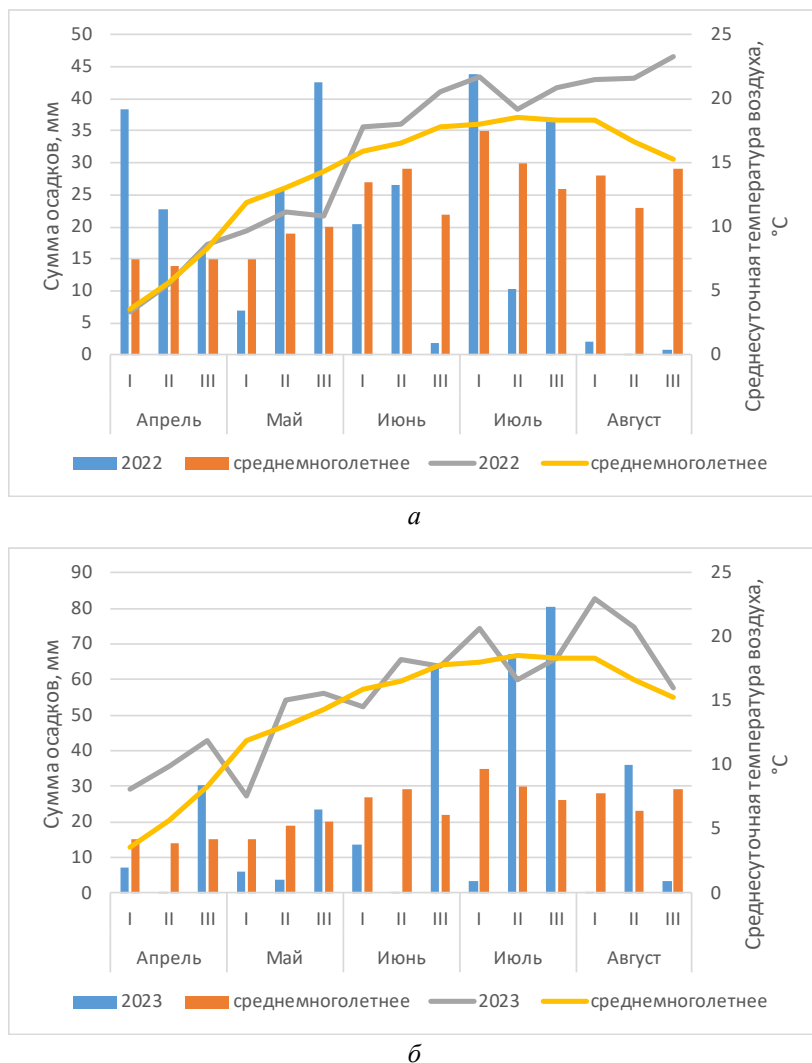


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода лет изучения: а – 2022 г.; б – 2023 г. (по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона)

Figure 1. Meteorological conditions of the growing season of the study years: а – 2022; б – 2023 [data provided by the V.A. Mikhelson Meteorological Observatory]

Условия 2023 г. отличались крайней неравномерностью выпадения осадков, их регулярным недостатком при умеренном температурном режиме до начала цветения. Вторая половина вегетации, наоборот, характеризовалась рекордным избытком осадков, так что формирование, налив и созревание зерна протекали в условиях, благоприятных для преждевременного прорастания зерна до уборки.

Результаты и их обсуждение
Results and discussion

Результаты оценки физических свойств зерна озимой пшеницы представлены в таблице 2. Прослеживается явное влияние метеорологических факторов лет вегетации.

Рассмотрим массу 1000 зерен как основной интегральный показатель, характеризующий влияние всего комплекса условий, сложившихся в каждом конкретном году вегетации, на реализацию генотипа. Влияние метеорологических условий ярко прослеживается значительным изменением массы 1000 зерен в разные годы у отдельных сортов. В наборе имеются сорта, зерно которых в 2023 г. имело вес на 10–16 г больше, чем в предыдущем году (Немчиновская 85, Бирюза, Корнфильд, Тимирязевская Юбилейная). Очевидно, что эти сорта являются отзывчивыми на улучшение условий увлажнения и принадлежат группе интенсивных сортов. Большинство сортов увеличили массу 1000 зерен на 3–7 г, что показывает их средний уровень отзывчивости.

Таблица 2

Физические свойства зерна озимой пшеницы

Table 2

Physical properties of winter wheat grain

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Стекловидность, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Московская 39 (st)	41,3	48,2	44,8	806,0	746,0	776,0	30,0	75,0	36,0
Московская 40	43,4	48,3	45,9	826,0	746,0	786,0	56,0	63,0	62,0
Московская 56	45,8	45,6	45,7	798,0	740,0	769,0	59,0	52,0	65,0
Немчиновская 85	41,0	55,5	48,3	784,0	744,0	764,0	48,0	76,0	45,0
Граф	39,5	46,4	43,0	793,0	734,0	764,0	58,0	13,0	31,0
Ваня	40,1	47,2	43,7	802,0	766,0	784,0	71,0	60,0	52,0
Юнона	36,4	42,8	39,6	776,0	711,0	744,0	25,0	47,0	55,0
Сварог	38,1	52,3	45,2	812,0	752,0	782,0	31,0	37,0	22,0
Жива	37,6	50,0	43,8	782,0	770,0	776,0	32,0	53,0	59,0

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Стекловидность, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Степь	37,7	46,1	41,9	799,0	754,0	777,0	42,0	34,0	36,0
Августа	47,1	53,6	50,4	807,0	744,0	776,0	24,0	41,0	33,0
Тимирязевка 150	44,6	50,0	47,3	831,0	750,0	791,0	46,0	33,0	34,0
Веха	42,1	39,6	40,9	798,0	747,0	773,0	12,0	27,0	33,0
Кавалерка	44,2	52,2	48,2	793,0	745,0	769,0	69,0	33,0	42,0
Стан	44,1	47,8	46,0	752,0	753,0	753,0	44,0	67,0	31,0
Есаул	41,6	50,0	45,8	823,0	756,0	790,0	49,0	60,0	38,0
Бирюза	41,7	57,1	49,4	798,0	751,0	775,0	40,0	30,0	32,0
Корона	48,1	48,1	48,1	805,0	727,0	766,0	38,0	23,0	39,0
Аглика	45,6	49,6	47,6	798,0	738,0	768,0	30,0	45,0	19,0
Болярка	49,9	48,9	49,4	801,0	735,0	768,0	62,0	25,0	20,0
Гориза	53,0	55,0	54,0	805,0	750,0	778,0	56,0	49,0	51,0
Тодора	52,0	54,0	53,0	774,0	751,0	763,0	22,0	29,0	55,0
Карат	51,2	50,9	51,1	800,0	780,0	790,0	27,0	26,0	54,0
Ласка	46,3	46,3	46,3	799,0	718,0	759,0	25,0	15,0	35,0
Корнфильд	40,3	52,0	46,2	807,0	720,0	764,0	50,0	13,0	30,0
Августина	39,4	45,2	42,3	784,0	694,0	739,0	23,0	21,0	37,0
Леонида	43,3	54,1	48,7	790,0	752,0	771,0	12,0	54,0	43,0
Тимирязевская юбилейная	39,2	55,8	47,5	717,0	750,0	734,0	19,0	43,0	52,0
Доминанта	41,6	45,2	43,4	800,0	745,0	773,0	28,0	63,0	25,0
Донэко	50,9	59,4	55,2	786,0	739,0	763,0	34,0	33,0	26,0
Губернатор Дона	40,2	49,5	44,9	830,0	713,0	772,0	14,0	24,0	20,0
НСР ₀₅	1,7	1,6	0,6	12,0	13,0	2,4	6,0	7,0	5,0

Анализ показателя в зависимости от места создания сорта позволил выделить наиболее стабильные и крупнозерные образцы озимой пшеницы. Так, среди немчиновских сортов только у Московской 56 не выявлено варьирования признака по годам. Наибольшая отзывчивость на улучшение условий показана для сорта Немчиновская 85. Для Московской 39 и Московской 40 – примерно одинаковые средние значения. В целом немчиновские сорта формировали зерно с высокими значениями массы 1000 зерен (свыше 40 г) в оба года исследований.

Из сортов селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко наибольшей отзывчивостью к улучшению условий увлажнения характеризовались сорта Степь, Есаул и Бирюза (разница массы 1000 зерен в 2022 и 2023 гг. составила 9, 9 и 16 г соответственно). Наиболее стабильными были Сварог, Жива, Кавалерка и Стан (разница по годам составила всего 3–4 г). В целом большинство сортов этой группы способно формировать зерно с массой 1000 свыше 40 г. При этом они более требовательны к условиям выращивания, чем немчиновские и болгарские сорта.

Наиболее крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 45 г) и стабильными по годам (разница в пределах 0...2 г) оказались сорта из Болгарии. Эти сорта в условиях ЦРНЗ способны формировать очень крупное зерно в любой по метеорологическим условиям год.

Сорта озимой пшеницы селекции ФРАНЦ характеризуются крупным зерном и относительно сильной реакцией на изменение метеорологических условий.

В целом все сорта изученной коллекции озимой пшеницы являются крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 40 г). Выделяются сорта с наибольшими значениями показателя: Немчиновская 85, Августа, Тимирязевка 150, Кавалерка, Стан, Есаул, Бирюза, Корона, Аглика, Болярка, Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Донэко.

Натура зерна показывает степень его выполненности и плотность эндосперма и является косвенным показателем выхода муки. Натура может снижаться при перестое и воздействии осадков или росы на созревшее зерно [6]. В оба года исследований в фазу созревания выпадало большое количество осадков, что является характерной особенностью климата центрального района Нечерноземной зоны. Это могло понизить натуру и стекловидность зерна за счет энзимо-микозного истощения, приводящего к разрыхлению и частичному разрушению эндосперма. Тем не менее прослеживается влияние условий года. Так, в 2022 г. в целом по набору сортов натура зерна оказалась более высокой, чем в 2023 г. (табл. 2). В 2022 г. стандарт превзошли сорта Тимирязевка 150, Губернатор Дона, Московская 40, Есаул, Сварог, Августа, Корнфильд. В 2023 г. только 3 сорта смогли значительно превзойти стандарт по показателю натуры зерна пшеницы: Карат, Жива и Ваня. В среднем в 2023 г. натура зерна каждого образца была на 53,3 г/л меньше, чем в прошлом году. В 2022 г. средний показатель натуры зерна составлял 796 г/л, в 2023 г. – 742 г/л, а за 2 года – 769 г/л.

Все сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» в 2022 г. сформировали высоконатурное зерно (свыше 780 г/л, а у Московской 40 – рекордные 826 г/л), тогда как в 2023 г. значения у всех сортов сравнялись и понизились до минимального уровня, когда зерно еще можно считать качественным (740 г/л).

Неожиданно сорт Тимирязевская юбилейная, созданный в условиях избыточного увлажнения, сформировал в 2022 г. низконатурное зерно, а в 2023 г. – зерно со средними значениями показателя.

Сорта селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко характеризовались высокими значениями натуры зерна. В 2022 г. большинство сортов имело значения, близкие к 800 г/л. Рекордные значения показали сорта Тимирязевка 150 и Есаул (свыше 820 г/л). Условия 2023 г. привели к резкому снижению показателя почти у всех сортов. Значения ниже 740 г/л получены для сортов Граф и Юнона, что может косвенно

свидетельствовать о сильном энзимо-микозном истощении. Отдельные сорта (Жива и Стан) показали стабильные и довольно высокие результаты в оба года.

Большинство болгарских сортов пшеницы в 2022 г. сформировало зерно с высокими значениями натуре (около 800 г/л). Зато в 2023 г. у большинства сортов значения показателя упали ниже 740 г. Тем не менее сорт Карат сохранил высокое значение (780 г/л), что косвенно свидетельствует о его устойчивости к энзимо-микозному истощению.

Сорта селекции ФРАНЦ в 2022 г. сформировали высоконатурное зерно, тогда как в 2023 г. значения показателя резко упали, например, у сорта Дон – с 830 до 713 г/л. Возможно, вследствие осадков при созревшем зерне произошло предуборочное прораствание зерна в колосе, чего не бывает в засушливых условиях Ростовской области и что привело к снижению натуре.

Подводя итоги, можно выделить сорта озимой пшеницы, способные формировать зерно с натурой выше 740 г/л в условиях центрального района Нечерноземной зоны: все немчиновские, почти все краснодарские сорта, а также Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Доминанта. Представляют интерес сорта Жива, Степь, Стан и Карат, стабильно сохраняющие значения показателя по годам.

Стекловидность зерна является косвенным показателем качества зерна. Предполагается, что в стекловидном зерне более высокое содержание белка и клейковины, более высокий выход муки, а также при помоле получается мука более высокого качества [5].

В результате изучения влияния погодных условий можно наблюдать неожиданное соотношение между отдельными показателями качества зерна за 2 года проведения исследований. Обычно в годы с повышенной температурой воздуха и незначительным количеством осадков во время налива зерна его стекловидность более высокая, чем в годы с менее благоприятными для этого погодными условиями. Согласно этому ожидалось, что в засушливом 2022 г. стекловидность зерна должна быть выше, чем в 2023 г. Однако при сравнении полученных данных видим, что это не совсем так. В 2022 г. средняя стекловидность зерна изучаемых образцов составила 38%, а в 2023 г. – 40% (табл. 2). Сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» в 2022 г. показали стекловидность в среднем 48%, а в 2023 г. – 66%.

В то же время сорта селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» показали другой результат. В 2022 г. средняя стекловидность этих сортов составляла 40%, а в 2023 г. – уже всего 30%.

Похожие результаты показали и иностранные сорта селекции Добружанского сельскохозяйственного института (Болгария): стекловидность зерна в 2022 г. составляла 37%, а в 2023 г. – 30%. Остальные сорта в среднем показали 25% в 2022 г. и 35% в 2023 г.

Таким образом, сорта ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» и Добружанского сельскохозяйственного института продемонстрировали ожидаемые результаты с повышенной стекловидностью в засушливом 2022 г. В то же время сорта ФИЦ «Немчиновка» и остальные сорта продемонстрировали повышенную стекловидность в 2023 г. Особенности именно этих сортов повлияли на общие результаты.

В 2022 г. стекловидность выше стандарта показали 18 сортов. Самую высокую стекловидность показали сорта Ваня и Кавалерка (71 и 69% соответственно) при среднем значении за год 38%. В 2023 г. высокую стекловидность показали сорта: стандарт Московская 39 (75%), Немчиновская 85 (76%), Стан (67%), средняя стекловидность за год – 40%. Средняя стекловидность за 2 года составила 39% (табл. 2).

Подводя итоги анализа формирования стекловидности зерна у набора сортов озимой пшеницы в условиях ЦРНЗ, можно выделить отдельные сорта с высоким потенциалом (стекловидность – выше 60%): Московская 39, Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Доминанта.

Анализ биохимических свойств зерна озимой пшеницы. Содержание белка и клейковины в зерне является весьма важным показателем, поскольку определяет

его хлебопекарные качества и питательную ценность [6]. Относительное и абсолютное содержание белка в зерне набора сортов озимой пшеницы представлено в таблице 3. Относительное содержание белка подвержено влиянию года: у всех сортов в 2022 г. оно было выше, чем в 2023 г. Выделяются сорта с достоверным превышением показателя над стандартом: в 2022 г. это Московская 40 и Аглика, в 2023 г. – Московская 40, Ваня, Стан, Есаул, Аглика, Гориза, Тодора, Карат. Сорта Московская 56, Немчиновская 85, Жива, Степь, Тимирязевка 150, Веха, Ласка и Доминанта имеют значения на уровне стандарта. Сорта Московская 40, Ваня, Есаул, Аглика характеризуются стабильным накоплением белка в зерне независимо от года.

Анализ абсолютного содержания белка на одну зерновку (расчетный показатель, полученный от перемножения массы одной зерновки на относительное содержание белка, деленное на 100) показал, что почти все сорта накапливают в зерновке примерно одинаковую массу белка. При этом размеры и выполненность зерна могут варьировать по годам. У хорошо выполненного зерна много крахмала, следовательно, относительное содержание белка будет меньше. Выявлена высокая положительная зависимость между абсолютным содержанием белка и массой 1000 зерен (в 2022 г. – $r = 0,845$, в 2023 г. – $r = 0,599$).

Таким образом, несмотря на пониженное относительное содержание белка в зерне, в 2023 г. у набора сортов озимой пшеницы абсолютное содержание остается практически неизменным, иногда даже увеличиваясь, вероятно, вследствие повышения крупности.

Содержание клейковины коррелирует с содержанием белка (в 2022 г. – $r = 0,952$, в 2023 г. – $r = 0,809$).

При рассмотрении взаимосвязи происхождения сорта и содержания белка в зерне следует отметить, что сорта ФИЦ «Немчиновка» продемонстрировали высокие показатели в 2022 г. (в среднем 13,8%). Сорта селекционного центра «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» показали результат 12,4% содержания белка в зерне в 2022 г. и 11,2% – в 2023 г., что ниже средних показателей (табл. 3).

Таблица 3

Содержание белка и клейковины в образцах озимой пшеницы

Table 3

Protein and gluten content in winter wheat samples

Сорт	Относительное содержание белка, %			Абсолютное содержание белка, мг/зерновка			Клейковина, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Московская 39 (st)	14,1	11,3	13,6	5,8	5,4	5,6	18,6	14,6	16,6
Московская 40	15,0	12,1	11,7	6,5	5,8	6,2	20	18,5	19,2
Московская 56	12,3	11,1	12,2	5,6	5,1	5,3	15,7	17,4	16,5
Немчиновская 85	13,6	10,8	10,9	5,6	6,0	5,8	18	17,9	17,9
Граф	11,9	10,1	11,3	4,7	4,7	4,7	15,2	14,6	14,9
Ваня	13,4	13,1	11,5	5,4	6,2	5,8	17,3	20,7	19
Юнона	13,0	10,6	12,1	4,7	4,5	4,6	16,8	15	15,9

Сорт	Относительное содержание белка, %			Абсолютное содержание белка, мг/зерновка			Клейковина, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Сварог	10,9	10,3	10,6	4,2	5,4	4,8	14,2	15,3	14,7
Жива	11,8	11,1	13,3	4,4	5,6	5,0	14,6	15,2	14,9
Степь	12,7	11,8	11,1	4,8	5,4	5,1	16,3	18,9	17,6
Августа	12,4	9,9	11,0	5,8	5,3	5,6	16,1	12,1	14,1
Тимирязевка 150	11,9	10,8	11,0	5,3	5,4	5,4	15,6	15,5	15,5
Веха	11,4	10,8	10,6	4,8	4,3	4,5	14,6	16,7	15,6
Кавалерка	12,6	9,3	12,3	5,6	4,9	5,2	16,3	14	15,2
Стан	13,5	13,0	11,0	6,0	6,2	6,1	17,1	19,1	18,1
Есаул	13,8	14,0	13,6	5,7	7,0	6,4	18,3	16,9	17,6
Бирюза	11,6	10,2	12,5	4,8	5,8	5,3	15,6	15,6	15,6
Корона	12,9	10,0	13,6	6,2	4,8	5,5	18,8	14	16,4
Аглика	15,1	12,1	12,3	6,9	6,0	6,4	19,9	19,3	19,6
Болярка	13,3	11,7	11,3	6,6	5,7	6,2	17,6	19,1	18,4
Гориза	12,9	14,2	12,7	6,8	7,8	7,3	17,1	24,3	20,7
Тодора	12,2	12,8	11,8	6,3	6,9	6,6	15,8	19	17,4
Карат	12,9	12,1	11,5	6,6	6,2	6,4	16,8	18,5	17,6
Ласка	13,7	10,9	11,4	6,3	5,0	5,7	18	16,5	17,3
Корнфильд	11,8	10,7	11,2	4,8	5,6	5,2	15,3	16,3	15,8
Августина	12,5	9,4	11,4	4,9	4,2	4,6	16,4	14,3	15,3
Леонида	11,8	10,7	13,3	5,1	5,8	5,4	15,1	16,1	15,6
Тимирязевская юбилейная	12,2	10,5	13,9	4,8	5,9	5,3	15,8	13,5	14,6
Доминанта	12,8	11,3	11,5	5,3	5,1	5,2	15,8	13,5	14,6
Донэко	12,5	10,5	12,5	6,4	6,2	6,3	16,2	15,7	16
Губернатор Дона	11,3	9,9	12,5	4,5	4,9	4,7	14,6	14,4	14,5
НСР ₀₅	0,4	0,5	0,4	—	—	—	0,6	0,9	0,6

В 2022 г. значительно превосходили стандарт по содержанию белка в зерне только сорта Алгика и Московская 56 (15,1 и 12,3% соответственно).

В 2023 г. содержание белка в зерне было ниже, чем в 2022 г., у 28 из 31 сорта. При этом уже 10 сортов значительно превосходили стандарт по содержанию белка в зерне: Степь, Болярка, Карат, Аглика, Московская 40, Стан, Ваня, Есаул и Гориза. Самый высокий результат – у сорта Гориза с 14,2%-ным содержанием белка. У сортов Тодора, Гориза и Есаул в 2023 г. содержание белка в зерне было значительно выше, чем в 2022 г.

В 2022 г. средний показатель содержания белка в зерне составил 12,7%, в 2023 г. – 11,2%, а средний показатель за 2 года – 11,9% (табл. 3).

Относительно клейковины стоит сказать, что сорта ФИЦ «Немчиновка» по этому показателю превосходили остальные сорта. Сорта селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» продемонстрировали средние результаты относительно остальных сортов.

Болгарские сорта показали превышение средних значений остальных сортов, продемонстрировав содержание клейковины 17,7% в 2022 г. и 18,6% в 2023 г.

Значительно превосходили стандарт по содержанию клейковины в 2022 г. только сорта Аглика и Московская 40 (19,9 и 20% соответственно).

В 2023 г. по содержанию клейковины в зерне пшеницы значительно превосходили стандарт 14 сортов: Ваня, Аглика, Стан, Болярка, Тодора, Степь, Московская 40, Карат, Немчиновская 85, Московская 56, Есаул, Веха, Ласка, Корнфильд. Среднее содержание клейковины за 2022 г. составило 16,5%, за 2023 г. – 16,5%, за 2 года – 16,5%. Средний показатель содержания клейковины в зерне в 2022 г. составлял 6,6%, а в 2023 г. – 16,6% (табл. 3).

В ходе лабораторной выпечки полученный хлеб был оценен по методике Госсорткомиссии [10].

Объемный выход хлеба. Все представленные образцы продемонстрировали хорошие показатели, имея средний балл 4,4 в 2022 г. и 4,7 в 2023 г., что соответствует ценной и сильной по качеству пшенице (табл. 4). При этом образцы ФИЦ «Немчиновка» в среднем получили 4,6 балла (сильная по качеству), сорта НЦЗ им. П.П. Лукьяненко – 4,5 балла (сильная по качеству), а болгарские сорта – 4,0 балла (ценная по качеству).

Особенно в 2022 г. по результатам пробной выпечки выделились сорта Жива (4,9 балла), Московская 56, Ваня, Веха, Гориза, Августина (4,8 балла) (рис. 2).

В 2023 г. 3 сорта (Степь, Московская 40 и Августина) получили максимальный балл, остальные получили баллы, близкие к максимальным. Только сорта Корнфильд (3,9), Леонида, Граф, Веха, Бирюза, Юнона, Корона, Есаул имели баллы ниже 4,6.

Исследуя показатель объемного выхода хлеба, можно сделать вывод о том, что происхождение сортов не оказало существенного влияния.

В 2022 г. 28 сортов показали объемный выход более 500 см³/г и могут считаться имеющими высокое качество (табл. 4). В 2023 г. объемный выход более 500 см³/г показали 18 сортов (показатель высокого качества), еще 10 сортов – меньше 500 см³/г, но больше 400 см³/г (показатель среднего качества).

Индексная оценка сортов озимой пшеницы по комплексу признаков качества зерна. Оценивая большой набор сортов по комплексу признаков, трудно выделить лучшие. Индексная оценка позволяет учесть комплекс признаков и объективно выделить лучшие. В данных исследованиях применена индексная оценка для признаков, где лучший означает более высокое значение.

Таблица 4

Оценка образцов озимой пшеницы по результатам лабораторной выпечки

Table 4

Assessment of winter wheat samples based on laboratory baking results

Сорт	Объемный выход хлеба, мл			Общая хлебопекарная оценка, балл		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Московская 39 (st)	332	600	466	4,8	4,9	4,9
Московская 40	320	570	445	4,2	5,0	4,6
Московская 56	277	530	404	4,8	4,9	4,9
Немчиновская 85	345	500	423	4,5	4,9	4,7
Граф	392	430	411	4,6	4,1	4,4
Ваня	430	550	490	4,8	4,6	4,7
Юнона	265	550	408	4,2	4,4	4,3
Сварог	337	530	434	4,4	4,8	4,6
Жива	425	570	498	4,9	4,8	4,9
Степь	427	500	464	4,5	5,0	4,8
Августа	325	610	468	4,2	4,8	4,5
Тимирязевка 150	270	440	355	4,1	4,7	4,4
Вежа	412	410	411	4,8	4,3	4,6
Кавалерка	282	490	386	4,5	4,9	4,7
Стан	327	590	459	4,4	4,9	4,7
Есаул	397	590	494	4,5	4,5	4,5
Бирюза	350	440	395	4,2	4,4	4,3
Корона	292	360	326	3,6	4,5	4,1
Аглика	265	540	403	4,1	4,8	4,5

Сорт	Объемный выход хлеба, мл			Общая хлебопекарная оценка, балл		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Болярка	312	580	446	4,4	4,8	4,6
Гориза	425	510	468	4,8	4,9	4,9
Тодора	290	530	410	4,2	4,8	4,5
Карат	227	490	359	3,2	4,6	3,9
Ласка	305	550	428	4,1	4,6	4,4
Корнфильд	240	400	320	4,1	3,9	4,0
Августина	330	610	470	4,8	5,0	4,9
Леонида	210	330	270	3,8	4,1	4,0
Тимирязевская юбилейная	325	590	458	4,6	4,9	4,8
Доминанта	365	490	428	4,7	4,6	4,7
Донэко	337	630	484	4,5	4,9	4,7
Губернатор Дона	287	460	374	4,1	4,9	4,5
НСР ₀₅	22,2	28,1	20,1	–	–	–

Принцип расчета следующий. Сначала рассчитывают частные индексы для каждого сорта по каждому показателю. Для этого получают среднее арифметическое значение по каждому показателю. Частный индекс – это частное от деления каждого конкретного значения показателя на среднее арифметическое. Его значения варьируют вокруг единицы. Например, для признака масса 1000 зерен в 2022 г. среднее арифметическое по всем сортам составило 43,5 г. Масса 1000 зерен для сорта Московская 39 равна 41,3 г (табл. 2). Частный индекс равен $41,3/43,5 = 0,9$ (табл. 5).

Комплексный индекс – это произведение частных индексов всех показателей для каждого сорта. Для Московской 39 в 2022 г. он равен 1,1. Поскольку Московская 39 – стандарт, то полученные для всех сортов комплексные индексы сравнивают со стандартом. Если комплекс показателей сорта не хуже, чем у стандарта, то и комплексный индекс должен быть не меньше. Такой сорт считается хорошим. Основываясь на вышеизложенном, выполним оценку набора сортов озимой пшеницы по комплексу качественных признаков зерна (табл. 5).

Таблица 5

Индексная оценка сортов озимой пшеницы по показателям качества зерна

Table 5

Index assessment of winter wheat varieties in terms of grain quality

Сорт	Частные индексы														Комплексный индекс	
	Масса 1000 зерен		Натура зерна		Стекловидность		Относительное содержание белка		Абсолютное содержание белка		Клейковина		Общая хлебопекарная оценка			
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Московская 39 (st)	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,8	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	1,0	1,1	1,6
Московская 40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,2	1,1	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	1,1	2,5	2,0
Московская 56	1,1	0,9	1,0	1,0	1,6	1,3	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	1,1	1,0	1,7	1,1
Немчиновская 85	0,9	1,1	1,0	1,0	1,3	1,9	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,4	2,4
Граф	0,9	0,9	1,0	1,0	1,5	0,3	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	0,2
Ваня	0,9	0,9	1,0	1,0	1,9	1,5	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	2,0	2,3
Юнона	0,8	0,9	1,0	1,0	0,7	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	0,5	0,6
Сварог	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,4	0,8
Жива	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,3	0,9	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	0,5	1,2
Степь	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	0,8	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	0,8	1,0
Августа	1,1	1,1	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0	0,9	1,1	0,9	1,0	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7
Тимирязевка 150	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7
Веха	1,0	0,8	1,0	1,0	0,3	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	0,9	0,2	0,4
Кавалерка	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	0,8	1,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	1,0	1,9	0,5
Стан	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2	1,6	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	1,0	1,3	2,5

Сорт	Частные индексы														Комплексный индекс	
	Масса 1000 зерен		Натура зерна		Стекловидность		Относительное содержание белка		Абсолютное содержание белка		Клейковина		Общая хлебопекарная оценка			
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Есаул	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,5	1,1	1,3	1,0	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,6	2,3
Бирюза	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,7	0,7
Корона	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,9	1,1	0,9	1,1	0,8	0,8	1,0	1,2	0,3
Аглика	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2	0,9	1,0	1,4	1,5
Болярка	1,1	1,0	1,0	1,0	1,6	0,6	1,0	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	2,5	0,7
Гориза	1,2	1,1	1,0	1,0	1,5	1,2	1,0	1,3	1,2	1,4	1,0	1,5	1,1	1,0	2,6	3,6
Тодора	1,2	1,1	1,0	1,0	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	0,7	1,3
Карат	1,2	1,0	1,0	1,1	0,7	0,6	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	0,7	1,0	0,8	0,9
Ласка	1,1	0,9	1,0	1,0	0,7	0,4	1,1	1,0	1,2	0,9	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	0,3
Корнфильд	0,9	1,0	1,0	1,0	1,3	0,3	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,3
Августина	0,9	0,9	1,0	0,9	0,6	0,5	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	1,1	1,1	0,5	0,3
Леонида	1,0	1,1	1,0	1,0	0,3	1,3	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,2	1,2
Тимирязевская юбилейная	0,9	1,1	0,9	1,0	0,5	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,3	1,0
Доминанта	1,0	0,9	1,0	1,0	0,7	1,5	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	1,1	1,0	0,7	1,0
Донэко	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0
Губернатор Дона	0,9	1,0	1,0	1,0	0,4	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,2	0,4



Рис. 2. Хлеб из сортов озимой пшеницы, полученный методом лабораторной выпечки:
а – Есаул; б – Аглика; в – Жива; г – Августина

Figure 2. Bread made from winter wheat varieties, obtained by laboratory baking:
а – Esaul; б – Aglika; в – Zhiva; г – Avgustina

В 2022 г. комплексный индекс для стандарта составлял 1,1. На уровне с ним или выше были сорта Московская 40, Московская 56, Немчиновская 85, Граф, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Гориза, Донэко.

В 2023 г. комплексный индекс для Московской 39 составил 1,6. На уровне или выше него были сорта Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза.

В оба года лучшими оказались Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза. Эти сорта рекомендуются для селекции озимой пшеницы на качество в центральном районе Нечерноземной зоны России.

Выводы Conclusions

Все сорта озимой пшеницы являются крупнозерными (масса 1000 зерен – выше 40 г). Максимальные значения массы 1000 зерен выявлены у сортов Немчиновская 85, Августа, Тимирязевка 150, Кавалерка, Стан, Есаул, Бирюза, Корона, Аглика, болярка, Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Донэко. Все сорта селекции ФИЦ «Немчиновка», почти все селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, а также Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Доминанта способны формировать зерно с натурой выше 740 г/л в условиях центрального района Нечерноземной зоны. Сорта Жива, Степь, Стан и Карат характеризуются стабильностью по годам.

Выделены сорта с высоким потенциалом стекловидности (выше 60%): Московская 39, Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Доминанта. Сорта Московская 40, Ваня, Есаул, Аглика характеризуются стабильным накоплением белка и клейковины в зерне независимо от года. Все сорта озимой пшеницы отнесены в группы ценной и сильной по качеству пшеницы. Все они пригодны к использованию в селекции на высокие хлебопекарные качества в центральном районе Нечерноземной зоны России. Индексная оценка сортов по комплексу признаков качества зерна выделила сорта Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза. Эти сорта рекомендуются для селекции озимой пшеницы на качество в центральном районе Нечерноземной зоны России.

Список источников

1. ГОСТ 12042-80. Межгосударственный стандарт. *Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян*. Москва: Стандартинформ, 2011. 4 с.
2. Жученко А.А. *Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика)*: Монография. Москва: Агрорус, 2004. 1109 с. EDN: PGCKBP
3. Казарцева А.Т. *Показатель седиментации и его роль в экспертизе качества зерна*: Методические указания. Краснодар, 2010. 15 с.
4. Личко Н.М. *Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции*: Учебник. Москва: ДеЛи Плюс, 2013. 512 с. EDN: WVGGLX
5. Мартянова А.И., Пищугина Е.П., Царькова Н.М. Системы новых приборов и оборудования для объективной оценки качества и технологических достоинств товарного зерна и зернопродуктов // *Зерновое хозяйство*. 2002. № 4. С. 24–26. EDN: FOBFIL
6. Маслова Г.Я., Китлярова Н.И., Тоибова А.А. Фракционный состав белкового комплекса сортов озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания // *Инновационная наука*. 2016. № 3. С. 56–58. EDN: VQBGMN
7. Мелешкина Е.П. Методы определения качества и количества клейковины в зерне и муке из пшеницы // *Контроль качества продукции*. 2016. № 11. С. 26–28. EDN: WXIKSN
8. *Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры*: Методические указания / Под общ. ред. М.А. Федина. Москва: Сельхозиздат, 1989. 194 с.
9. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть*: Методические указания / Под общ. ред. М.А. Федина. Москва: Сельхозиздат, 1985. 270 с.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зерновых культур: Методические указания / Под общ. ред. М.А. Федина. Москва: Сельхозиздат, 1988. 121 с.
11. Нецветаев В.П., Копусь М.М., Рыжкова Т.А. Варианты глиадина и количество дисульфидных связей в белковом комплексе мягкой пшеницы // *Научное обозрение. Серия «Биологические науки»*. 2014. № 1. С. 96–106. EDN: MOSEBK
12. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А. и др. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием внешних условий среды: современные возможности улучшения качества хлеба и хлебопекарной продукции // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52, № 3. С. 501–514. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
13. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 4–6. EDN: NDAYVN
14. Фадеева И.Д., Тагиров М.Н., Тазизов И.Н. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Татарском НИИСХ // *Зерновое хозяйство*. 2018. № 2. С. 34–38. EDN: XMOIGT
15. Фоменко М.А., Грабовец А.И., Олейникова Т.А., Мельникова О.В. Итоги селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна в условиях усиления флуктуации климата // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 3. С. 59–63 EDN: XRTRFB
16. Рубец В.С., Ворончихина И.Н., Игонин В.Н. Характеристика фиолетовозерных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях центрального района Нечерноземной зоны России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 5 (389). С. 525–529. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_525

References

1. GOST 12042-80. Interstate Standard. *Seed of farm crops. Methods of determination of 1000 seed weight*. Moscow, Russia: Standartinform. 2011:4. (In Russ.)
2. Zhuchenko A.A. *Resource potential of grain production in Russia (theory and practice)*. Moscow, Russia: Agrorus. 2004:1109. (In Russ.)
3. Kazartseva A.T. *Sedimentation index and its role in grain quality assessment: guidelines*. Krasnodar, Russia. 2010:15. (In Russ.)
4. Lichko N.M. *Standardization and conformity assessment of agricultural products: a textbook*. Moscow, Russia: DeLi Plus. 2013:512. (In Russ.)
5. Martyanova A.I., Pishchugina E.P., Tsarkova N.M. Systems of new instruments and equipment for objective quality assessment and technological characteristics of commercial grain and grain products. *Zernovoe khozyaystvo*. 2002;4:24–26. (In Russ.)
6. Maslova G.Ya., Kitlyarova N.I., Toibova A.A. Fractional composition of protein complex in winter wheat varieties from competitive variety testing. *Innovation Science*. 2016;3:56–58. (In Russ.)
7. Meleshkina E.P. Methods for determining quality and quantity of gluten in wheat grain and flour. *Production Quality Control*. 2016;11:26–28. (In Russ.)
8. Fedin M.A. (Ed.) *Methods of state variety testing of agricultural crops. Iss. 2: Cereals, groats, legumes, corn, and forage crops: guidelines*. Moscow, USSR: Selkhozizdat, 1989:194. (In Russ.)
9. Fedin M.A. (Ed.) *Methods of state variety testing of agricultural crops. Iss. 1: General Part: guidelines*. Moscow, USSR: Selkhozizdat, 1985:270. (In Russ.)

10. Fedin M.A. (Ed.) *Methods of state variety testing of agricultural crops. Technological evaluation of cereals, groats, and legumes: guidelines*. Moscow, USSR: Selkhozizdat, 1988:121. (In Russ.)
11. Netsvetaev V.P., Kopus M.M., Ryzhkova T.A. Variants of gliadin and number of disulfide bond in wheat protein complexes. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*. 2014;1:96-106. (In Russ.)
12. Khlestkina E.K., Zhuravleva E.V., Pshenichnikova T.A., Usenko N.I. et al. Modern opportunities for improving quality of bakery products via realizing the bread wheat genetic potential-by-environment interactions (review). *Agricultural Biology*. 2017;52(3):501-514. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
13. Sanduhadze B.I. Winter wheat breeding is the most important factor for increase in productivity and quality. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*. 2010;11:4-6. (In Russ.)
14. Fadeeva I.D., Tagirov M.N., Tazizov I.N. The results of winter wheat breeding on grain quality in the Tatar RIA. *Grain Economy of Russia*. 2018;2:34-38 (In Russ.)
15. Fomenko M.A., Grabovets A.I., Oleinikova T.A., Melnikova O.V. The results of winter wheat selection for grain quality under the conditions of persistent climate fluctuation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;3:59-63. (In Russ.)
16. Rubec V.S., Voronchihina I.N., Igonin V.N., Sidorenko V.S. et al. Characteristics of violet-green variety of spring soft wheat in the conditions of the Central region of the Non-chernozem zone of Russia. *Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal*. 2022;5:525-529. (In Russ.) https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_525

Сведения об авторах

Денис Владимирович Нагайцев, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: rainbowdash1818@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-2236-2034>

Екатерина Константиновна Барнашова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: k.barnashova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0384-9571>

Information about the authors

Denis V. Nagaytsev, postgraduate student at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail rainbowdash1818@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-2236-2034>

Ekaterina K. Barnashova, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: +7 (499) 976-4171; e-mail: k.barnashova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0384-9571>

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

**Оценка уровня нитрита и трансферрина в крови коров
с субклиническим маститом методом
электронного парамагнитного резонанса**

**Зинаида Сергеевна Артюшина^{1✉}, Сергей Васильевич Федотов²,
Владимир Анатольевич Сереженков³, Никита Юрьевич Сиднев²,
Николай Анатольевич Ткачев³, Наталья Сергеевна Белозерцева²**

¹Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

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

³Институт химической физики имени Н.Н. Семенова РАН, Москва, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: artyshina.zinaida@yandex.ru

Аннотация

Большая проблема в оказании ветеринарной помощи заключается в недостаточно своевременной и количественной диагностике субклинических маститов у высокопродуктивных коров. В настоящее время основным показателем для диагностики патологии вымени является анализ молока на содержание лейкоцитов, то есть нейтрофилов, макрофагов, лимфоцитов, и эпителиальных клеток. Воспаление в молочной железе напрямую связано с синтезом оксида азота, и парамагнитный комплекс NO с гемоглобином имеет характерные спектроскопические параметры сверхтонкого расщепления. Величина $(NO)_x$ в молоке коров с субклиническим маститом существенно отличалась от таковой в молоке здоровых коров. Были проведены исследования уровня оксида азота NO по стабильному продукту окисления нитриту и трансферрина в крови коров с субклиническим маститом с помощью метода электронного парамагнитного резонанса. Обнаружено по ЭПР-сигналу трансферрина с $g = 4,3$, что в крови контрольной группы содержится больше трансферрина и, соответственно, железа, а в крови контрольной группы – значительно меньше. Следовательно, изменения в концентрации нитрита и трансферрина наряду с Fe и ферритином в крови могут служить в качестве биомаркеров воспалительных заболеваний, в том числе у коров с субклиническим маститом.

Ключевые слова

Крупный рогатый скот, субклинический мастит, метод электронного парамагнитного резонанса, оксида азота, трансферрин

Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 23–76–01050 от 8 августа 2023 г.

Для цитирования

Артюшина З.С., Федотов С.В., Сереженков В.А., Сиднев Н.Ю. и др. Оценка уровня нитрита и трансферрина в крови коров с субклиническим маститом методом электронного парамагнитного резонанса // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 136–150.

**Assessment of nitrite and transferrin levels in the blood of cows
with subclinical mastitis by the electron paramagnetic resonance method**

**Zinaida S. Artyushina^{1✉}, Sergey V. Fedotov², Vladimir A. Serezhenkov³,
Nikita Yu. Sidnev², Nikolay A. Tkachev³, Natalya S. Belozertseva²**

¹Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology
named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia

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

³N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics,
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ **Corresponding author:** artyushina.zinaida@yandex.ru

Abstract

A major problem in veterinary medicine is the lack of timely and quantitative diagnosis of subclinical mastitis in highly productive cows. Currently, the main indicator for diagnosis of udder pathology is milk analysis for leukocytes (i.e., neutrophils, macrophages, lymphocytes) and epithelial cells. Inflammation in the mammary gland is directly related to nitric oxide synthesis and the paramagnetic NO complex with hemoglobin has characteristic spectroscopic parameters of hyperfine cleavage. The level of (NO)_x in the milk of cows with subclinical mastitis differed significantly from that of healthy cows. The electron paramagnetic resonance method was used to study the level of nitric oxide NO by the stable oxidation product nitrite and transferrin in the blood of cows with subclinical mastitis. From the EPR signal of transferrin with $g = 4.3$, it was found that the blood of the control group contains more transferrin, and consequently iron, and the blood of the control group contains significantly less. Therefore, changes in nitrite and transferrin concentrations, along with blood Fe and ferritin, may serve as biomarkers of inflammatory diseases, including in cows with subclinical mastitis.

Keywords

Cattle, subclinical mastitis, electron paramagnetic resonance method, nitric oxide, transferrin

Acknowledgments

The work was carried out within the framework of the Russian Scientific Fund grant No. 23–76–01050 dated August 08, 2023.

For citation

Artyushina Z.S., Fedotov S.V., Serezhenkov V.A. et al. Assessment of nitrite and transferrin levels in the blood of cows with subclinical mastitis by the electron paramagnetic resonance method. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 136–150.

**Введение
Introduction**

Восстановление численности маточного поголовья и, соответственно, повышение уровня его продуктивности требуют инновационных и экономически выгодных технологий, которые могут обеспечить высокие темпы воспроизводства животных с отличными племенными и продуктивными качествами. Достичь желаемых

результатов можно на фоне полноценного кормления, физиологически обоснованных условий содержания, целенаправленной селекционной работы и технологии искусственного осеменения, своевременно проведенных гинекологической диспансеризации и лечебно-профилактических работ [1]. Улучшение племенной работы в скотоводстве предъявляет повышенные требования к продуктивным качествам коров, предназначенных для лактации. Установлено, что от 27,0 до 51,0% лактирующих коров выбраковывается по причине патологии молочной железы [2–4].

Бактериальная внутренняя инфекция вымени является основной причиной мастита у крупного рогатого скота [5, 6]. Возбудители мастита – такие, как *Staphylococcus aureus* и *Streptococcus agalactiae*, и менее распространенные виды – такие, как *Mycoplasma bovis* и *Corynebacterium*, обитают на вымени и коже сосков коров и способны проникать в сосковой канал. Патогены окружающей среды – такие, как *Escherichia coli* (*E. Coli*), *Streptococcus spp.*, размножаются в вымени коровы, индуцируя иммунный ответ, и могут быстро элиминироваться. Бактерии, а именно *Streptococcus spp.* (например, *Strep. uberis*), *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas spp.* и др., вызывают экологический мастит.

Мастит, вызванный эндотоксином *E. coli*, обусловлен связыванием липополисахарида с toll-подобным рецептором (TLR4) в ассоциации с другими молекулами – такими, как LPS-связывающий рецептор и ряд других белков, что индуцирует многочисленные сигнальные пути [7]. Модуляция активности фактора NF-κB является важным этапом одного из них, контролирующим транскрипцию ДНК, выработку цитокинов и выживаемость клеток. Связывание NF-κB с последовательностью ДНК приводит к транскрипции мРНК и трансляции воспалительных цитокинов (таких, как TNF-α, интерлейкин IL-1β, IL-6, IL-8); маркеров воспаления – таких, как циклооксигеназа-2 (ЦОГ-2) и индуцибельной синтазы оксида азота NO (iNOS), что в итоге вызывает воспалительную реакцию.

St. aureus способен вызвать у коровы такой же сильный иммунный ответ, как эндотоксин *E. coli*, поэтому заражение *St. aureus* проходит в легкой форме и может приводить к хроническому маститу, длительность которого варьируется. При этом индуцируются ферменты и токсины, которые необратимо повреждают ткань молочной железы [8].

Поскольку мастит крупного рогатого скота является воспалительным заболеванием, то выделяют клинический мастит с признаками покраснения вымени, отека, горячего и болезненного вымени, изменения цвета и запаха молока, снижения надоев и уплотнения вымени. В случае субклинического мастита отмечаются изменения в молоке – такие, как увеличение количества соматических клеток и повышенная бакобсемененность. Острый мастит характеризуется внезапным повышением температуры тела животного до +41,5...+43°C с явлениями тяжелой токсемии. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что антибиотики не являются эффективным методом лечения мастита ввиду резистентности, развивающейся у возбудителя на фоне β-лактамовых антибиотиков. Согласно последним данным литературы о распространенности мастита крупного рогатого скота во всем мире субклинический мастит является наиболее часто регистрируемым и вызывающим крупные экономические потери [9].

Таким образом, раннее выявление субклинических форм мастита имеет основополагающее значение для адекватного лечения заболевших животных в стаде в связи со строгими ограничениями на использование противомикробных препаратов для профилактики контроля роста и распространения явлений резистентности. В прошлом профилактическое использование противомикробных препаратов в молочных стадах применялось часто, особенно в период сухостоя.

В связи с этим требуются альтернативные решения для контроля мастита включая геномную селекцию на устойчивость, новые диагностические и терапевтические инструменты.

В последние годы внеклеточные везикулы (ВВ) широко исследовались в медицине и ветеринарии. ВВ представляют собой ограниченные мембраной наночастицы, участвующие в межклеточной коммуникации, и их присутствие было доказано в нескольких биологических жидкостях – таких, как кровь, моча, молоко и слюна. Среди ВВ выделяют три основных класса: экзосомы, эктосомы и апоптотические тельца [10].

Способность ВВ регулировать клеточные и органные процессы обусловлена наличием различных типов молекул внутри ВВ – таких, как некодирующая РНК, микроРНК, ДНК, белки и липиды, которые могут быть доставлены в целевую клетку-реципиент [11].

В патогенезе мастита коров микроРНК являются чрезвычайно важной группой малых некодирующих РНК длиной от 20 до 22 нуклеотидов, которые регулируют экспрессию генов посредством подавления мРНК на посттранскрипционном уровне [12]. Было проведено несколько исследований на экспериментально инфицированных коровах и идентифицировано несколько предполагаемых микроРНК, которые дифференцированно регулируются, в основном при инфекции *Staphylococcus aureus* или *Escherichia coli*. Отмечено также, что некоторые miRNAs по-разному экспрессируются во время воспаления молочной железы.

Четыре микроRNA (а именно miR-455, miR-361, miR-1301 и miR-503) были обнаружены участвующими в регуляции процессов экспрессии генов и иммунного ответа, которые можно регистрировать в молоке во время мастита. Эти микроRNA могут иметь различное происхождение в зависимости от клеток молочной железы, то есть эпителиальные клетки молочной железы, адипоциты, фибробласты [13]. Дальнейшие разработки в этом направлении позволят перейти от экспериментальных работ к практической ветеринарной практике, где требуются масштабные и, как правило, срочные оценки заболеваемости стада.

Как в медицинской практике, так и в ветеринарии для количественной оценки тяжести воспалительного процесса по уровню вырабатываемого оксида азота традиционно применяется методика Грисса [14]. Исторически сложилось так, что не измерение оксида азота проводят (NO-газ при нормальных условиях), а оценивают концентрацию нитратов и нитритов. Это в литературе обозначается как NO_x и применяется для определения нормы и заболевания. К сожалению, значение таких измерений NO_x (нитрат + нитрит), определенных по Гриссу, строго говоря, является невысоким. Смысл указанного подхода заключается в том, что нитрат преобразуется в нитрит под действием нитратредуктазы или химического катализатора. Подкисленный нитрит реагирует с сульфаниловой кислотой с образованием ионов диазония. Ионы диазония в сочетании с N(1-нафтил) этилендиамином образуют хромофорный азокраситель, интенсивность которого измеряют спектрофотометрически при 550 нм. Этот интегральный показатель не является адекватным, что убедительно доказано физическим методом масс-спектрометрии рядом исследователей [15].

В литературе имеются данные по оценке (NO)_x при заболеваниях животных и человека, которые варьируют в диапазоне (мкМ) до 9–14 мкМ в сыворотке. Эта величина включает в себя долю нитрата в 60–70%. Для молока больных коров маститом эти цифры существенно выше порядка 30 мкМ. Оценка уровня (NO)_x, а в статьях вопрос формулируется как оценка именно оксида азота (NO), не позволяет дифференцировать норму от заболевания даже в случае исследования больших выборок животных, хотя многочисленные данные опытов на лабораторных животных прямо

указывают на увеличенный синтез NO [16]. В действительности вклад истинных количеств нитрата и нитрита в показатель $(NO)_x$ определяется множеством иных факторов, в том числе, например, распадом перокснитрита OONO- и поступлением нитрата и нитрита с пищей. В литературе также имеются данные об измерении концентрации нитрозотиолов (RSNO), которые относили к показателям метаболизма оксида азота при активации иммунной системы и паракринного модулятора биохимических процессов.

В настоящее время не определена система управляемого синтеза RSNO, транспорта и удаления из организма, поэтому вопрос об измерении концентрации потерял свою актуальность [14]. Целью статьи не является рассмотрение и других метаболитов оксида азота (например, динитрозильных комплексов железа (ДНКЖ) или биядерных (Б-ДНКЖ) с тиоловыми лигандами), так как уникальные свойства и количественные оценки в тканях хорошо описаны в литературе [17].

Есть устоявшаяся точка зрения, заключающаяся в том, что наиболее корректной оценкой уровня оксида азота NO в тканях и средах организма как в норме, так и при патологических состояниях следует считать измерение продукта его окисления кислородом – нитрита [18].

Важными молекулярными ловушками NO являются ионы переходных металлов. NO связывается с ионами переходных металлов, образуя комплексы нитрозил-металл. Аддукт нитрозил- Fe^{2+} , например, в геме, особенно стабилен, поскольку связывание нитрозильного лиганда с Fe^{2+} является очень прочным, что важно для регуляторных процессов. Соответствующие примеры белков, в которых образование комплексов нитрозил-металл влияет на биологическую функцию, включают в себя растворимую гуанилатциклазу, гемоглобин, цитохромы и т.д. [19]. NO после окисления кислородом играет важную роль в образовании нитропроизводных белков и липидов.

Таким образом, количественные оценки уровня оксида азота $(NO)_x$, полученные различными исследователями, весьма неоднозначны. Мы предполагаем, что это связано с низкой специфичностью используемых методик определения NO и с модификацией исследуемых соединений в процессе очистки и подготовки образца биологической жидкости.

Прямое измерение газообразной молекулы обусловлено рядом трудностей, в том числе малым размером молекулы NO, коротким временем жизни и физико-химическими реакциями в тканях и жидкостях организма. Поскольку NO является радикалом, имеет парамагнитную природу, метод спектроскопии (ЭПР) электронного парамагнитного резонанса является наиболее подходящим инструментом для прямого обнаружения NO в организме.

Ранее применение нами метода спиновых ловушек (ЭПР-метода) позволило изучить влияние мутации гена «hairless» (безволосость), характеризующегося плеiotропными свойствами, что определяет дефект иммунной системы и влияет на метаболизм оксида азота. Также метод ЭПР и спиновых ловушек позволил исследовать скорость продукции оксида азота при инфицировании мышей высоковирулентным штаммом туберкулеза [20]. Важные с нашей точки зрения, с большим практическим результатом проведены исследования раневого процесса на модели полнослойной раны крысы [21]. Полученные результаты позволили выяснить механизм действия оксида азота при заживлении раны. Эксперименты на мышах, крысах показали, что гидрофобный комплекс Fe^{2+} с диэтилдитиокарбаматом (ДЭТК) и оксидом азота является эффективной селективной ловушкой NO, и это связано с высокой стабильностью парамагнитного моонитрозильного комплекса (МНИК) железа с ДЭТК в тканях животных *in vivo*. Методический прием с диэтилдитиокарбаматом применили

при оценке уровня оксида азота в случае хронического парадонтоза у человека. Замена ДЭТК, образующего нерастворимый комплекс с железом в воде, на производное N-метил-D, L-глутаминдителиокарбамат (МГД) сделало ловушку оксида азота водорастворимой, что позволило исследовать содержимое парадонтозного кармана методом ЭПР.

Основываясь на многолетнем опыте, мы разработали экспериментальную методику оценки оксида азота по нитриту в крови лошадей [22]. В работе подробно описана процедура перевода нитритов крови в стабильные комплексы МНИК – МГД, исследованные методом ЭПР.

Большая проблема в оказании ветеринарной помощи заключается в недостаточно своевременной и количественной диагностике субклинических маститов. Как известно, характерным показателем является анализ молока на содержание лейкоцитов (то есть нейтрофилов, макрофагов, лимфоцитов) и эпителиальных клеток. Были проведены исследования соотношения somatic cell count (SCC) – количество соматических клеток и оксида азота. Величина $(NO)_x$ в молоке коров с субклиническим маститом существенно отличалась от таковой в молоке здоровых коров ($17,97 \pm 0,42$ и $11,07 \pm 0,19$ соответственно). Подобные исследования проведены в 2004 г. [23].

Цель исследований: определение уровня оксида азота NO по стабильному продукту окисления нитриту и трансферрина в крови коров с субклиническим маститом с помощью метода электронного парамагнитного резонанса.

Методика исследований

Research method

Всего в исследованиях было использовано 29 лактирующих коров, животные содержались на молочном комплексе ОАО Племенное хозяйство «Леднево» во Владимирской области. После постановки диагноза на субклинический мастит с использованием Калифорнийского теста были сформированы 2 группы животных: 14 коров с субклиническим маститом (положительная реакция секрета вымени с диагностическим раствором на молочно-контрольной пластине) и 15 здоровых коров.

Определение оксида азота (нитрита). Для определения NO (нитрита) в плазме крови использован метод спиновых ловушек, основанный на применении дителиокарбамата и железа (II). В статье нами дополнительно подробно описывается последовательность работ с возможностью быстрого ее воспроизведения.

Метод определения NO, примененный в данной работе, основан на реакции образования нитрозотиола – нитрозоцистеина (RSNO) в кислой среде ($pH = 3,5$) из аниона нитрита NO_2^- и гидрохлорида цистеина. Нитрозоцистеин в присутствии железа (2^+) и N-метил-D, L-глутаминдителиокарбамата (МГД), образует водорастворимый парамагнитный моонитрозильный комплекс железа МНКЖ МГД-Fe-NO. Определение аниона нитрита NO_2^- проводили следующим образом: белки плазмы с весом более 30 кД после разморозки удаляли фильтрованием через фильтр Microcon 30 kD, Millipore Corporation, USA в течение 20 мин при 14500 об/мин на центрифуге Mini Spinplus, Eppendorf.

Разработанный метод позволяет контролировать влияние белков плазмы на реакцию образования МНКЖ МГД. К 50 мкл цистеина концентрацией 400 мМ добавляли 10–120 мкл сыворотки после фильтрования, pH такого раствора доводили до 3,5 ед. добавлением 0,01 мМ HCl. Спустя 5 мин добавляли 50 мкл 40 мМ сульфата железа (II), 200 мкл 400 мМ буфера HEPES и 200 мкл МГД концентрацией 250 мМ.

Затем pH раствора повышали до 7,6 ед. 0,06%-ным раствором NaOH. В этих условиях образуется МНКЖ МГД-Fe-NO.

Для построения калибровочной кривой к 50 мкл цистеина гидрохлорида концентрацией 400 мМ добавляем раствор нитрита натрия концентрацией 480 мкМ различного объема (2–40 мкл), pH раствора довели до 3,5 ед. добавлением 0,01 мМ HCl. Спустя 5 мин добавляли 50 мкл 40 мМ железа сульфата, 200 мкл 200 мМ Перес, 200 мкл 250 мМ МГД, pH довели до 7,6 ед. 0,06%-ным раствором NaOH. Через 10 мин регистрируется ЭПР-спектр МНКЖ МГД-Fe-NO. Оценку концентрации нитрита в образце осуществляли методом двойного интегрирования и сопоставления площадей ЭПР-сигналов исследуемого и стандартного образцов. В качестве последнего использован синтезированный комплекс МГД с железом (2+) и оксидом азота: МНКЖ МГД-Fe-NO.

Расчеты площадей (S) ЭПР-сигналов производили с помощью программного обеспечения ЭПР-спектрометра Bruker ECS-106.

Полагаем, что имеющиеся высоко- и низкомолекулярные RSNO, которые могут присутствовать в крови коров с маститом, не вносят существенного вклада в измерение нитрита.

Приготовление образцов. Для исследований отбирают пробы крови из вены в пробирки с гепарином и центрифугируют в течение 10 мин на центрифуге модели CH80–2S «Armed» со скоростью 3000 об/мин для осаждения эритроцитов. Пробы плазмы хранятся в жидком азоте (77К). Для измерения концентрации нитрозогемоглобина цельная кровь с гепарином замораживается в пластиковых контейнерах цилиндрической формы длиной 35 мм и диаметром 4 мм.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Концентрация нитрита в плазме была выше в субклинической группе – $5,76 \pm 2,11$ мкмоль/л ($M \pm m$), тогда как средняя концентрация NO_2^- в крови контрольной группы составила $3,31 \pm 1,69$ мкмоль/л. В исследованиях установлены статистически значимые отличия (достоверность по методу Холмогорова-Смиронова $p < 0,03$) в концентрации нитрита в крови здоровых животных и с субклиническим маститом, что указывает на связь воспаления в молочной железе с концентрацией NO.

Чтобы определить концентрацию оксида азота NO в крови, нами исследованы образцы цельной крови коров методом ЭПР. Известно, что воспаление в организме напрямую связано с синтезом оксида азота, и парамагнитный комплекс NO с гемоглобином имеет характерные спектроскопические параметры сверхтонкого расщепления (СТС) 17 Гаус и $g = 2,007$ и может регистрироваться методом ЭПР. К сожалению, нам не удалось зарегистрировать достоверные уровни оксида азота в крови как здоровых, так и больных маститом животных. Мы полагаем, что уровень нитрозогемоглобина является значительно низким в данных образцах: ниже 2×10^{-7} М (спектры не приводятся). Одновременно с исследованием образцов крови на наличие нитрозогемоглобина был оценен уровень трансферрина. Было обнаружено отличия в содержании трансферрина с $g = 4,3$. На рисунке показаны типичные спектры ЭПР трансферрина крови $g = 4,3$ зарегистрированные при температуре 77К. Можно увидеть, что у животных опытной группы (спектр 1 – здоровые животные) уровень трансферрина в крови ниже, чем в контроле (спектр 2 – больные животные). Отличия между контрольной $19,46 \pm 2,94 \times 10^6$ отн. ед. и опытной группами составляют $12,91 \pm 3,24 \times 10^6$ (отн. ед.) (достоверность отличий по методу Холмогорова-Смиронова $p < 0,01$).

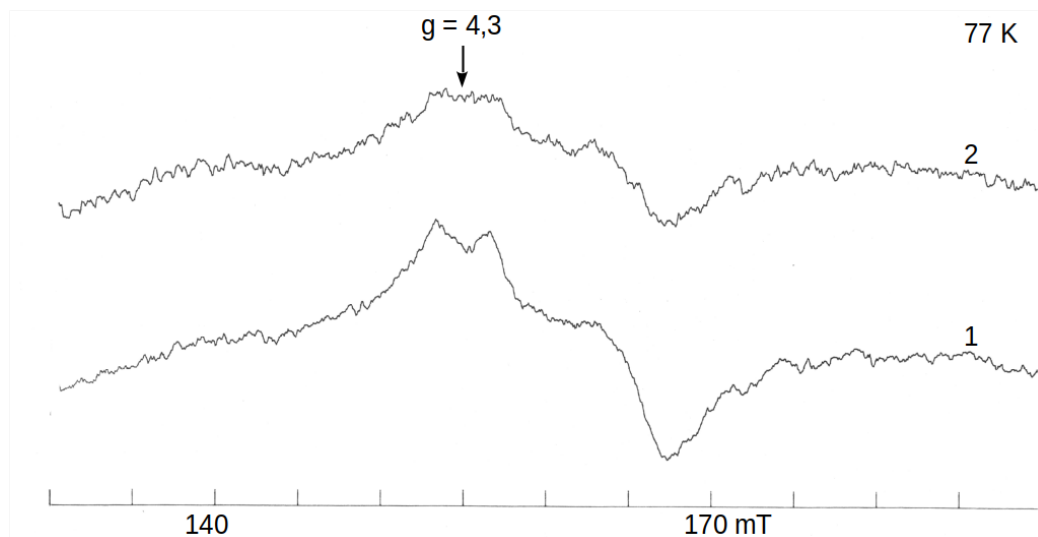


Рис. 1. Спектр электронной достоверности парамагнитного резонанса трансферрина в крови коров с субклиническим маститом (спектр 1 – контроль, спектр 2 – опыт); условия регистрации: температура – 77K; центр поля – 160 мТ; амплитуда модуляции – 5G; усиление – 2×10^6

Figure 1. Electron paramagnetic resonance spectrum of transferrin in the blood of cows with subclinical mastitis: spectrum 1 – control, spectrum 2 – experiment; recording conditions: temperature – 77K, center field– 160 mT, modulation amplitude– 5G, amplification – 2×10^6

Задача исследований заключалась в определении в крови здоровых коров и коров с субклиническим маститом уровня нитрита NO_2 (оксида азота NO), что позволило бы говорить, во-первых, об интенсивности воспалительных процессов при развитии субклинического мастита, во-вторых – о возможности использования данного параметра в качестве диагностического критерия.

Нами показано, что количество оксида азота $(\text{NO})_x$ в крови при мастите не меняется в пределах нормальных значений, зарегистрированных для животных. Также установлена положительная связь между увеличением количества соматических клеток в молоке и оксидом азота $(\text{NO})_x$ при воспалении вымени. Подобный результат показан в работе С. Гера и А. Гуха [24]. NO_x в образцах инфицированного молока увеличился значительно: NO_x (nitrate + nitrite) – $11,07 \pm 0,19$ и $17,97 \pm 0,42$ (μM) ($p < 0,01$). Аналогичное наблюдение было сделано такими исследователями, как А. Бюльбюль и Б. Йылмаз [23], которые связали возрастание NO_x с увеличением количества макрофагов.

В литературе имеются многочисленные исследования сопоставления уровня белков острой фазы – таких, как трансферрин, лактоферрин, ферритин, гаптоглобин [25, 26], в сыворотке крови или в молоке и диагностически установленного субклинического мастита.

Концентрацию Tf в плазме считают плохим биомаркером ввиду его слабой реакции на воспаление (снижение в 1,4 раза) [25] и медленного ответа у жвачных животных. Экспериментальные исследования [27] выявили снижение концентрации Tf в сыворотке через 120 ч после заражения. Механизм снижения концентрации Tf в плазме в ответ на воспаление заключается не в ускорении деградации, а в подавлении синтеза белков острой фазы APP в гепатоцитах [26]. Как известно, белки острой фазы (БОП) (APP) представляют собой группу белков крови, которые способствуют

восстановлению гомеостаза и ограничению роста микробов антителонезависимым образом у животных, подвергшихся инфекции, воспалению.

Нами обнаружено по ЭПР-сигналу трансферрина с $g = 4,3$, что в крови контрольной группы содержится больше трансферрина и, соответственно, железа, а в крови контрольной группы – меньше. В связи с активацией биохимических процессов (синтез белков защиты) и повышенной потребностью в железе можно предположить, что идет процесс переноса Fe^{3+} в клетки, а этот процесс не скомпенсирован поступлением из кишечника. Воспаление может также влиять на уровни самого белка трансферрина крови (Tf), который играет важную роль в транспорте Fe [25], что может отражать тяжесть субклинического мастита у коров. В качестве объяснения приведенных данных можно предположить, что количественно при воспалении становится меньше самого белка трансферрина [28].

Многочисленные работы доказывают, что при воспалении происходят сложные взаимозависимые процессы с участием железа, трансферрина и оксида азота (NO) [29]. Последний увеличивает сродство внутриклеточного белка, регулирующего железо (IRP), к элементам, реагирующим на железо (IRE) в мРНК трансферринового рецептора, и таким образом он может действовать как регулятор клеточного метаболизма железа.

Известно, что железо (Fe) – важный металл в энергетике клетки, дыхании, белках антиоксидантной защиты, одновременно являющийся необходимым микроэлементом для тех же целей у патогенных бактерий [29]. Концентрация Fe быстро снижается в ответ на воспаление, и это можно объяснить как защитный механизм хозяина. Понижение уровня Fe является следствием ограничения доступности Fe в организме для размножения бактерий. Следует отметить, что в экспериментах на мышах было непосредственно показано, что при введении метронидазола или нитрита в качестве доноров оксида азота снижался уровень ЭПР-сигнала трансферрина, то есть происходила потеря железа трансферрином. В настоящее время проблема высвобождения железа из гемсодержащих белков или железосерных центров при непосредственном участии оксида азота достаточно хорошо изучена и представлена в многочисленных публикациях.

При анализе данных об уровне железа в крови коров с субклиническим маститом нельзя не сказать об уровне ферритина, а также лактоферрина в крови и молоке. Так, отмечается [30], что уровень ферритина у коров с субклиническим маститом выше в 7 раз в молоке и в 2 раза – в крови. Таким образом, определение ферритина в сыворотке животных может служить полезным индикатором для обнаружения и прогностического прогноза инфекций молочной железы у коров.

Большое значение имеют результаты опытов по индукции воспаления молочной железы (фактически модель острого мастита коровы) с помощью бактериального липополисахарида LPS *Escherichia coli* 055: B5, Sigma Chemical Co. Было показано, что возрастание уровня NO_x в молоке спустя 3 ч составляет 24,4 μM против 12,9 μM для опытной и контрольной четверти соответственно. Обращает на себя внимание существенная разница в уровне $(NO)_x$, и этот факт связан с продукцией супероксид анион радикала.

Полиморфноядерные нейтрофилы, мигрирующие в зону воспаления молочной железы, отвечают за уничтожение патогенов супероксид анион радикалом O_2^- и при этом процесс не зависит от оксида азота. Пероксинитрит, возникающий в процессе взаимодействия, при распаде дает нитрат и нитрит анионы в соотношении 3:1 [31]. По-видимому, именно в случае острого мастита доля образующегося нитрата мала, так как индукция оксида азота высокая, а O_2^- – нет. По мере развития процесса воспаления поступление аргинина ограничено, что увеличивает долю возникающего

пероксинитрита и, соответственно, долю образующегося нитрата. Идет процесс, который называют сниженной биодоступностью оксида азота при переходе воспаления в хроническую стадию.

Таким образом, сказанное выше позволяет объяснить малое различие в уровне $(\text{NO})_x$ при анализе крови или молока у коров с субклиническим маститом в ряде работ.

Выводы

Conclusions

Изменения в концентрации нитрита и трансферрина наряду с Fe и ферритином в крови могут служить в качестве биомаркеров воспалительных заболеваний, в том числе у коров с субклиническим маститом. Есть все основания для пересмотра методов лечения данного заболевания с влиянием на метаболизм обмена железа. Данные исследования внесли значимый вклад в понимание патогенеза, поэтому есть необходимость более глубокого анализа механизмов развития заболевания и пересмотра подходов к диагностике с учетом новых данных и технологий.

Список источников

1. Trukhachev V.I., Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Morozov V.Yu. Adaptation of the Recommendations of the International Committee for Animal Recording (Icar) in Evaluating the Quality of Milk. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015;6(6):1317-1320. EDN: UWNFRF
2. Авдеенко В.С., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. и др. Прогнозирование репродуктивных качеств и предрасположенности к маститам коров голштинской и симментальской пород // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020. № 3. С. 107–121. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-3-107-120>
3. Филатова А.В., Тшивале Б.М., Федотов С.В., Авдеенко В.С. Инфекционный фактор в этиологии маститов у высокопродуктивных лактирующих коров // *Ученые записки учреждения образования Витебской ордена Знак Почета государственной ветеринарной академии*. 2022. Т. 58. С. 86–89. <https://doi.org/10.52368/2078-0109-2022-58-4-86-91>
4. Федотов С.В., Симонов П.Г., Алиев А.Ю. Особенности терапии гнойно-катаральных эндометритов и маститов у коров // *Ветеринария Кубани*. 2023. № 2. С. 15–18. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2023-2-15-18>
5. Ashraf A., Imran M. Causes, Types, Etiological Agents, Prevalence, Diagnosis, Treatment, Prevention, Effects on Human Health and Future Aspects of Bovine Mastitis. *Anim. Health Res. Rev.* 2020;21:36-49. <https://doi.org/10.1017/S1466252319000094>
6. Cheng W.N., Han S.G. Bovine Mastitis: Risk Factors, Therapeutic Strategies, and Alternative Treatments. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2020;33(11):1699-1713. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0156>
7. Chow J.C., Young D.W., Golenbock D.T. et al. Toll-like Receptor-4 Mediates Lipopolysaccharide-induced Signal Transduction. *J. Biol. Chem.* 1999; 274:10689-10692. <http://doi.org/10.1074/jbc.274.16.10689>
8. Федотов С.В., Сиднев Н.Ю., Редди Г.Р. и др. Современные методы диагностики маститов у коров в условиях интенсивного производства // *Ветеринария*. 2022. № 4. С. 51–56. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.4.51-56>
9. Алиев А.Ю., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. Изменения белкового состава молока коров при субклиническом мастите // *Проблемы*

- ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2022. № 4. С. 471–477. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyг.ecol.202204010>
10. Dang X.T.T., Kavishka J.M., Zhang D.X. et al. Extracellular Vesicles as an Efficient and Versatile System for Drug Delivery. *Cells*. 2020;9(10):2191. <https://doi.org/10.3390/cells9102191>
 11. Zempleni J., Aguilar-Lozano A., Sadri M. et al. Biological Activities of Extracellular Vesicles and Their Cargos from Bovine and Human Milk in Humans and Implications for Infants. *J. Nutr.* 2017;147(1):3-10. <https://doi.org/10.3945/jn.116.238949>
 12. Do D.N., Dudemaine P.L., Mathur M. et al. miRNA Regulatory Functions in Farm Animal Diseases, and Biomarker Potentials for Effective Therapies. *Int. J. Mol. Sci.* 2021;22(6):3080. <https://doi.org/10.3390/ijms22063080>
 13. Chen Y., Jing H., Chen M. et al. Transcriptional Profiling of Exosomes Derived from Staphylococcus aureus-infected Bovine Mammary Epithelial Cell Line MAC-T by RNA-seq Analysis. *Oxid. Med. Cell Longev.* 2021;2021:8460355. <https://doi.org/10.1155/2021/8460355>
 14. Green L.C., Wagner D.A., Glogowski J. et al. Analysis of Nitrate, Nitrite and (15N) Nitrate in Biological Fluids. *Anal. Biochem.* 1982. 126(1):131-138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(82\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-X)
 15. Tsikas D. A Critical Review and Discussion of Analytical Methods in the Larginine/Nitric Oxide Area of Basic and Clinical Research. *Anal. Biochem.* 2008;379:139-163. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2008.04.018>
 16. Li D., Liu Y., Li Y. et al. Significance of Nitric Oxide Concentration in Plasma and Uterine Secretes with Puerperal Endometritis in Dairy Cows. *Vet Res Commun.* 2010;34:315-321. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9355-8>
 17. Prusakov V.E., Maksimov Y.V., Burbaev D.Sh. et al. EPR and Mössbauer Characteristics of Aqueous Solutions of 57Fe-dinitrosyl Iron Complexes with Glutathione and Hydroxyl Ligands. *Appl. Magn. Reson.* 2019;50(7):861-888. <https://doi.org/10.1007/s00723-019-1112-8>
 18. Malmström R.E., Björne H., Oldner A. et al. Intestinal Nitric Oxide in the Normal and Endotoxemic Pig. *Shock*. 2002;18:456-460. <https://doi.org/10.1097/00024382-200211000-00012>
 19. Liu R., Kang Y., Chen L. Activation Mechanism of Human Soluble Guanylatecyclase by Stimulators and Activators. *Nature Communications*. 2021;12:5492. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25617-0>
 20. Vanin A.F., Sanina N.A., Serezhenkov V.A. et al. Dinitrosyl-iron Complexes with Thiol-containing Ligands: Spatial and Electronic Structures. *Biol. Chem.* 2007;19(16):82-93. <https://doi.org/10.1016/J.NIOX.2006.07.005>
 21. Vanin A.F., Selitskaya R.P., Serezhenkov V.A., Mozhokina G.N. Direct EPR Detection of Nitric Oxide in Mice Infected with the Pathogenic Mycobacterium Mycobacterium tuberculosis. *Appl Magn Reson.* 2010;38(1):95-104. <https://doi.org/10.1007/s00723-009-0038-y>
 22. Serezhenkov V.A., Tkachev N.A., Artyushinab Z.S. et al. Reduced Nitric Oxide Bioavailability in Horses with Colic: Evaluation by ESR Spectroscopy. *Biophysics*. 2020;65(5):869-875. <https://doi.org/10.1134/S0006350920050176>
 23. Bülbül A., Yılmaz B. Relationship between the Level of Nitric Oxide and Somatic Cell Count in the Cow Milk with Mastitis. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. 2004;20(2):95-102
 24. Gera S., Guha A. Assessment of Acute Phase Proteins and Nitric Oxide as Indicator of Subclinical Mastitis in Holstein × Haryana Cattle. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2011;81(10):1029-1031

25. Murata H., Shimada N., Yoshioka M. Current Research on Acute Phase Proteins in Veterinary Diagnosis: an Overview. *The Veterinary Journal*. 2004;168:28-40. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(03\)00119-9](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(03)00119-9)
26. Santana A.M., Silva D.G., Thomas F.C. et al. Blood Serum Acute Phase Proteins and Iron Dynamics During Acute Phase Response of Salmonella enterica Serotype Dublin Experimentally Infected Buffalo Calves. *Vet. Immunol. Immunopathol*. 2018;203:30-39. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.07.014>
27. McNair J., Elliott C., Bryson D.G., Mackie D.P. Bovine Serum Transferrin Concentration During Acute Infection with Haemophilus somnus. *Vet. J*. 1998;155:251-255. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(05\)80020-6](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(05)80020-6)
28. Oria R., Sánchez L., Houston T. et al. Effect of Nitric Oxide on Expression of Transferrin Receptor and Ferritin and on Cellular Iron Metabolism in K562 Human Erythroleukemia Cells. *Blood*. 1995;85(10):2962-2966. <https://doi.org/10.1182/blood.V85.10.2962.bloodjournal85102962>
29. Ong S.T., Ho J.Z., Ho B., Ding J.L. Iron-withholding Strategy in Innate Immunity. *Immunobiology*. 2006;211: 295-314. <https://doi.org/10.1016/j.imbio.2006.02.004>
30. Ali A., Rehman M.U., Mushtaq S. et al. Biochemical and Computational Assessment of Acute Phase Proteins in Dairy Cows Affected with Subclinical Mastitis. *Curr. Issues. Mol. Biol*. 2023;45:5317-5346. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12261>
31. Li J., LoBue A., Heuser S.K., Cortese-Krott M.M. Determination of Nitric Oxide and Its Metabolites in Biological Tissues Using Ozone-Based Chemiluminescence Detection: A State-of-the-Art Review. *Antioxidants*. 2024;13(2):179. <https://doi.org/10.3390/antiox13020179>

References

1. Trukhachev V.I., Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Morozov V.Yu. Adaptation of the Recommendations of the International Committee for Animal Recording (Icar) in Evaluating the Quality of Milk. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015;6(6):1317-1320.
2. Avdeyenko V.S., Fedotov S.V., Belozertseva N.S., Filatova A.V. et al. Forecasting reproductive qualities and predisposition to mastitis in cows of the Holstein and Semental breed. *Izvestiya of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2020;3:107-121. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-3-107-120>
3. Filatova A.V., Tshivale B.M., Fedotov S.V., Avdeenko V.S. et al. Infectious factor in the etiology of mastitis in highly productive lactating cows. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskoy ordena Znak pocheta gosudarstvennoy veterinarnoy akademii*. 2022;58:86-89. (In Russ.) <https://doi.org/10.52368/2078-0109-2022-58-4-86-91>
4. Fedotov S.V., Simonov P.G., Aliev A.Yu. Features of therapy of purulent-catarrhal endometritis and mastitis in cows. *Veterinaria Kubani*. 2023;2:15-18. (In Russ.) <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2023-2-15-18>
5. Ashraf A., Imran M. Causes, types, etiological agents, prevalence, diagnosis, treatment, prevention, effects on human health and future aspects of bovine mastitis. *Anim. Health Res. Rev*. 2020;21:36-49. <https://doi.org/10.1017/S1466252319000094>
6. Cheng W.N., Han S.G. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments. *Asian-Australas J. Anim. Sci*. 2020;33(11):1699-1713. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0156>
7. Chow J.C., Young D.W., Golenbock D.T., Christ W.J. et al. Toll-like receptor-4 mediates lipopolysaccharide-induced signal transduction. *J. Biol. Chem*. 1999;274:10689-10692. <http://doi.org/10.1074/jbc.274.16.10689>

8. Fedotov S.V., Sidnev N.Yu., Reddy G.R., Fouad S. et al. Modern methods for diagnosing mastitis in cows under conditions of intensive production. *Veterinary Medicine*. 2022;4:51-56. (In Russ.) <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.4.51-56>
9. Aliev A.Yu., Fedotov S.V., Belozertseva N.S. Changes in the protein composition of cows' milk with subclinical mastitis. *Russian Journal Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*. 2022;4:471-477. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/vet.san.hygy.ecol.202204010>
10. Dang X.T.T., Kavishka J.M., Zhang D.X., Pirisinu M. et al. Extracellular Vesicles as an Efficient and Versatile System for Drug Delivery. *Cells*. 2020;9(10):2191. <https://doi.org/10.3390/cells9102191>
11. Zempleni J., Aguilar-Lozano A., Sadri M., Sukreet S. et al. Biological Activities of Extracellular Vesicles and Their Cargos from Bovine and Human Milk in Humans and Implications for Infants. *J. Nutr*. 2017;147(1):3-10. <https://doi.org/10.3945/jn.116.238949>
12. Do D.N., Dudemaine P.L., Mathur M., Suravajhala P. et al. miRNA Regulatory Functions in Farm Animal Diseases, and Biomarker Potentials for Effective Therapies. *Int. J. Mol. Sci*. 2021;22(6):3080. <https://doi.org/10.3390/ijms22063080>
13. Chen Y., Jing H, Chen M., Liang W. et al. Transcriptional Profiling of Exosomes Derived from Staphylococcus aureus-infected Bovine Mammary Epithelial Cell Line MAC-T by RNA-seq Analysis. *Oxid. Med. Cell Longev*. 2021;2021:8460355. <https://doi.org/10.1155/2021/8460355>
14. Green L.C., Wagner D.A., Glogowski J., Skipper P.L. et al. Analysis of nitrate, nitrite and (15N) nitrate in biological fluids. *Anal. Biochem*. 1982;126(1):131-138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(82\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-X)
15. Tsikas D.A Critical review and discussion of analytical methods in the L-arginine/nitric oxide area of basic and clinical research. *Anal. Biochem*. 2008;379:139-163. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2008.04.018>
16. Li D., Liu Y., Li Y. et al. Significance of nitric oxide concentration in plasma and uterine secretes with puerperal endometritis in dairy cows. *Vet Res Commun*. 2010;34:315-321. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9355-8>
17. Prusakov V.E., Maksimov Y.V., Burbaev D.Sh., Serezhenkov V.A. et al. EPR and Mössbauer Characteristics of Aqueous Solutions of ⁵⁷Fe-dinitrosyl Iron Complexes with Glutathione and Hydroxyl Ligands. *Appl. Magn. Reson*. 2019;50(7):861-888. <https://doi.org/10.1007/s00723-019-1112-8>
18. Malmström R.E., Björne H., Oldner A., Wanecek M. et al. Intestinal Nitric Oxide in the Normal and Endotoxemic Pig. *Shock*. 2002;18:456-460. <https://doi.org/10.1097/00024382-200211000-00012>
19. Liu R., Kang Y., Chen L. Activation mechanism of human soluble guanylatecyclase by stimulators and activators. *Nature Communications*. 2021;12:5492. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25617-0>
20. Vanin A.F., Sanina N.A., Serezhenkov V.A., Burbaev D.Sh. et al. Dinitrosyl-iron complexes with thiol-containing ligands: spatial and electronic structures. *Biol. Chem*. 2007;19(16):82-93. <https://doi.org/10.1016/J.NIOX.2006.07.005>
21. Vanin A.F., Selitskaya R.P., Serezhenkov V.A., Mozhokina G.N. Direct EPR Detection of Nitric Oxide in Mice Infected with the Pathogenic Mycobacterium Mycobacterium tuberculosis. *Appl Magn Reson*. 2010;38(1):95-104. <https://doi.org/10.1007/s00723-009-0038-y>
22. Serezhenkov V.A., Tkachev N.A., Artyushinab Z.S., Kuznetsova M.I. et al. Reduced Nitric Oxide Bioavailability in Horses with Colic: Evaluation by ESR Spectroscopy. *Biophysics*. 2020;65(5):869-875. <https://doi.org/10.1134/S0006350920050176>

23. Bülbül A., Yılmaz B. Relationship between the Level of Nitric Oxide and Somatic Cell Count in the Cow Milk with Mastitis. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. 2004;20(2):95-102.
24. Gera S., Guha A. Assessment of acute phase proteins and nitric oxide as indicator of subclinical mastitis in Holstein × Haryana cattle. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2011;81(10):1029-1031.
25. Murata H., Shimada N., Yoshioka M. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. *The Veterinary Journal*. 2004;168:28-40. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(03\)00119-9](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(03)00119-9)
26. Santana A.M., Silva D.G., Thomas F.C., Bernardes P.A. et al. Blood serum acute phase proteins and iron dynamics during acute phase response of *Salmonella enterica* Serotype Dublin experimentally infected buffalo calves. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2018;203:30-39. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.07.014>
27. McNair J., Elliott C., Bryson D.G., Mackie D.P. Bovine serum transferrin concentration during acute infection with *Haemophilus somnus*. *Vet. J.* 1998;155:251-255. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(05\)80020-6](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(05)80020-6)
28. Oria R., Sánchez L., Houston T., Hentze M.W. et al. Effect of nitric oxide on expression of transferrin receptor and ferritin and on cellular iron metabolism in K562 human erythroleukemia cells. *Blood*. 1995;85(10):2962-2966. <https://doi.org/10.1182/blood.V85.10.2962.bloodjournal85102962>
29. Ong S.T., Ho J.Z., Ho B., Ding J.L. Iron-withholding strategy in innate immunity. *Immunobiology*. 2006;211:295-314. <https://doi.org/10.1016/j.imbio.2006.02.004>
30. Ali A., Rehman M.U., Mushtaq S., Ahmad Sh.B. et al. Biochemical and Computational Assessment of Acute Phase Proteins in Dairy Cows Affected with Subclinical Mastitis. *Curr. Issues. Mol. Biol.* 2023;45:5317-5346. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12261>
31. Li J., LoBue A., Heuser S.K., Cortese-Krott M.M. Determination of Nitric Oxide and Its Metabolites in Biological Tissues Using Ozone-Based Chemiluminescence Detection: A State-of-the-Art Review. *Antioxidants*. 2024;13(2):179. <https://doi.org/10.3390/antiox13020179>

Сведения об авторах

Зинаида Сергеевна Артюшина, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»; Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, 23; e-mail: artyshina.zinaida@yandex.ru

Сергей Васильевич Федотов, д-р ветеринар. наук, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; Российская Федерация, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.fedotov@rgau.mscs.ru

Владимир Анатольевич Сerezhenkov, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории физической химии биополимеров, Институт химической физики имени Н.Н. Семенова РАН; Российская Федерация, 119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4; e-mail: serezhenkov@polymer.chph.ras.ru

Никита Юрьевич Сиднев, ассистент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; Российская Федерация, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: sidnev.nick2014@gmail.com

Николай Анатольевич Ткачев, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории физической химии биополимеров, Институт химической физики имени Н.Н. Семенова РАН; Российская Федерация, 119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4; e-mail: serezhnikov@polymer.chph.ras.ru

Наталья Сергеевна Белозерцева, канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; Российская Федерация, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: nsfetisova@mail.ru

Information about the authors

Zinaida S. Artyushina, CSc (Vet), Associate Professor at the Department of Disease Diagnostics, Therapy, Obstetrics and Reproduction of Animals, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin; 23 Academica Skryabina St., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: artyshina.zinaida@yandex.ru

Sergey V. Fedotov, DSc (Vet), Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: s.fedotov@rgaumcxa.ru

Vladimir A. Serezhnikov, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Physical Chemistry of Biopolymers, N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences; 4 Kosygina St., Moscow, 119334, Russian Federation; e-mail: serezhnikov@polymer.chph.ras.ru

Nikita Yu. Sidnev, Assistant at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: sidnev.nick2014@gmail.com

Nikolay A. Tkachev, CSc (Bio), Research Associate at the Laboratory of Physical Chemistry of Biopolymers, N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences; 4 Kosygina St., Moscow, 119334, Russian Federation; e-mail: serezhnikov@polymer.chph.ras.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, 127550, Russian Federation; e-mail: nsfetisova@mail.ru

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

**Анализ селекционно-генетических параметров
в популяции свиней породы йоркшир и ландрас**

**Антон Васильевич Савинов^{1✉}, Мария Сергеевна Круткина²,
Александр Михайлович Колов², Наталья Сергеевна Алтухова¹,
Марина Владимировна Белова³, Андрей Иванович Рудь³,
Илья Владимирович Рукин²**

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

²АО «Агроплем», Москва, Россия

³ООО «Башкирская мясная компания», Уфа, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: savinovantonv@mail.ru

Аннотация

Расчет селекционно-генетических параметров является важным компонентом генетического совершенствования экономически важных признаков, в частности, в племенной работе в свиноводстве, и определяет стратегию селекции при комплексной оценке племенной ценности животных. В статье представлены результаты разработки линейной модели смешанного типа для оценки компонентов дисперсии и прогноза племенной ценности свиней породы йоркшир и ландрас по признакам: количество рожденных живых поросят, гол.; средняя живая массы поросенка в помете, кг; скорость роста живой массы от рождения до достижения 100 кг, г/сут. Выполнен анализ влияния факторов паратипической природы на разнообразие признаков продуктивности свиней. Выявлена нелинейная зависимость показателей многоплодия и крупноплодности и фиксированного фактора «Номер опороса». В закрытой популяции свиней двух пород рассчитаны коэффициенты фенотипической и генетической корреляции и коэффициенты наследуемости селекционных признаков. Так, по признакам многоплодия, крупноплодности и скорости роста для породы йоркшир коэффициенты наследуемости определились на уровне 0.14, 0.20, 0.40, а для породы ландрас – 0.13, 0.18, 0.43 соответственно. Выявлены отрицательная генетическая корреляция между показателями многоплодия и крупноплодности (–0.24 и –0.33 для породы йоркшир и ландрас соответственно) и положительная связь между крупноплодностью и скоростью роста (+0.23 и +0.28 для породы йоркшир и ландрас соответственно). На основе рассчитанных селекционно-генетических параметров в дальнейшем будет сделан прогноз племенной ценности свиней и осуществлена комплексная оценка животных двух пород.

Ключевые слова

Анализ вариантов, смешанные модели, наследуемость признаков, генетическая корреляция

Для цитирования

Савинов А.В., Круткина М.С., Колов А.М. и др. Анализ селекционно-генетических параметров закрытой популяции свиней породы йоркшир и ландрас // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 151–166.

Analysis of selection and genetic parameters in Yorkshire and Landrace pigs

Anton V. Savinov¹✉, Maria S. Krutkina², Alexander M. Kolov²,
Natalia S. Altukhova¹, Marina V. Belova³, Andrey I. Rud³, Ilya V. Rukin²

¹Russian State Agrarian University –

Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

²JSC “Agroplem”, Moscow, Russia

³LLC “Bashkir Meat Company”, Republic of Bashkortostan, Russia

✉Corresponding author: savinovantonv@mail.ru

Abstract

Calculating selection and genetic parameters is an important step in improving economically significant genetic traits, particularly in pig breeding. These calculations determine the breeding strategies for assessing the breeding value of animals. This article presents the results of developing linear mixed models to assess variance components and predict breeding values in Yorkshire and Landrace pigs for the following traits: the number of piglets born alive (NBA), the average birth weight (ABW) per, and the average daily weight gain (ADWG) until reaching 100 kg. The effect of fixed factors on the variability of pig productivity traits was analyzed. A nonlinear relationship was revealed between NBA and ABW and the factor “parity number”. Phenotypic and genetic correlations and heritability estimates of the analyzed pig populations’ breeding traits were calculated. The heritability estimates were 0.14, 0.20, and 0.40 for NBA, ABW, and ADWG, respectively, in Yorkshire pigs and 0.13, 0.18, and 0.43, respectively, in Landrace pigs. Negative genetic correlations were found between NBA and ABW (–0.24 and –0.33 for Yorkshire and Landrace pigs, respectively), as well as positive correlations between ABW and ADWG (+0.23 and +0.28 for Yorkshire and Landrace pigs, respectively). These selection and genetic parameters will be used to predict the breeding value of pigs and assess selection indexes in the two breeds.

Keywords

Analysis of variance, mixed models, heritability of traits, genetic correlation

For citation

Savinov A.V., Krutkina M.S., Kolov A.M., Altukhova N.S. et al. Analysis of selection and genetic parameters in Yorkshire and Landrace pigs. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 151–166.

Введение Introduction

Для максимизации генетического прогресса необходим научно обоснованный подход к основным этапам разведения животных [1]. Прогноз племенной ценности является важной составляющей племенной работы, позволяющей ранжировать кандидатов на отбор для определения животных с наиболее ценным генотипом. Фенотипическое проявление признака представляется как $P = G + E$, то есть обуславливается суммой генетических факторов (G) и условиями внешней среды (E). В свою очередь, генетическая компонента (ее разнообразие) обусловлена различными эффектами генов: аддитивными (суммарными) и неаддитивными (доминирование и эпистаз). Поскольку условия внешней среды не являются постоянными, а также взаимодействуют с генотипом (взаимодействие

«генотип-среда»), фенотипическое проявление признака имеет слабую корреляцию с генотипом, что делает отбор животных на основании фенотипа малоэффективным ввиду того, что животные с лучшими фенотипами не всегда имеют лучший генотип [2]. Вследствие невозможности прямого измерения генетической ценности животного по количественному признаку(ам) в животноводстве применяют математическо-статистические методы, основанные на определении компонентов общей изменчивости признака и расчете на их (компонентов) основе селекционно-генетических параметров и прогноза генетической ценности животных. Селекционно-генетические параметры являются важными статистическими показателями исследуемой популяции, характеризующими уровень развития, разнообразия и сопряженности признаков.

Одним из важных параметров для осуществления тех или иных селекционных мероприятий в популяции является коэффициент наследуемости (h^2). В узком смысле он представляет собой отношение аддитивной генетической дисперсии ($\sigma_{G_A}^2$) к об-

щей фенотипической дисперсии ($\sigma_G^2 + \sigma_e^2$) и рассчитывается по формуле:
$$h^2 = \frac{\sigma_{G_A}^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2}.$$

В широком смысле коэффициент наследуемости определяется как отношение суммарной генетической дисперсии (σ_G^2) к общей фенотипической дисперсии и рассчиты-

вается по формуле:
$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2}.$$
 При этом механизм наследования генетического

материала таков, что аддитивные эффекты генов имеют наибольшую вероятность быть унаследованными потомством, поэтому коэффициент наследуемости определяется в узком смысле [3].

Генетическая корреляция представляет собой связь между признаками, обусловленную генетическими факторами. Коэффициент генетической корреляции необходим для анализа сопряженности между селекционируемыми признаками при осуществлении комплексной оценки племенной ценности и максимизации генетического прогресса по нескольким производственным показателям.

В 1973 г. Чарльз Рой Хендерсон предложил метод наилучшего линейного несмещенного прогноза (Best Linear Unbiased Prediction – BLUP), в котором одновременно учитывается оценка различных источников изменчивости, представленных в виде фиксированных и рандомизированных (случайных) факторов, что позволяет нивелировать влияние окружающей среды и с максимальной точностью прогнозировать аддитивную генетическую ценность животных. В данном методе используются все доступные источники информации (собственная продуктивность, продуктивность потомков, племенная ценность родителей и сибсов) [4]. Методология BLUP имеет множество модификаций, ранней из которых является *Sire Model* (модель отца), показавшая высокую эффективность при оценке быков-производителей по продуктивности дочерей в молочном скотоводстве. Модификация *Animal Model* (модель животного) была разработана для прогноза племенной ценности всех животных, учитываемых в модели, что достигается за счет использования матрицы родства A , основанной на родословной и содержащей информацию о всех имеющихся предках и потомках животных.

В последние годы широкое распространение получил метод геномного прогноза племенной ценности GBLUP (Genomic Best Linear Unbiased Prediction), в котором матрица родства представлена как матрица отношений G , основанная на геномных данных, а также метод ssGBLUP (single step Genomic Best Linear Unbiased Prediction), в котором используется комбинированная матрица отношений H , включающая в себя как отношения, основанные на геноме, так и отношения, основанные на родословной. В методе ssGBLUP прогноз племенной ценности рассчитывается за один шаг и позволяет оценить как генотипированных, так и негенотипированных животных [5].

Для применения метода BLUP необходимы значения компонентов дисперсии, которые могут быть оценены с помощью различных статистических методов: дисперсионный анализ (ANOVA), квадратичная несмещенная оценка с минимальной нормой (MINQUE), метод максимального правдоподобия (ML), метод ограниченного максимального правдоподобия (REML) и метод ограниченного максимального правдоподобия с усредненной информацией (AIREML) [6].

Большинство модификаций метода BLUP, основанных на данных о родословной или геномных данных, базируется на решении уравнений смешанной модели, в которой паратипические эффекты представлены как классификационные или регрессионные факторы. Точность линейной модели смешанного типа для оценки аддитивных генетических эффектов зависит от полноты и корректности исходных данных, а также от набора фиксированных факторов, входящих в состав уравнения.

Определение влияния категориальных и регрессионных факторов, описывающих часть фенотипического разнообразия конкретного признака, обусловленного влиянием внешней среды, является важным этапом при прогнозировании племенной ценности животных [7–9]. Поэтому определение факторов, достоверно влияющих на изменчивость селекционных показателей, расчет компонентов дисперсии и селекционно-генетических параметров, является актуальным как для геномного прогноза племенной ценности, так и для генетического прогноза животных.

Цель исследований: построение уравнений смешанной модели для оценки селекционно-генетических параметров основных показателей продуктивности в закрытой популяции свиней породы йоркшир и ландрас.

Методика исследований Research method

Материалом исследований послужили записи о продуктивности свиней породы йоркшир и ландрас, родившихся в период с 2018 по 2024 гг. в условиях ООО «Башкирская мясная компания» (Республика Башкортостан, Благоварский район). В качестве признаков продуктивности были взяты: количество рожденных живых поросят, гол. (*Number Born Alive – NBA*); крупноплодность, кг (*Average piglet weight at birth per litter – ABW*); среднесуточный прирост от рождения до достижения живой массы 100 кг, г/сут. (*Average daily weight gain – ADWG*).

Для определения факторов, имеющих статистически значимое влияние на разнообразие отдельного признака, использовался многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Для проверки мультиколлинеарности факторов использовались V-критерий Крамера для категориальных факторов и коэффициент корреляции для регрессионных факторов. Сила влияния факторов на разнообразие отдельных признаков рассчитывалась по формуле:

$$\eta^2 = \frac{SS_f}{SS_t}, \quad (1)$$

где η^2 – коэффициент, характеризующий долю дисперсии, объясняемую фактором; SS_f – факториальная сумма квадратов; SS_t – общая сумма квадратов.

В данном исследовании был принят следующий исходный набор факторов для признаков «Многоплодие» и «Крупноплодность»:

- «ферма-год-сезон опороса»;
- «ферма-год-месяц опороса»;
- «ферма-год-неделя опороса»;

- «ферма-год-сезон рождения»;
- «ферма-год-месяц рождения»;
- «ферма-год-неделя рождения»;
- «номер опороса»;
- «количество сибсов в помете»;
- «возраст первого опороса»;
- «возраст опороса».

Для показателя «Среднесуточный прирост» были выбраны следующие факторы:

- «ферма-год-сезон рождения»;
- «ферма-год-месяц рождения»;
- «ферма-год-неделя рождения»;
- «пол»;
- «количество сибсов в помете»;
- «номер опороса матери на момент рождения животного»;
- «индивидуальная масса при рождении» [10].

Включение факторов «ферма-год-сезон рождения», «ферма-год-месяц рождения», «ферма-год-неделя рождения», а также «ферма-год-сезон опороса», «ферма-год-месяц опороса» и «ферма-год-неделя опороса» в модель оценки племенной ценности осуществлялось с помощью последовательного дисперсионного анализа, выполненного отдельно для каждого из взаимосвязанных факторов по очереди, на основании рассчитанного коэффициента η^2 , характеризующего силу влияния конкретного фактора.

Анализ влияния фактора «Возраст опороса» на разнообразие признаков многоплодия и крупноплодности выполнялся с помощью сравнения линейной и полиномиальной модели второго порядка.

Компоненты (ко)варианс, коэффициенты наследуемости и коэффициенты генетической корреляции были рассчитаны с помощью построения линейных моделей смешанного типа с использованием модуля AIREML программного пакета BLUPF90.

Коэффициент наследуемости рассчитывался по формуле:

$$h^2 = \frac{\sigma_{G_A}^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2}, \quad (2)$$

где h^2 – коэффициент наследуемости; σ_G^2 – генетическая вариация; $\sigma_{G_A}^2$ – аддитивная генетическая вариация; σ_e^2 – остаточная вариация.

Генетическая корреляция была рассчитана по формуле:

$$r_{G_{12}} = \frac{\sigma_{G_{12}}}{\sqrt{\sigma_{G_1}^2 \sigma_{G_2}^2}}. \quad (3)$$

Фенотипическая корреляция рассчитывается по формуле:

$$r_{P_{12}} = \frac{\sigma_{P_{12}}}{\sqrt{\sigma_{P_1}^2 \sigma_{P_2}^2}}, \quad (4)$$

где $r_{G_{12}}$ – коэффициент генетической корреляции между признаками 1 и 2; $r_{P_{12}}$ – коэффициент фенотипической корреляции между признаками 1 и 2; σ_G^2 – генетическая ковариация; σ_P^2 – фенотипическая ковариация; σ_P^2 – фенотипическая вариация.

Анализ и подготовка данных осуществлялись с использованием языка программирования Python.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Общее количество животных в породе йоркшир составило 12704 хряка и 103296 свиноматок, в породе ландрас – 7603 хряка и 26192 свиноматки. Фенотипические записи показателей опоросов для породы йоркшир составили 31051 по многоплодию и 7037 по крупноплодности. Для породы ландрас количество фенотипических показателей опороса составило 6073 для многоплодия и 1303 для крупноплодности. Показатели среднесуточного прироста были представлены 15611 записями для породы йоркшир и 2457 – для породы ландрас.

Среди высоко коррелирующих факторов, обусловленных совокупным влиянием фермы и даты рождения животного, а также фермы и даты опороса животного, наибольшую силу влияния имели факторы «ферма-год-месяц рождения» и «ферма-год-месяц опороса», которые были включены в итоговую модель для признаков «Многоплодие» и «Крупноплодность» у исследуемых пород.

Для анализа влияния высококоррелирующих факторов «Возраст опороса» и «Номер опороса» на признаки многоплодия и крупноплодности были построены линейные и квадратичные регрессионные модели, на основании которых осуществлялся выбор оптимального фактора. Результаты анализа представлены на рисунках 1–4.

Как следует из представленных графиков, при описании изменчивости с помощью квадратичной модели средние показатели многоплодия и крупноплодности возрастают к 3–4 опоросам и убывают к последующим опоросам.

Для сравнения моделей были рассчитаны коэффициенты детерминации и средний квадрат ошибок модели. Коэффициенты детерминации линейной регрессионной модели для породы йоркшир составили $R^2 = 0.02$ и $R^2 = 0.06$, в квадратичной регрессионной модели коэффициенты детерминации составили $R^2 = 0.07$ и $R^2 = 0.09$ для показателей многоплодия и крупноплодности соответственно. Для породы ландрас коэффициенты детерминации составили $R^2 = 0.001$ и $R^2 = 0.02$ в линейной модели, в квадратичной модели $R^2 = 0.013$ и $R^2 = 0.06$ для показателей многоплодия и крупноплодности соответственно. Средняя сумма квадратов ошибки в квадратичной регрессионной модели была меньше, чем в линейной регрессионной модели, для всех исследуемых показателей по всем породам.

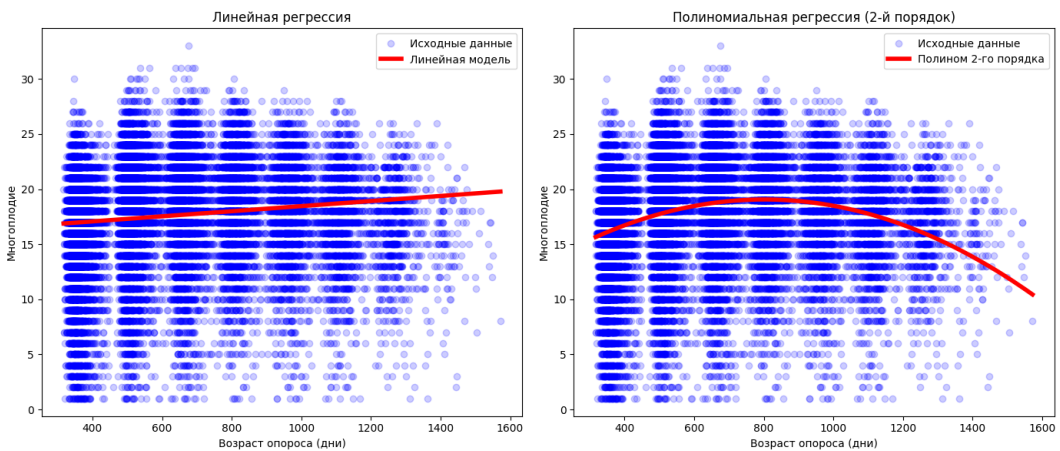


Рис. 1. График регрессионной и полиномиальной модели влияния фактора «Возраст опороса» на показатель NBA в породе йоркшир

Figure 1. Regression and polynomial model graph of the effect of parity age on NBA in Yorkshire pigs

Таким образом, было показано, что квадратичная регрессия объясняет изменчивость показателей многоплодия и крупноплодности более точно, чем линейная регрессия, так как имеет более высокий коэффициент детерминации и меньшую сумму квадратов остаточных (неучтенных) эффектов.

В результате анализа было установлено нелинейное влияние фактора «Возраст опороса» на исследуемые показатели для каждой из пород. Ввиду высокой положительной корреляции ($r = +0.99$) между факторами «Возраст опороса» и «Номер опороса» фактор «Номер опороса» был включен в итоговую модель в качестве классификационного фактора для показателей многоплодия и крупноплодности всех исследуемых пород.

Результаты дисперсионного анализа итоговых моделей по показателям многоплодия и крупноплодности представлены в таблицах 1–4.

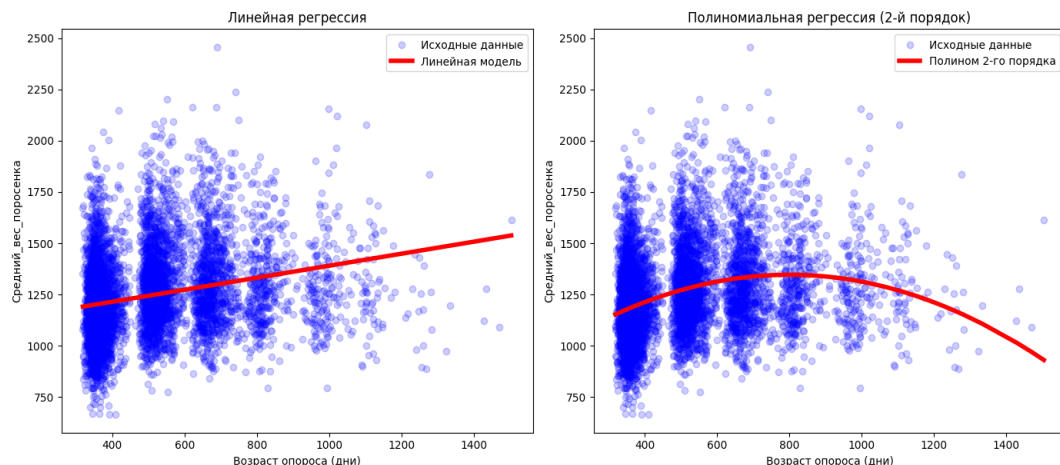


Рис. 2. График регрессионной и полиномиальной модели влияния фактора «Возраст опороса» на показатель крупноплодности в породе йоркшир

Figure 2. Regression and polynomial model graph of the effect of parity age on ABW in Yorkshire pigs

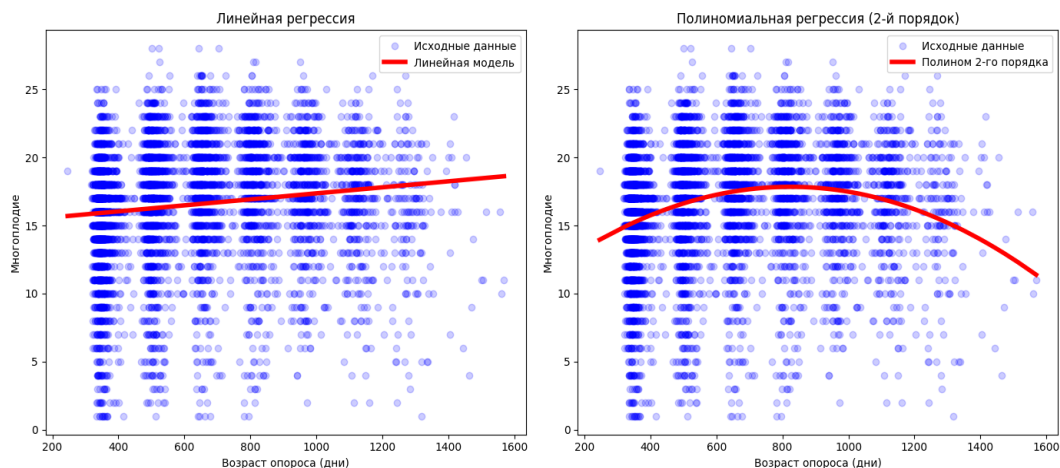


Рис. 3. График регрессионной и полиномиальной модели влияния фактора «Возраст опороса» на показатель многоплодия в породе ландрас

Figure 3. Regression and polynomial model graph of the effect of parity age on NBA in Landrace pigs

Данные таблиц демонстрируют, что факторы «ферма-год-месяц рождения», «ферма-год-месяц опороса» и «номер опороса» имели достоверное влияние на все исследуемые показатели для всех пород. Фактор «количество сибсов в помете» не имел достоверного влияния на показатели многоплодия и крупноплодности. Фактор «номер опороса матери на момент рождения животного» имел достоверно влияние только на показатель крупноплодности в породе ландрас. Фактор «возраст первого опороса» имел значимое влияние на все признаки, кроме показателя многоплодия в породе ландрас.

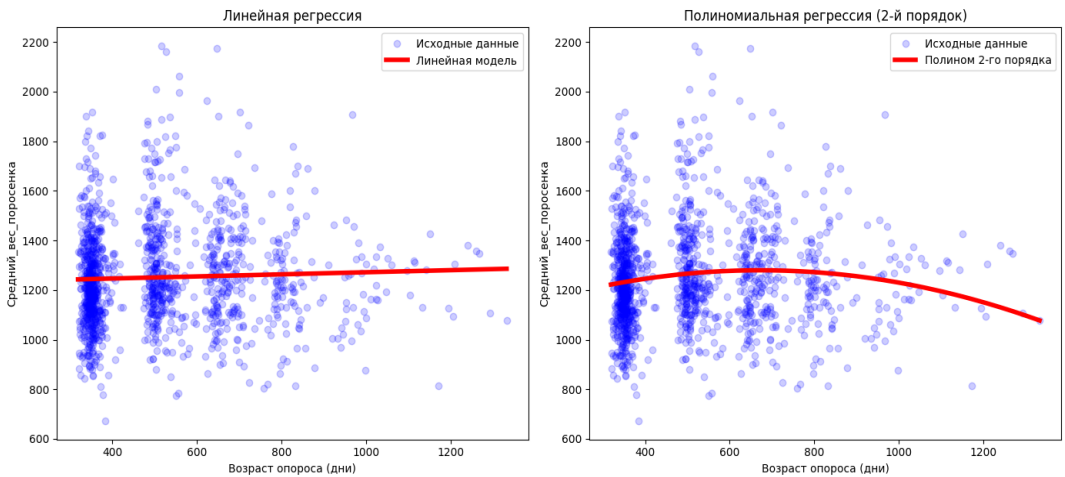


Рис. 4. График регрессионной и полиномиальной модели влияния фактора «Возраст опороса» на показатель крупноплодности в породе ландрас

Figure 4. Regression and polynomial model graph of the effect of parity age on ABW in Landrace pigs

Таблица 1

Дисперсионный анализ факторов по признаку *NBA* в породе йоркшир

Table 1

Analysis of variance (ANOVA) of factors for NBA in Yorkshire pigs

Источник изменчивости	df число степеней свободы	SS сумма квадратов	MS средний квадрат	F-критерий	p-value
Ферма-год-месяц рождения	132	12620	96	4,60***	<0,001
Ферма-год-месяц опороса	93	7054	76	3,65***	<0,001
Номер опороса	7	3680	526	25,30***	<0,001
Количество сибсов в помете	22	528	24	1.14	<0.293
Номер опороса матери	6	174	29	1,40	<0,211
Возраст первого опороса дни	129	4844	38	1,81***	<0,001
Остаток	17154	356467	21	—	—

Таблица 2

Дисперсионный анализ факторов по признаку ABW в породе йоркшир

Table 2

Analysis of variance (ANOVA) of factors for ABW in Yorkshire pigs

Источник изменчивости	df число степеней свободы	SS сумма квадратов	MS средний квадрат	F-критерий	p-value
Ферма-год-месяц рождения	90	8278016	91978	2,32***	<0,001
Ферма-год-месяц опороса	63	3800550	60326	1,52**	<0,005
Номер опороса	6	911819	151970	3,84***	<0,001
Количество сибсов в помете	25	1322878	52915	1,34	<0,121
Номер опороса матери	5	461865	92373	2,33*	<0,039
Возраст первого опороса дни	119	8148685	68476	1,73***	<0,001
Остаток	2213	87586406	39578	–	–

Таблица 3

Дисперсионный анализ факторов по признаку NBA в породе ландрас

Table 3

Analysis of variance (ANOVA) of factors for NBA in Landrace pigs

Источник изменчивости	df число степеней свободы	SS сумма квадратов	MS средний квадрат	F-критерий	p-value
Ферма-год-месяц рождения	129	4588	36	1,82***	<0,001
Ферма-год-месяц опороса	94	3003	32	1,64***	<0,001
Номер опороса	7	961	137	7,02***	<0,001
Количество сибсов в помете	22	633	29	1,47	0,072
Номер опороса матери	5	179	36	1,84	0,102
Возраст первого опороса, дней	82	1519	19	0.95	0,606
Остаток	3233	63156	20	–	–

Результаты дисперсионного анализа по показателю «Скорость роста» представлены в таблицах 5 и 6.

В результате проведенного анализа было установлено, что факторы «ферма-год-рождения», «количество сибсов в помете» и «масса при рождении» имеют достоверное влияние на показатель среднесуточного прироста для всех исследуемых пород. Фактор «пол» не имел достоверного влияния на среднесуточный прирост в породе йоркшир. Фактор «номер опороса матери на момент рождения животного» не имел статистической значимости влияния на признак среднесуточного прироста в обеих исследуемых породах.

Таблица 4

Дисперсионный анализ факторов по признаку ABW в породе ландрас

Table 4

Analysis of variance (ANOVA) of factors for ABW in Landrace pigs

Источник изменчивости	df число степеней свободы	SS сумма квадратов	MS средний квадрат	F-критерий	p-value
Ферма-год-месяц рождения	71	7800205	109862	2,59***	<0,001
Ферма-год-месяц опороса	59	9459417	160329	3,77***	<0,001
Номер опороса	5	512472	102494	2,41*	0,036
Количество сибсов в помете	18	693860	38548	0,91	0,566
Номер опороса матери	5	211971	42394	1,00	0,417
Возраст первого опороса дни	79	6732038	85216	2,01**	<0,001
Остаток	307	13046851	42498	—	—

Таблица 5

Дисперсионный анализ факторов по признаку «Скорость роста» в породе йоркшир

Table 5

Analysis of variance (ANOVA) of factors for ADWG in Yorkshire pigs

Источник изменчивости	df число степеней свободы	SS сумма квадратов	MS средний квадрат	F-критерий	p-value
Ферма-год-месяц рождения	71	7556571	106431	25,00***	<0,001
Количество сибсов в помете	28	186571	6663	1,57**	<0,029
Номер опороса матери	7	52847	7550	1,77	<0,088
Пол	1	4927	4927	1,16	<0,281
Масса при рождении	1145	9612568	8395	1,97***	<0,001
Остаток	14814	63067177	4257	—	—

**Дисперсионный анализ факторов по признаку «Скорость роста»
в породе ландрас**

Table 6

Analysis of variance (ANOVA) of factors for ADWG in Landrace pigs

Источник изменчивости	df число степеней свободы	SS сумма квадратов	MS средний квадрат	F-критерий	p-value
Ферма-год-месяц рождения	68	1583788	23291	5,19***	<0,001
Количество сибсов в помете	23	283825	12340	2,75***	<0,001
Номер опороса матери	5	27536	5507	1,23	0,292
Пол	1	43745	43745	9,75**	0,002
Масса при рождении	566	3873282	6843	1,52***	<0,001
Остаток	1926	8644753	4488	–	–

Далее, на основании выбранных факторов, были построены следующие уравнения смешанной модели:

1. Для признака многоплодия в породе йоркшир

$$y_{ijkl} = FYMb_i + FYMw_j + N_k + A_l + e_{ijkl}$$

2. Для признака крупноплодности в породе йоркшир

$$y_{ijklm} = FYMb_i + FYMw_j + N_k + M_l + A_m + e_{ijklm}$$

3. Для признака многоплодия в породе ландрас

$$y_{ijk} = FYMb_i + FYMw_j + N_k + e_{ijk}$$

4. Для признака крупноплодности в породе ландрас

$$y_{ijkl} = FYMb_i + FYMw_j + N_k + A_l + e_{ijkl}$$

5. Для признака скорости роста в породе йоркшир

$$y_{ijk} = FYMb_i + F_j + W_k + e_{ijk}$$

6. Для признака скорости роста в породе ландрас

$$y_{ijkl} = FYMb_i + S_j + F_k + W_l + e_{ijkl},$$

где y – фенотипическое значение признака; $FYMb$ – «ферма-год-месяц рождения»; $FYMw$ – «ферма-год-месяц опороса»; N – «номер опороса»; S – «пол животного»; F – «количество сибсов в помете»; M – «номер опороса матери, в который родилось животное»; A – «возраст первого опороса»; W – «живая масса при рождении»; e – остаточный эффект модели.

Приведенные уравнения модели в последующем будут использованы для расчета генетического и геномного прогноза племенной ценности свиней пород йоркшир и ландрас по признакам многоплодия, крупноплодности и скорости роста.

Эффективность отбора животных во многом зависит от величины коэффициентов наследуемости, генетических и фенотипических корреляций между признаками, а также от точности их расчета. На основе построенных линейных моделей были вычислены компоненты дисперсии и ковариансы, коэффициенты наследуемости, фенотипические и генетические ковариансы и фенотипические и генетические корреляции. Результаты представлены в таблицах 7, 8.

Как следует из полученных результатов, обе популяции пород свиней характеризуются низкими (многоплодие и крупноплодность) и средними (скорость роста) значениями коэффициентов наследуемости и не выходят за пределы общепринятых величин.

В результате исследований установлено, что показатель количества живых поросят при рождении имеет отрицательную генетическую корреляцию со средней массой поросенка в опросе. Также показатель индивидуальной массы при рождении имеет положительную корреляцию со скоростью роста. Поэтому отбор животных, направленный исключительно на повышение показателей многоплодия, может отрицательно повлиять на показатель средней массы поросенка в опоросе, что в свою очередь отрицательно влияет на скорость роста, а также на другие показатели продуктивности. Этот тезис подтверждается результатами исследований других авторов. Так, по данным Б.И.М. Лопез и соавт. [11], генетическая корреляция между многоплодием и скоростью роста составила $-0,07$ для породы ландрас и $-0,18$ для породы йоркшир. По сообщению Р.О. Репрото [12], увеличение показателя многоплодия отрицательно влияет на показатели однородности поросят по живой массе, что приводит к увеличению доли слабых поросят и снижению их сохранности к отъему. В исследованиях других ученых по оценке генетических параметров свиней породы йоркшир и ландрас [13] была определена отрицательная генетическая корреляция между показателями многоплодия и крупноплодности ($r = -0,35$), а также положительная генетическая корреляция между крупноплодностью и общей массой поросят в помете при рождении ($r = +0,55$).

Таблица 7

Компоненты дисперсии и коэффициенты наследуемости

Table 7

Variance components and heritability estimates

Параметры	Признаки					
	Многоплодие		Крупноплодность		Скорость роста	
	йоркшир	ландрас	йоркшир	ландрас	йоркшир	ландрас
δ_R^2	18,148	17,357	28526,0	27302,0	2974,6	3233,0
δ_G^2	2,9271	2,4897	7132,8	6078,1	1956,3	2471,2
h^2	0,14	0,13	0,20	0,18	0,40	0,43

Примечание. δ_R^2 – остаточная дисперсия; δ_G^2 – генетическая дисперсия.

**Генетические и фенотипические ковариансы
и коэффициенты корреляции между признаками**

Table 8

Genetic and phenotypic covariances and correlation coefficients between traits

Порода	Параметры	Признаки	
		Многоплодие – крупноплодность	Крупноплодность – скорость роста
Йоркшир	Covar (P)	–266.22	+2395.01
Ландрас		–296.01	+3288.27
Йоркшир	Covar (G)	–34.68	+896.52
Ландрас		–40.59	+1085.17
Йоркшир	r(P)	–0.37	+0.26
Ландрас		–0.43	+0.35
Йоркшир	r(G)	–0.24	+0.23
Ландрас		–0.33	+0.28

Примечание. Covar (P) – фенотипическая коварианса; Covar (G) – генетическая коварианса; r(P) – фенотипическая корреляция; r(G) – генетическая корреляция.

Таким образом, при формировании селекционных целей и построения селекционного индекса для максимизации генетического прогресса по показателю «Многоплодие» необходимо принимать во внимание и коррелирующие с ним признаки, поскольку улучшение одного признака может повлечь за собой снижение общего генетического прогресса по другим экономически важным признакам.

**Выводы
Conclusions**

Проведен дисперсионный анализ по показателям многоплодия, крупноплодности и скорости роста у свиней породы ландрас и йоркшир. Выявлены факторы, достоверно влияющие на изменчивость данных показателей продуктивности. Установлена нелинейная зависимость влияния фактора «Возраст опороса» на показатели многоплодия и крупноплодности. Построены уравнения смешанной модели для оценки вариансных компонентов и прогноза племенной ценности свиней. Рассчитаны селекционно-генетические параметры: фенотипические и генетические (ко)вариансы, коэффициенты наследуемости и коэффициенты корреляции. Выявлена отрицательная генетическая корреляция между показателями многоплодия и крупноплодности, а также положительная генетическая корреляция между показателями крупноплодности и скорости роста животных. Для максимизации генетического прогресса по комплексу признаков продуктивности отбор по показателю многоплодия рекомендуется производить с учетом показателей средней массы поросенка в помете и скорости роста.

Список источников

1. Trukhachev V.I., Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Morozov V.Yu. Adaptation of the Recommendations of the International Committee for Animal Recording (Icar) in Evaluating the Quality of Milk. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015;6(6):1317-1320. EDN: UWNRFR
2. Dekkers J.C.M., Mathur P.K., Knol E.F. Genetic Improvement of the Pig. In: *The Genetics of the Pig*. Wallingford, UK: CABI. 2011;390-425. <https://doi.org/10.1079/9781845937560.0390>
3. Теоретические основы генетического совершенствования популяций животных: Руководство / Сост. С.Н. Харитонов, А.А. Сермягин, Е.Е. Мельникова и др. Дубровицы: Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, 2020. 151 с.
4. Henderson C.R. Best Linear Unbiased Estimation and Prediction under a Selection Model. *Biometrics*. 1975;31(2):423. <https://doi.org/10.2307/2529430>
5. Legarra A., Christensen O.F., Aguilar I., Misztal I. Single Step, a General Approach for Genomic Selection. *Livestock Science*. 2014;166:54-65. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.029>
6. Hofer A. Variance Component Estimation in Animal Breeding: a Review. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1998;155(6):247-265. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1998.tb00347.x>
7. Храмченко Н.М., Романенко А.В., Ераховец И.А. Расчет селекционно-генетических параметров свиней на основе компонентов общей дисперсии // *Зоотехническая наука Беларуси*. 2017. Т. 52, № 1. С. 132-146
8. Garrick D.J. An Animal Breeding Approach to the Estimation of Genetic and Environmental Trends from Field Populations. *Journal of Animal Science*. 2010;88(13): E3-E10. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2329>
9. Невар К.В. Биометрические модели и селекционно-генетические параметры селекционируемых признаков популяции племенных свиней // *Зоотехническая наука Беларуси*. 2024. Т. 59, № 1. С. 63-73
10. Fu C., Ostensen T., Christensen O.F., Xiang T. Single-step Genomic Evaluation with Metafounders for Feed Conversion Ratio and Average Daily Gain in Danish Landrace and Yorkshire Pigs. *Genet Sel Evol*. 2021;53(1):79. <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00670-x>
11. Lopez B.I.M., Song C., Seo K. Genetic Parameters and Trends for Production Traits and Their Relationship with Litter Traits in Landrace and Yorkshire Pigs. *Animal Science Journal*. 2018;89(10):1381-1388. <https://doi.org/10.1111/asj.13090>
12. Reproto R.O. Genetic Selection and Advances in Swine Breeding: a Review of Its Impact on Sow's Reproductive Traits. *International Journal of Research and Review*. 2020;7(10):41-52
13. Zhao Y.X., Gao G.X., Zhou Y. et al. Genome-wide Association Studies Uncover Genes Associated with Litter Traits in the Pig. *Animal*. 2022;16(12):100672. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100672>

References

1. Trukhachev V.I., Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Morozov V.Yu. Adaptation of the Recommendations of the International Committee for Animal Recording (Icar) in Evaluating the Quality of Milk. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015;6(6):1317-1320.

2. Dekkers J.C.M., Mathur P.K., Knol E.F. Genetic Improvement of the Pig. In: *The Genetics of the Pig*. Wallingford, UK: CABI, 2011;390-425. <https://doi.org/10.1079/9781845937560.0390>
3. Kharitonov S.N., Sermyagin A.A., Melnikova E.E., Osadchaya A.Yu. et al.. *Theoretical basis of genetic improvement of animal populations*. Dubrovitsy, Russia: L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 2020:151. (In Russ.)
4. Henderson C.R. Best Linear Unbiased Estimation and Prediction under a Selection Model. *Biometrics*. 1975;31(2):423. <https://doi.org/10.2307/2529430>
5. Legarra A., Christensen O.F., Aguilar I., Misztal I. Single Step, a General Approach for Genomic Selection. *Livestock Science*. 2014;166:54-65. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.029>
6. Hofer A. Variance component estimation in animal breeding: a review. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1998;155(6):247-265. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1998.tb00347.x>
7. Hramchenko N.M., Romanenko A.V., Erahovets I.A. Calculation of selection and genetic parameters of pigs based on components of general dispersion. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*. 2017;52(1):132-146. (In Russ.)
8. Garrick D.J. An Animal breeding approach to the estimation of genetic and environmental trends from field populations. *Journal of Animal Science*. 2010;88(13): E3-E10. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2329>
9. Nevar K.V. Biometric models and selection-genetic parameters of selectable traits of breeding pig population. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*. 2024;59(1):63-73. (In Russ.)
10. Fu C., Ostensen T., Christensen O.F., Xiang T. Single-step genomic evaluation with metafounders for feed conversion ratio and average daily gain in Danish Landrace and Yorkshire pigs. *Genet Sel Evol*. 2021;53(1):79. <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00670-x>
11. Lopez B.I.M., Song C., Seo K. Genetic parameters and trends for production traits and their relationship with litter traits in Landrace and Yorkshire pigs. *Animal Science Journal*. 2018;89(10):1381-1388. <https://doi.org/10.1111/asj.13090>
12. Repeto R.O. Genetic Selection and Advances in Swine Breeding: a Review of Its Impact on Sow's Reproductive Traits. *International Journal of Research and Review*. 2020;7(10):41-52.
13. Zhao Y.X., Gao G.X., Zhou Y., Guo C.X. et al. Genome-wide association studies uncover genes associated with litter traits in the pig. *Animal*. 2022;16(12):100672. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100672>

Сведения об авторах

Антон Васильевич Савинов, аспирант кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: savinovantonv@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6770-1990>

Мария Сергеевна Круткина, руководитель аналитического отдела, АО «Агроплем»; 115409, г. Москва, Каширское шоссе, 49; e-mail: info@agroplem.ru; <http://orcid.org/0009-0003-7337-4361>

Александр Михайлович Колов, аналитик, АО «Агроплем»; 115409, г. Москва, Каширское шоссе, 49; e-mail: info@agroplem.ru; <http://orcid.org/0009-0003-7337-4361>

Наталья Сергеевна Алтухова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская

Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: n.altukhova@rgau-msha.ru; <http://orcid.org/0000-0001-6169-3953>

Белова Марина Владимировна, начальник селекционно-генетического управления, ООО «Башкирская мясная компания»; 450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Проспект Октября, 1; <http://orcid.org/0009-0006-5259-6549>

Андрей Иванович Рудь, д-р с.-х. наук, руководитель научно-исследовательского отдела селекции животных, ООО «Башкирская мясная компания»; 450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Проспект Октября, 1; <http://orcid.org/0000-0001-8893-2846>

Илья Владимирович Рукин, директор по научным исследованиям и разработкам, АО «Агроплем»; 115409, г. Москва, Каширское шоссе, 49; e-mail: info@agroplem.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4093-3254>

Information about the authors

Anton V. Savinov, post graduate student of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: savinovantonv@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6770-1990>

Maria S. Krutkina, Head of Analytics Department, JSC “Agroplem”; 49 Kashirskoe Hwy., Moscow, 115409, Russia; e-mail: info@agroplem.ru; <https://orcid.org/0009-0008-0616-3990>

Aleksandr M. Kolov, Analyst, JSC “Agroplem”; 49 Kashirskoe Hwy., Moscow, 115409, Russia; e-mail: info@agroplem.ru; <http://orcid.org/0009-0003-7337-4361>

Natalia S. Altukhova, CSc (Ag), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: n.altukhova@rgau-msha.ru; <http://orcid.org/0000-0001-6169-3953>

Marina V. Belova, Head of the Selection Department, LLC “Bashkir Meat Company”; 1 Prospekt Oktyabrya St., Ufa, 450001, Republic of Bashkortostan, Russia; <http://orcid.org/0009-0006-5259-6549>

Andrey I. Rud, DSc (Ag), Head of the Research Department of Animal Breeding, LLC “Bashkir Meat Company”; 1 Prospekt Oktyabrya St., Ufa, 450001, Republic of Bashkortostan, Russia; <http://orcid.org/0000-0001-8893-2846>

Ilya V. Rukin, Director of Research and Development, JSC “Agroplem”; 49 Kashirskoe Hwy., Moscow, 115409, Russia; e-mail: info@agroplem.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4093-3254>

ЭКОНОМИКА

**Мультилингвальная политика аграрного вуза:
возможности и перспективы развития**

Лариса Евгеньевна Бабушкина[✉], Алексей Анатольевич Зайцев

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

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

Аннотация

В статье представлены исследования организационно-экономических направлений деятельности современного российского аграрного вуза, поставившего амбициозные цели по реализации изменений в системе менеджмента для обеспечения соответствия вуза быстро меняющимся условиям внешней среды. Таким образом, целью исследований является определение позиции аграрного вуза в мировом пространстве партнерских отношений с точки зрения как его участия в образовательном процессе глобального объема, так и параметров международного сотрудничества. В статье представлены результаты критического анализа состояния и перспектив развития мультилингвальной политики аграрного вуза. Обосновано, что университет должен быть переориентирован на максимальное вовлечение иностранных студентов в научное, образовательное и инновационное пространство аграрного вуза. Авторами делается акцент на отведении значительной роли разработке и реализации мультилингвальных образовательных программ, что окажет существенное влияние на систему менеджмента университета. В исследованиях использованы SWOT-анализ, метод стратегического планирования мультилингвальной политики аграрного вуза для оценки внутренних и внешних факторов, влияющих на развитие образовательного процесса в аграрном вузе. Предложены и обоснованы некоторые стратегии по улучшению мультилингвальной политики аграрного вуза: предлагается увеличить количество многоязычных международных образовательных программ с целью увеличения притока иностранных студентов в аграрный вуз, организовывать культурные мероприятия и обмен студентов с зарубежными университетами, а также поддерживать языковые программы и международные научные и образовательные проекты.

Ключевые слова

Мультилингвальная политика, мультилингвальное образование, SWOT-анализ, фокус-группы, стратегии развития мультилингвальной политики

Благодарности

Авторы выражают благодарность: Анне Юрьевне Ворониной, заместителю начальника управления международных образовательных программ; Ивану Филипповичу Кривчанскому, кандидату педагогических наук, профессору кафедры педагогики и психологии профессионального образования, ведущему специалисту Управления международных образовательных программ за предоставление данных о сотрудничестве университета с зарубежными партнерами

Для цитирования

Бабушкина Л.Е., Зайцев А.А. Мультилингвальная политика аграрного вуза: возможности и перспективы развития // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 167–180.

Multilingual policy of an agrarian university: opportunities and development prospects

Larisa E. Babushkina✉, Alexey A. Zaitsev

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

✉Corresponding author: l.babushkina@rgau-msha.ru

Abstract

The article presents the research of organizational and economic directions of a modern Russian agrarian higher educational institution, which sets ambitious goals to implement changes in its management system to ensure the compliance with the rapidly changing conditions of the external environment. Thus, the aim of the research is to determine the position of the agrarian higher educational institution in the international partnership from the point of view of both its active participation in the educational process and the parameters of international cooperation. The article shows the results of the critical analysis of the state and prospects of development of the multilingual policy of the agrarian university. It is substantiated that the university should be reoriented to the maximum involvement of foreign students in the scientific, educational and innovative activities of the agrarian university. The authors emphasize the role of the development and implementation of multilingual educational programs, which will have a significant effect on the university management system. The research uses SWOT analysis, a method of strategic planning of the multilingual policy of the agrarian university, to assess internal and external factors influencing the development of the educational process in the agrarian university. Some strategies to improve the multilingual policy of the agrarian university are proposed and justified: it is suggested to increase the number of multilingual international educational programs in order to intensify the inflow of foreign students to the agrarian university, to organize cultural events and student exchanges with foreign universities, as well as to support language programs and international scientific and educational projects.

Keywords

Multilingual policy, multilingual education, SWOT analysis, focus groups, multilingual policy development strategies

Acknowledgments

The authors are grateful to Anna Yu. Voronina, Deputy Head of the Department of International Educational Programs, Ivan F. Krivchansky, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Pedagogy and Psychology of Professional Education, Leading Specialist of the Department of International Educational Programs, for providing data on the University's cooperation with foreign partners.

For citation

Babushkina L.E., Zaitsev A.A. Multilingual policy of an agrarian university: opportunities and development prospects. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 167–180.

Введение Introduction

Одним из приоритетных направлений современного высшего образования является подготовка высококвалифицированных кадров в социально-экономическом, политическом и культурно-мировоззренческом глобальном пространстве. На повестке ЮНЕСКО в области устойчивого развития образования на период до 2030 года главный вопрос – интернационализация образования. Это связано с профессиональной деятельностью будущих специалистов в современных условиях, заключающейся в поиске и смысловой переработке разноязычной информации, ценность которой определяется как внутренней, так и внешней социально-экономической активностью государства, – например, в установлении международных связей с зарубежными партнерами (вузами, предприятиями, бизнес-компаниями и др.), стремительно развивающимися в структуре мирового хозяйства [1].

Одним из движущих направлений российской экономики по праву считается стремительно развивающееся сельское хозяйство [2, 3]. В связи с этим инновационное развитие аграрного вуза не мыслится без его конструктивного партнерства с иностранными образовательными структурами. И.Ф. Кривчанский подчеркивает важность партнерства вуза с иностранными вузами с целью обмена лучшими практиками администрирования и менеджмента качества высшего образования, достижениями мастерства преподавания дисциплин, инновационными проектами в области науки и образования, а также продуктивной мобильности интеллектуального капитала в студенческой и профессорско-преподавательской среде [4]. В рамках стратегической сессии «Современные вызовы аграрного образования и науки» для руководителей подведомственных образовательных и научных организаций 27 января 2025 г. министр сельского хозяйства О.Н. Лут отметила увеличение числа иностранных студентов в аграрных вузах как одну из приоритетных задач.

Соглашаясь с объективным мнением И.Ф. Кривчанского о роли агропромышленного комплекса как фундаментальной отрасли международного уровня, которая обеспечивает стратегическую продовольственную безопасность государства [4], авторы видят актуальными и практически значимыми формирование и развитие грамотной и эффективной мультилингвальной политики аграрного вуза.

Создание эффективной мультилингвальной политики в аграрном университете требует комплексного подхода, включающего в себя разработку и реализацию курсов по изучению различных языков, курсов в избранных направлениях на иностранных языках, организацию культурных мероприятий и обменов студентов с зарубежными университетами, а также поддержку языковых программ и международных научных и образовательных проектов. Актуальность и значимость вышеназванных мероприятий мультилингвальной политики аграрного вуза признаны на федеральном уровне. В связи с этим проблемы интеграционных и междисциплинарных связей в научно-исследовательском и образовательном процессах в контексте мультилингвизма приобретают новое видение.

Цель исследований: определение позиции аграрного вуза в мировом пространстве партнерских отношений с точки зрения как его участия в научном и образовательном процессах глобального объема, так и параметров международного сотрудничества.

Методика исследований

Research method

Для достижения поставленной цели были обозначены следующие задачи:

- проанализировать современное состояние и возможности мультилингвальной политики аграрного вуза;
- выявить сильные и слабые стороны современного состояния мультилингвальной политики аграрного вуза;
- предложить возможные эффективные стратегии для дальнейшего совершенствования мультилингвальной политики аграрного вуза.

Исследования проводились на базе Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева с 2021 по 2025 гг. В соответствии с целью исследований использован комплекс теоретических методов: изучение и анализ нормативных правовых актов, научной литературы, статистических обзоров, которые направлены на оценку состояния мультилингвальной политики в аграрных вузах в целом, изучение современных представлений о состоянии данной проблемы, доступные на данный момент теоретические и практические пути ее решения; наблюдение, которое использовалось с целью изучения и выявления особенностей мультилингвальной политики в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, а также результатов международной деятельности вуза; метод фокус-групп, который применялся с целью изучения мнения респондентов о возможных применяемых средствах и приемах управления мультилингвальной политикой в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (в работе двух фокус-групп приняли участие 110 респондентов, среди которых – 32 сотрудника и 78 иностранных студентов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева).

Кроме теоретических методов, использованы эмпирические методы: SWOT-анализ, который позволил увидеть сильные и слабые стороны мультилингвальной политики аграрного вуза, выявить возможности и перспективы развития; статистический анализ, позволивший выявить тенденции, что явилось доказательной базой для перспективы развития и предложения эффективных стратегий по совершенствованию мультилингвальной политики аграрного вуза.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Современное состояние мультилингвальной политики аграрного вуза. В условиях глобализации мультилингвальная политика в вузе становится необходимостью для создания межкультурного взаимодействия, укрепления международных связей и регулирования успешной адаптации выпускников на мировом рынке труда. Развитие языковых навыков не только обогащает культурный опыт студентов, но и открывает новые возможности для научных исследований и академического роста. Эффективная мультилингвальная политика способствует повышению престижа университета, привлечению иностранных студентов и преподавателей, а также развитию научных и культурных инициатив. Одним из направлений мультилингвальной политики является развитие мультилингвального образования.

Инвестиции в развитие мультилингвального образования в аграрном университете способствуют расширению образовательных горизонтов студентов и созданию благоприятной образовательной среды для глобальных вызовов сельского хозяйства. Исследуя ключевые проблемы, связанные с внедрением мультилингвального образования в аграрном вузе, рассмотрим ключевое понятие «мультилингвизм»,

являющийся новым вызовом времени, процесс которого связан с глобализацией мирового сообщества.

Как отмечается в научной литературе [5], мультилингвизм – способность использовать два и более языков отдельно говорящим лицом или обществом говорящих. Более половины населения мира являются билингвами или мультилингвами, что делает необходимым понимание когнитивных и психологических преимуществ владения несколькими языками. Помимо улучшения коммуникации, мультилингвизм улучшает когнитивные функции – такие, как память, внимание и способность к решению проблем, которые имеют решающее значение для личностного и профессионального роста. Исследования показывают, что мультилингвизм улучшает исполнительные функции (такие, как память и умственная гибкость), стимулирует творческие способности, особенно критическое мышление и умение нестандартно мыслить. Исследования показали, что билингвы и мультилингвы часто демонстрируют улучшенные когнитивные навыки – такие, как решение проблем, критическое мышление и метаязыковая осведомленность, по сравнению с монолингвами [6]. Эта улучшенная когнитивная способность может привести к более глубокому пониманию и оценке различных культур, способствуя более инклюзивному и разнообразному обществу.

Вышеизложенное подчеркивает актуальность мультилингвального образования и является одной из дискуссионных тем политиков, теоретиков, ученых, философов, преподавателей и др.

Постулаты модернизированного образования XXI в. основываются сегодня на идеях гуманизма, открытости по отношению к окружающему миру. Согласимся с А.А. Прохоровой в том, что необходимой составной частью современного видения мира является ориентирующееся на согласование различных культурных пространств мультилингвальное образование. Автор подчеркивает неизбежность постепенного приобщения обучающихся к полноценному существованию в условиях многоязычного и неоднородного общества, в мире современных коммуникаций, социальных сетей, электронной почты, виртуальной реальности и др. [7].

Итак, мультилингвизм – мощный инструмент для реализации образовательных программ, предоставляющий возможность использовать несколько языков в качестве средств обучения или предметов изучения. Основная цель многоязычного образования заключается в том, чтобы наделить студентов полномочиями, поддерживая развитие владения несколькими языками, тем самым способствуя языковому разнообразию, культурному пониманию и академическому успеху [8]. Многоязычное образование направлено на развитие у студентов навыков владения несколькими языками, что позволяет им эффективно общаться и взаимодействовать с разнообразными языковыми и культурными сообществами.

На основе изучения современного состояния мультилингвального образования и его возможностей для профессионализации перспективного специалиста, деятельность которого сопряжена с непрерывной деловой коммуникацией и активным обменом опытом, выделим противоречия, на наш взгляд, определившие направления данных исследований:

– между потребностью общества в высококвалифицированных специалистах, владеющих одним и более иностранными языками, способными к взаимодействию с сообществами, проявляющимися в языковом и культурном разнообразии, и отсутствием теоретически обоснованной модели мультилингвальной образовательной политики с последовательной логикой, раскрывающей цели, задачи, этапы, профессионально ориентированные кейсы в структуре мультилингвального образовательного процесса;

– между важностью внедрения мультилингвального образования в практику аграрного вуза и отсутствием предложений по реализации мультилингвальных образовательных программ, соответствующих актуальным требованиям к современному специалисту;

– между востребованностью языковой подготовки выпускников к взаимодействию в межкультурном пространстве и недостаточной теоретической и практической обоснованностью создания стратегий накопления у них опыта кооперации в мультилингвальной среде.

Представленные выше противоречия позволили сформулировать проблему, заключающуюся в недостаточной проработке механизмов мультилингвальной политики аграрного вуза, которая бы обеспечивала плодотворное взаимодействие профессионального сообщества, опираясь на знания, ценностные ориентиры, практический опыт и принимая во внимание эффективные управленческие решения. Мультилингвальная политика в вузе придаст приоритет сохранению и продвижению языкового разнообразия, обеспечивая при этом равный доступ к образованию для всех студентов.

В федеральном стандарте отмечается, что одной из универсальных компетенций у студентов неязыковых направлений подготовки является формирование профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции, представляющей самостоятельный блок в структуре овладения общей профессиональной компетентностью специалиста. Она позволяет выпускнику использовать один или несколько иностранных языков как средство информационной деятельности, направленной на пополнение и систематизацию профессиональных знаний, общения и культуры в целом.

Данный факт подтверждается масштабным исследованием «Форсайт компетенций 2030», проведенным на базе Российской Московской школы управления «Сколково» и Агентства стратегических инициатив, где компетенция «Мультиязычность и мультикультурность (свободное владение английским и знание второго иностранного языка, понимание национального и культурного контекста стран-партнеров, понимание специфики работы в отраслях в других странах)» выделена среди основных профессиональных компетенций специалистов первой половины XXI в. [9].

Анализ документов стратегического планирования вуза в области развития мультилингвальной политики позволил определить ключевые факторы прямого и косвенного воздействия, оказывающие влияние на формирование мультилингвального образовательного пространства вуза (табл. 1). Согласно данным таблицы мультилингвальная политика аграрного вуза обладает высоким потенциалом в отношении как непосредственно образования, так и необходимого для этого контингента. SWAT-анализ состояния мультилингвальной политики аграрного вуза является важным инструментом для выявления сильных и слабых сторон ее осуществления.

SWAT-анализ позволил провести систематическое и структурированное исследование текущих языковых практик в университете. Выяснилось, что мультилингвальная политика в аграрном вузе играет важную роль в обеспечении доступа к образованию на разных языках, укреплении межкультурного понимания и развитии международных партнерств.

SWAT-анализ позволил определить стратегические цели и приоритеты в области мультилингвальной политики аграрного вуза. На основе результатов анализа был разработан план действий для улучшения языковой среды университета включая усиление языкового обучения, расширение международных языковых программ и повышение качества языковых услуг для студентов и преподавателей.

SWAT-анализ состояния мультилингвальной политики аграрного вуза

Table 1

SWAT analysis of the multilingual policy state of the agrarian university

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
1. Высокая доля заинтересованных в получении образования в области сельского хозяйства. 2. Наличие мультиязычных курсов, переводов учебных материалов и участие студентов в международных языковых программах. 3. Значительный образовательный, научный и инновационный потенциал для подготовки трудовых ресурсов. 4. Выгодное транспортно-географическое положение. 5. Современные образовательные площадки.	1. Нехватка и/или отсутствие аудиторных часов для изучения двух и более языков в учебном плане. 2. Низкий уровень материально-технической базы. 3. Низкий уровень инноваций в области дистанционного образования иностранных граждан. 4. Кадровый дефицит в разработке и реализации двуязычных программ. 5. Недостаточное финансирование мультиязычных программ. 6. Неэффективное использование языковых ресурсов. 7. Необходимость дальнейшего развития языковой политики.
Возможности (O)	Угрозы (Т)
1. Значимый инструмент для обеспечения качественного образования и развития межкультурного понимания среди студентов и преподавателей. 2. Обеспечение доступа к обучению на различных языках, улучшение коммуникации между студентами различных национальностей. 3. Содействие в привлечении иностранных студентов и экспертов. 4. Укрепление позиций университета на мировой арене. 5. Расширение возможностей для исследований и академического обмена. 6. Формирование толерантной и открытой культуры в учебной среде. 7. Повышение престижа университета на международном уровне.	1. Недостаточная подготовка персонала к работе в мультиязычной среде. 2. Недостаточное знание языков, которое может привести к трудностям в обучении и общении как с международными студентами, так и с преподавателями, что оказывает негативное влияние на качество образования и уровень межкультурного понимания в университете. 3. Большие затраты, необходимые в связи с подготовкой учебных материалов на разных языках, обучением преподавателей и созданием мультиязычной среды обучения. Недостаточное финансирование программ мультиязычного обучения, приводящее к снижению качества образования и привлечению студентов из разных стран. 4. Недостаточная поддержка со стороны администрации и отсутствие ясной стратегии внедрения мультиязычной политики, которые также могут создать угрозы для успешной реализации этой инициативы. Необходимо уделить внимание обучению персонала, разработке финансовых стратегий и установлению четких правил и процедур для эффективного функционирования мультиязычной среды в аграрном вузе.

В целом SWAT-анализ мультилингвальной политики аграрного вуза помог сформулировать стратегию развития языковых ресурсов учебного заведения, что, на наш взгляд, будет способствовать повышению его конкурентоспособности на международном уровне и обеспечит эффективное взаимодействие с участниками образовательного процесса из разных стран и культур.

Кейс-стади. С целью разработки стратегий по совершенствованию мультилингвальной политики аграрного вуза была проведена работа двух фокус-групп, участниками которых явились преподаватели и иностранные студенты.

Результаты фокус-групп представлены на рисунке, из которого следует, что подавляющее число респондентов считают реализацию мультилингвальной политики как важнейшую составляющую продвижения имиджа и стратегического развития вуза в целом. Обе фокус-группы подчеркивают важность равного доступа к образованию для всех студентов независимо от их языкового фона.

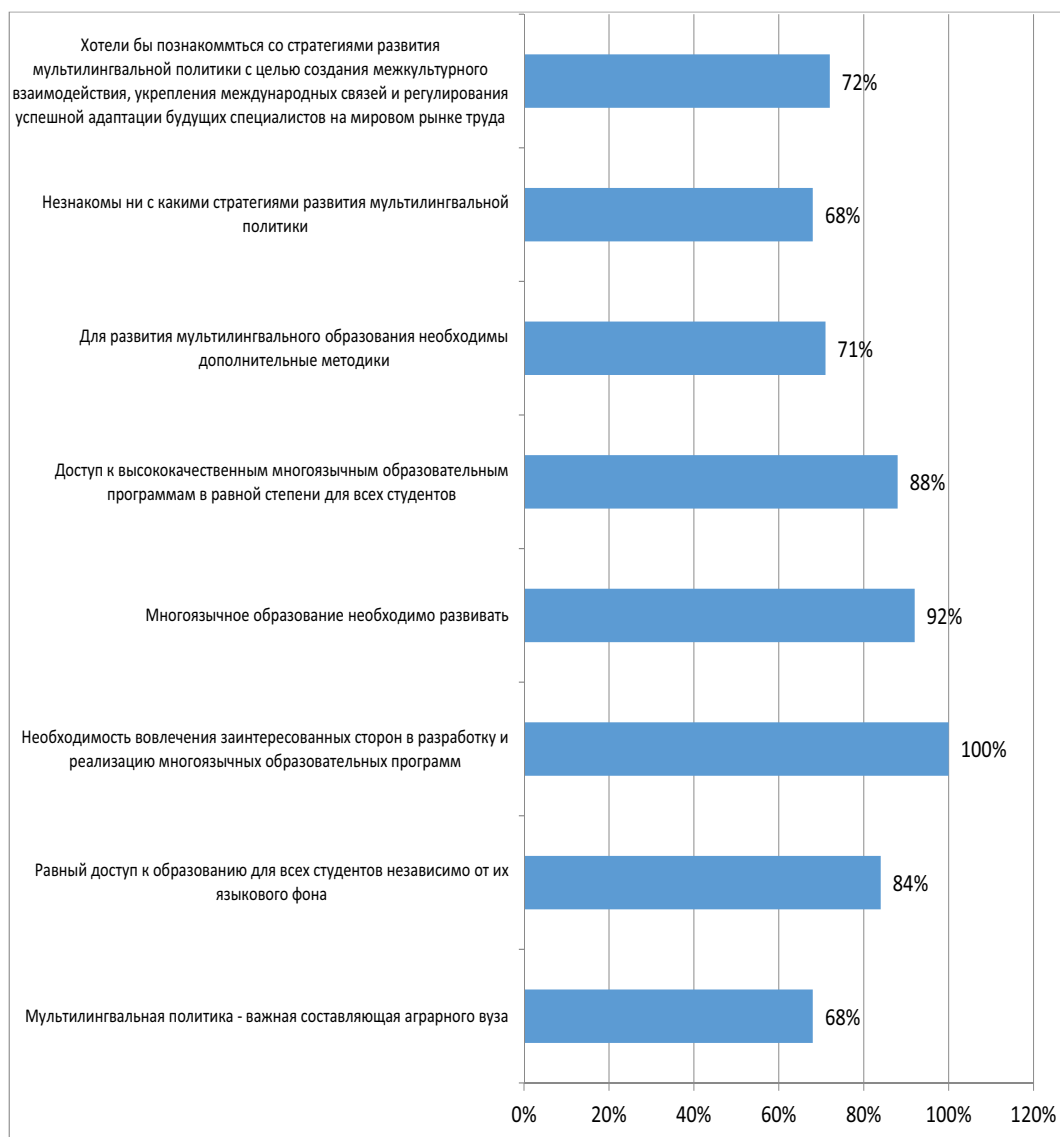


Рис. 1. Результаты работы фокус-групп преподавателей и иностранных студентов РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Figure 1. Results of work of focus groups of teachers and foreign students of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Доступ к высококачественным многоязычным образовательным программам необходим для содействия социальной справедливости и обеспечения равных возможностей для всех студентов. Вовлечение сообществ и заинтересованных сторон в разработку и реализацию многоязычных образовательных программ имеет решающее значение для успеха мультилингвальной политики. Вовлечение университетского сообщества в исследование помогло создать поддержку многоязычного образования и способствовать разработке стратегий ее совершенствования.

Возможности и перспективы развития. Основываясь на ведущих исследованиях в области реализации мультилингвальной политики (А.А. Муравьева, А.Ю. Воронина К.П. Личко, Е.Ю. Насекина [10, 11]), отметим, что в проектах, направленных на развитие мультилингвальной политики аграрного вуза, формируются и укрепляются взаимное доверие и понимание участников международного образовательного пространства, и это вносит существенный вклад в реализацию устойчивого развития общества в целом.

Исследования специалистов в области иностранных языков (Р.В. Агаджанян, А.Ю. Алипичев, Т.В. Голикова, Е.В. Казанская и др. [12], Л.Е. Бабушкина, А.А. Зайцев, С.В. Кади [13], Т.А. Васильченко, И.В. Султанова [14] и др.) подтверждают, что поддержание мультилингвальной среды в аграрном вузе требует особого внимания к вопросам перевода, локализации учебных материалов и обеспечению качественного языкового обучения для студентов и преподавателей. Важно также проводить мероприятия по культурному обмену и популяризации различных языков и культур в университетском сообществе. Кроме того, необходимо поощрять участие студентов в языковых программах и обменах, чтобы расширить их кругозор и повысить межкультурное понимание.

С целью увеличения контингента иностранных студентов необходимо разработать и внедрить в практику двуязычные программы, которые позволят интегрировать студентов из различных языковых групп и обеспечить обучение как на языке большинства (например, английский язык), так и на целевом языке (русский язык). Эти программы способствуют билингвизму, билигратности и межкультурной компетентности среди всех студентов. Они также могут способствовать экономической и социальной интеграции иммигрантов и меньшинств, предоставляя доступ к образованию, трудоустройству, медицинскому обслуживанию и другим важным услугам.

В научной литературе говорится, что мультилингвальная политика вуза может столкнуться с такими вызовами, как недостаток ресурсов и конкурирующие программы других вузов. Они также могут способствовать сохранению неравенства, сосредоточиваясь на ассимиляции вместо признания культурного разнообразия [15]. Языковые программы аграрного вуза, пока только представленные подготовительным отделением для иностранных граждан РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, направлены на развитие языковой компетенции иностранных учащихся, одновременно способствуя их академическим успехам и культурному пониманию. Программы предоставляют студентам обучение с постепенным переходом к обучению на русском языке. Эти программы предназначены для поддержки академического развития студентов в период освоения ими русского языка.

Эффективность мультилингвальной политики зависит от таких факторов, как политический контекст, социальные установки по отношению к разнообразию и институциональная поддержка мультикультурализма. Политика, адаптированная к специфическим потребностям и реалиям мультикультурных обществ, с большей вероятностью будет успешно способствовать социальной справедливости и инклюзии.

Несмотря на вызовы и ограничения, было выявлено несколько успешных стратегий и лучших практик в реализации мультилингвальной политики [16]. Обеспечение равного доступа к высококачественному образованию для всех студентов независимо от их происхождения является необходимым для продвижения социальной справедливости и инклюзии. Инклюзивные образовательные практики – такие, как дифференцированное обучение, культурно-ответственная педагогика и поддержка студентов из различных языковых и культурных сред, могут помочь решить проблемы образовательного неравенства и способствовать академическому успеху всех студентов. Вовлечение сообществ в разработку, внедрение и оценку мультилингвальной политики имеет решающее значение для обеспечения их эффективности и актуальности [17].

Инициативы на уровне образовательного сообщества – такие, как культурные обмены и партнерство между высшими школами и общественными организациями, могут помочь установить доверие, способствовать сотрудничеству и продвигать социальную сплоченность в многокультурных обществах [18]. Политики, которые способствуют разнообразию, равенству и инклюзии в языковой поддержке, – такие, как языковые курсы, перевод, услуги интерпретации и программы двуязычного образования, могут помочь преодолеть языковые барьеры и способствовать академической мобильности студентов и молодых специалистов. Услуги языковой поддержки должны быть доступными, культурно-приемлемыми и отзывчивыми к потребностям иноязычных групп населения [19].

Необходимо реализовать культурно-отзывчивую педагогику и инклюзивные практики в аграрном вузе, чтобы создать учебные среды, которые ценят и подтверждают культурные идентичности, происхождение и опыт студентов. Это может быть внедрение разнообразных перспектив и ресурсов в учебный план, содействие положительным взаимоотношениям студентов и преподавателей из разных культурных слоев, а также предоставление профессионального развития для педагогов по вопросам культурно-отзывчивого преподавания [20].

Таким образом, инициативы на уровне сообщества – такие, как программы вовлечения иностранных вузов-партнеров с сообществом и культурные обмены, могут способствовать сотрудничеству и продвигать социальную сплоченность в многонациональных обществах. Международные сравнительные исследования могут способствовать обмену знаниями, межкультурному обучению и сотрудничеству среди глобальных политиков, исследователей и практиков, работающих над продвижением социальной справедливости и инклюзии в образовании. Обращаясь к этим областям для будущих исследований и разработки политики, многонациональные общества могут продолжать продвигать социальную справедливость и инклюзию в образовании и создавать более справедливые и инклюзивные учебные среды для всех студентов.

Выводы

Conclusions

Мультилингвальная политика необходима для продвижения социальной справедливости и инклюзии в многокультурном образовательном пространстве аграрного вуза, устраняя языковые барьеры, поддерживая академический успех лингвистически разнообразных студентов и способствуя эффективному формированию и развитию межкультурной компетенции.

Успешные интеграционные политики и практики мультилингвального образования требуют справедливого финансирования и распределения ресурсов, культурно-адаптивной педагогики, языковых служб поддержки, вовлечения

заинтересованного сообщества и мер против дискриминации – последствия исследования для образовательной политики и практики.

Практикующие педагоги должны внедрять культурно-отзывчивую педагогику и инклюзивные практики в вузе, чтобы создать учебные пространства, которые ценят и подтверждают культурные идентичности и языковые особенности студентов. На наш взгляд, необходимо предоставлять услуги языковой поддержки – такие, как программы двуязычного образования и языковые курсы, чтобы преодолевать языковые барьеры и способствовать академическому успеху и социальной интеграции разных с точки зрения лингвистического образования студентов.

Включенность университетского сообщества в сотрудничество имеет решающее значение для успешной реализации мультилингвальной политики и многоязычных образовательных практик. Необходимо активно вовлекать заинтересованные стороны в разработку, внедрение и оценку образовательных инициатив. Продолжение исследований и их анализ необходимы для оценки эффективности мультилингвальной политики, выявления областей для улучшения и информирования разработки и практики основанных на доказательствах политик. Многоязычное образование и социальная справедливость являются критически важными компонентами инклюзивных образовательных систем в мультикультурных обществах.

Многоязычное образование и интеграционные политики способствуют социальной сплоченности, образовательному равенству и благополучию отдельных людей, продвигая языковое разнообразие, культурное понимание и равные возможности для всех студентов. Стремясь создать более справедливые и инклюзивные общества, мы должны признать ценность многоязычного образования в продвижении социальной справедливости и приоритизировать разработку и внедрение политик и практик, которые поддерживают разнообразные потребности студентов из многокультурных слоев населения. Инвестируя в многоязычное образование и социальную справедливость, мы можем создать более устойчивые, яркие и сплоченные сообщества, где жизнь людей будет процветать, и они смогут вносить вклад в общее благо.

Список источников

1. Trukhachev V., Bobrishev A., Khokhlova E. et al. Personnel Training for the Agricultural Sector in Terms of Digital Transformation of the Economy: Trends, Prospects and Limitations. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(1):2145-2155. EDN: WUHBRA
2. Козлов В.В. Стратегия развития аграрного университета и мотивация преподавателей на ее реализацию // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020. № 5. С. 83–94. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-5-83-94>
3. Черятова Ю.С. Актуальные аспекты экологизации сельского хозяйства // *Биосферное хозяйство: теория и практика*. 2022. № 12 (53). С. 57–62. EDN: MBVTOG
4. Кривчанский И.Ф., Волкова О.А. Структурный анализ международных служб вузов // *Международный научный журнал*. 2023. № 3 (90). С. 70–80. <https://doi.org/10.34286/1995-4638-2023-90-3-70-80>
5. Прохорова А.А. Учебный мультилингвизм: стратегия будущего // *Вестник Костромского государственного университета. Серия «Педагогика. Психология. Социокинетика»*. 2017. Т. 23, № 3. С. 131–134. EDN: ZUCJPN
6. Tiawati R.L., Kurnia M.D., Nazriani N., Annisa W., Harahap S.H. Cultural Literacy in Indonesian Language Learning for Foreign Speakers (BIPA): Overcoming Barriers and Fostering Language Proficiency with Cross-Cultural Understanding

Issues. *Journal of Pragmatics and Discourse Research*. 2024;4(1):22-31. <https://doi.org/10.51817/jpdr.v4i1.739>

7. Прохорова А.А., Безукладников К.Э. Мультилингвальное обучение студентов технического вуза: рациональные аргументы // *Язык и культура*. 2020. № 52. С. 215–231. <https://doi.org/10.17223/19996195/52/14>

8. Talukder S., Barner-Rasmussen W. Exploring the language choice dilemma of international small firms: A social exchange perspective on English-only versus multilingualism. *International Business Review*. 2024;3(33):102257. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2024.102257>

9. Атлас новых профессий. [Электронный ресурс]. Москва: Агентство стратегических инициатив, Московская школа управления «Сколково», 2014. 168 с. URL: http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas.pdf (дата обращения: 09.02.2025)

10. Муравьева А.А., Воронина А.Ю. Проекты программы «Erasmus+» как инструмент развития и интернационализации аграрного образования // *Primo Aspektu*. 2020. № 3 (43). С. 100–108. <https://doi.org/10.35211/2500-2635-2020-3-43-100-108>

11. Личко К.П., Воронина А.Ю., Насекина Е.Ю. О методологии стратегического планирования развития агропромышленного комплекса // *Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»*. 2015. № 5 (69). С. 48–54. EDN: VHDCMJ

12. Агаджанян Р.В., Алипичев А.Ю., Голикова Т.В. и др. *Профессиональная коммуникация в полиязычном пространстве: междисциплинарный подход*: Монография. Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2024. 287 с. EDN: AFCTSB

13. Babushkina L.E., Zaitsev A.A., Kadi S.V. The Problem of Making Errors and Their Correction in Foreign Language Teaching. [Le problème des erreurs commises et leur correction dans l'enseignement des langues étrangères]. *XLinguae*. 2025;1(18):32-47. <https://doi.org/10.18355/XL.2025.18.01.03>

14. Васильченко Т.А., Султанова И.В. Методическая трансформация в ретроспективе: к 100-летию кафедры иностранных и русского языков // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024. № 5. С. 5–19. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-5-5-19>

15. Birnie I. The Importance of Capturing Hearts and Minds: the Impact of Parental Ideologies in Supporting Children's Minority Language Acquisition in the Education System. *Living Languages*. 2024;3(1):150-169. <https://doi.org/10.7275/livinglanguages.2004>

16. Gonzalez-Vidal T., Moore P. Technology-enhanced Language and Culture Teaching in Chile: the Perceptions and Practices of In-service EFL Teachers. *Journal for Multicultural Education*. 2024;1/2(18):25-37. <https://doi.org/10.1108/JME-08-2023-0073>

17. Wafa A.A.A.A. Minority Languages from Death to Life: Applied to the Nobian Language. *Al-Asun Journal of Languages and Humanities*. 2024;16:221-260. <https://doi.org/10.21608/maks.2024.252764.1041>

18. Abdullayeva L., Asatullaev R. Exploring Global Perspectives in Language Teaching and Learning. *Conference Proceedings: Fostering Your Research Spirit*. 2024:421-424. <https://doi.org/10.2024/5dnh6026>

19. Messina Dahlberg G., Gross B. Cultural-linguistic Diversity in Italy and Sweden? A Sociomaterial Analysis of Policies for Heritage Language Education. *Intercultural Education*. 2024;35(2):117-138. <https://doi.org/10.1080/14675986.2024.2314380>

20. Uwaoma P.U., Eboigbe E.O., Eyo-Udo N.L. et al. Space Commerce and Its Economic Implications for the US: A Review: Delving

into the Commercialization of Space, Its Prospects, Challenges, and Potential Impact on the US Economy. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2023;20(3):952-965. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.20.3.2494>

References

1. Trukhachev V., Bobrishev A., Khokhlova E., Fedisko O. et al. Personnel training for the agricultural sector in terms of digital transformation of the economy: trends, prospects and limitations. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(1):2145-2155.
2. Kozlov V.V. Development strategy of agrarian universities and academic staff motivation for its implementation. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2020;5:83-94. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-5-83-94>
3. Cheryatova Yu.S. Current aspects of greening agriculture. *Biosfernoye khozyaystvo: teoriya i praktika*. 2022;12(53):57-62. (In Russ.)
4. Krivchanskij I.F., Volkova O.A. Structural analysis of international university services. *International Scientific Journal*. 2023;3(90):70-80. (In Russ.) <https://doi.org/10.34286/1995-4638-2023-90-3-70-80>
5. Prokhorova A.A. Educational multilingualism: facing the future. *Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics*. 2017;23(3):131-134. (In Russ.)
6. Tiawati R.L., Kurnia M.D., Nazriani N., Annisa W. et al. Cultural Literacy in Indonesian Language Learning for Foreign Speakers (BIPA): Overcoming Barriers and Fostering Language Proficiency with Cross-Cultural Understanding Issues. *Journal of Pragmatics and Discourse Research*. 2024;4(1):22-31. <https://doi.org/10.51817/jpdr.v4i1.739>
7. Prokhorova A.A., Bezukladnikov K.E. Multilingual training of technical university students: sound arguments. *Language and Culture*. 2020;52:215-231. (In Russ.) <https://doi.org/10.17223/19996195/52/14>
8. Talukder S., Barner-Rasmussen W. Exploring the language choice dilemma of international small firms: A social exchange perspective on English-only versus multilingualism. *International Business Review*. 2024;3(33):102257. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2024.102257>
9. Atlas of new professions. Moscow, Russia: Agentstvo strategicheskikh initsiativ, Moskovskaya shkola upravleniya "Skolkovo", 2014:168. (In Russ.) URL: http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas.pdf (accessed: February 09, 2025)
10. Muravyova A.A., Voronina A.Yu. "Erasmus+" projects as a tool for the development and internationalization of agricultural education. *Primo Aspectu*. 2020;3(43):100-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.35211/2500-2635-2020-3-43-100-108>
11. Lichko K.P., Voronina A.Yu., Nasekina E.Yu. On methodology of farm industry development strategic planning. *Vestnik of Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University Named after V.P. Goryachkin"*. 2015;5(69):48-54. (In Russ.)
12. Agadzhanian R.V., Alipichev A.Yu., Golikova T.V., Kazanskaya E.V. et al. *Professional communication in a polylingual space: an interdisciplinary approach: a monograph*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2024:287. (In Russ.)
13. Babushkina L.E., Zaitsev A.A., Kadi S.V. The Problem of Making Errors and their Correction in Foreign Language Teaching. *XLinguae*. 2025;1(18):32-47. (In Fr.) <https://doi.org/10.18355/XL.2025.18.01.03>

14. Vasilchenko T.A., Sultanova I.V. Methodological transformation in retrospect: to the centenary of the Department of Russian and Foreign Languages. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2024;5:5-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-5-5-19>
15. Birnie I. The importance of capturing hearts and minds: the impact of parental ideologies in supporting children's minority language acquisition in the education system. *Living Languages*. 2024;3(1):150-169. <https://doi.org/10.7275/livinglanguages.2004>
16. Gonzalez-Vidal T., Moore P. Technology-enhanced language and culture teaching in Chile: the perceptions and practices of in-service EFL teachers. *Journal for Multicultural Education*. 2024;1/2(18):25-37. <https://doi.org/10.1108/JME-08-2023-0073>
17. Wafa A.A.A.A. Minority Languages from Death to Life: Applied to the Nobian Language. *Al-Asun Journal of Languages and Humanities*. 2024;16:221-260. <https://doi.org/10.21608/maks.2024.252764.1041>
18. Abdullayeva L., Asatullaev R. Exploring global perspectives in language teaching and learning. *Conference Proceedings: Fostering Your Research Spirit*. 2024:421-424. <https://doi.org/10.2024/5dnh6026>
19. Messina Dahlberg G., Gross B. Cultural-linguistic diversity in Italy and Sweden? A sociomaterial analysis of policies for heritage language education. *Intercultural Education*. 2024;35(2):117-138. <https://doi.org/10.1080/14675986.2024.2314380>
20. Uwaoma P.U., Eboigbe E.O., Eyo-Udo N.L., Daraojimba D.O. et al. Space commerce and its economic implications for the US: A review: Delving into the commercialization of space, its prospects, challenges, and potential impact on the US economy. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2023;20(3):952-965. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.20.3.2494>

Сведения об авторах

Лариса Евгеньевна Бабушкина, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры иностранных и русского языков, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: l.babushkina@rgau-msha.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3549-9329>

Алексей Анатольевич Зайцев, канд. филол. наук, доцент, доцент кафедры иностранных и русского языков, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: rgaurki@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6823-2340>

Information about the authors

Larisa E. Babushkina, CSc (Ed), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: l.babushkina@rgau-msha.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3549-9329>

Aleksei A. Zaitsev, CSc (Philol), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Russian and Foreign Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: rgaurki@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6823-2340>

ЭКОНОМИКА

**Развитие методов анализа эффективности использования субсидий
сельхозорганизациями**

**Денис Юрьевич Самыгин[✉], Юсеф Джафярович Бахтеев,
Александр Александрович Иванов, Алексей Алексеевич Крикушов**

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: vekont82@pnzgu.ru

Аннотация

Актуальность проблемы результативности использования средств господдержки АПК получателями субсидий вытекает из требований бюджетного законодательства РФ по реализации процесса стратегического планирования. Цель исследований – обосновать направления совершенствования методов и применения результатов анализа эффективности использования субсидий в сельскохозяйственных организациях. Показано, что имитационные возможности современных методик анализа позволяют оценить влияние субсидий на результаты деятельности, выявить степень достижения финансовых результатов за счет бюджетных ресурсов, определить эффективность использования субсидий в производстве и реализации продукции. Предложено функционал методик анализа дополнить показателями, способствующими оценить эффект и эффективность за счет господдержки обособленно от других вложенных ресурсов. Результаты анализа показывают, что влияние господдержки на устойчивое развитие сельхозорганизаций выходит далеко за рамки дополнительного финансирования и создает принципиально иные условия для обеспечения расширенного воспроизводства. Усовершенствованные методы анализа эффективности субсидий позволят усилить алгоритмическую основу цифровых сервисов АПК, используемых Минсельхозом РФ для обеспечения процесса бюджетного планирования и выделения средств поддержки.

Ключевые слова

Стратегическое планирование, государственная поддержка, финансовый анализ, аналитика субсидий, влияние субсидий, эффективность господдержки, распределение средств

Для цитирования

Самыгин Д.Ю., Бахтеев Ю.Д., Иванов А.А., Крикушов А.А. Развитие методов анализа эффективности использования субсидий сельхозорганизациями // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 181–196.

Development of methods for analyzing the effectiveness of subsidies used by agricultural enterprises

Denis Yu. Samygin[✉], Yusef D. Bakhteev, Alexander A. Ivanov, Alexey A. Krikunov

Penza State University, Penza, Russia

[✉]**Corresponding author:** vekont82@pnzgu.ru

Abstract

The relevance of the issue of how subsidy recipients use state support for the agro-industrial sector stems from Russian budget legislation's requirements for strategic planning. The aim is to justify the improvement of the methods and application of the results of analyzing the effectiveness of subsidies used by agricultural enterprises. It is shown that the simulation capabilities of modern analysis methods make it possible to assess the effect of subsidies on the performance, identify the extent to which financial goals are achieved through budgetary resources, and determine the effectiveness of subsidies in the production and sales. It is proposed to supplement the functionality of the analysis methods with indicators that help to assess the effect and effectiveness of state support separately from other invested resources. The analysis results show that the effect of state support on the sustainable development of agricultural enterprises extends beyond additional financing, creating fundamentally different conditions for ensuring expanded reproduction. Improved methods for analyzing the effectiveness of subsidies will strengthen the algorithmic basis of the digital agricultural services used by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation to plan the budget and allocate support funds.

Keywords

Strategic planning, state support, financial analysis, subsidy analysis, effect of subsidies, effectiveness of state support, allocation of funds

For citation

Samygin D. Yu., Bakhteev Yu.D., Ivanov A.A., Krikunov A.A. Development of methods for analyzing the effectiveness of subsidies used by agricultural enterprises. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 181–196.

Введение

Introduction

Уже в течение более 15 лет в экономике сельского хозяйства активно отрабатываются методы и инструменты стратегического планирования [1]. Вместе с ними усилились меры государственной поддержки, направленные на социально-экономическое развитие отраслей АПК, увеличились объемы субсидирования товаропроизводителей. Аграрная сфера чутко отреагировала на новые вливания средств, отмечают определенные достижения. В частности, удалось нарастить выпуск и экспорт продукции, снизить по основным ее видам импортную зависимость и повысить самообеспеченность, сократить число убыточных хозяйств, несколько стабилизировать финансовые результаты.

С началом реализации и развития в нашей стране механизмов стратегического планирования актуальной становится проблема обратной связи и повышения отдачи от вложенных ресурсов. Известный специалист в области стратегирования

И. Ансофф [2] справедливо отмечал, что это наилучшим образом обеспечивает интерактивность процедур планирования.

Сегодня участники стратегического планирования в процессе составления, реализации и мониторинга государственных программ, в том числе по сельскому хозяйству, должны соблюдать принцип результативности и эффективности. Согласно ФЗ «О стратегическом планировании в РФ» [3] этот принцип означает необходимость достижения заданных результатов с наименьшими затратами ресурсов. В частности, Бюджетный кодекс РФ [4] ориентирует участников бюджетного процесса при составлении и исполнении бюджетов исходить из необходимости достижения заданных результатов с использованием наименьшего объема средств или достижения наилучшего результата с использованием определенного бюджетом объема средств. Новые задачи в сфере обеспечения продовольственной безопасности по достижению физической и экономической доступности продукции на уровне рациональных норм потребления вызывают необходимость повышения отдачи и эффективности от вложенных в производство ресурсов и снижения капиталоемкости продукции.

В современной литературе существует несколько подходов к оценке эффективности сельскохозяйственных субсидий. Наиболее распространенным является метод сопоставления результатов реализации конкретного проекта с объемом бюджетных средств, затраченных на его финансирование [5–7]. Ряд авторов [8] предлагает оценивать эффективность бюджетных расходов в два этапа. На первом этапе оценивается эффективность бюджетных расходов, осуществляемых по каждой категории расходов (по каждой государственной программе). На втором этапе эффективность субсидий оценивается путем сопоставления полученных результатов с объемом бюджетных ассигнований. Это простая экономическая оценка эффективности затрат (рентабельности инвестиций) вложенных средств.

По мнению ученых [9, 10], основным критерием оценки эффективности субсидий в сельском хозяйстве является выручка от реализации сельскохозяйственной продукции на единицу поддержки или затраченного ресурса. В этом контексте И.А. Миронова [11] предлагает проводить сравнительный анализ абсолютных или относительных изменений, сравнение с плановыми и средними показателями, а также показателями государственной поддержки других отраслей помимо сельского хозяйства. Анализ включает в себя оценку структуры государственной поддержки в разрезе бюджетов, подотраслей, продукции, форм и методов поддержки, административных регионов и районов, предприятий, а также мониторинг степени компенсации затрат и оценку доли государственной поддержки в доходах и средней заработной плате работников сельского хозяйства. Дополнительно анализ изучает степень влияния государственной поддержки на цены продуктов питания. Иностранные специалисты [12–16] разработали отраслевой подход к оценке эффективности субсидий, который включает в себя оценку воздействия субсидий на растениеводство, животноводство, органическое производство. Однако даже столь детальный анализ вряд ли может дать определенные выводы об общей эффективности субсидий, поскольку его результаты не позволяют выделить отдачу, полученную на рубль субсидий. Этот недостаток методики осложняет понимание роли субсидий в достижении поставленных целей.

Большинство подходов к оценке эффективности сельскохозяйственных субсидий сосредоточено исключительно на выявлении количественной отдачи от вложенных ресурсов. Применяемые показатели оценки эффективности субсидий отвечают в первую очередь интересам холдингов, поскольку предполагают, что отдачу от бюджетных средств можно повысить за счет повышения цен или оптимизации издержек производства. Сама природа распределения средств через программы государственной поддержки означает, что исследования влияния субсидий на отдельных

сельхозпроизводителей ограничены. Это затрудняет определение экономической эффективности использования бюджетных средств, поскольку сложно изолировать прямой эффект субсидий от всех других факторов, влияющих на результат.

Цель исследований: обосновать направления совершенствования методов анализа и применения результатов оценки эффективности использования субсидий в сельскохозяйственных организациях.

Методика исследований

Research method

Для достижения обозначенной цели решались следующие задачи:

- обобщить методическое обеспечение анализа эффективности субсидий;
- произвести экспериментальные расчеты по оценке влияния и эффективности использования субсидий в сельхозорганизациях;
- подготовить рекомендации по использованию методов и результатов анализа эффективности государственных субсидий.

В качестве объекта исследований выбрана сельскохозяйственная организация Пензенской области – получатель средств государственной поддержки. Предмет исследований – государственные субсидии, полученные и используемые сельскохозяйственной организацией в своей деятельности.

Информационным источником данных явилась бухгалтерская (финансовая) отчетность получателя бюджетных субсидий – в частности, бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, отчет о средствах целевого финансирования (форма 10-АПК) (табл. 1).

Для обработки данных применялись общепринятые методы комплексного экономического и финансового анализа, сгруппированные по следующим категориям:

- влияние субсидий на результаты деятельности;
- достигнутые результаты с применением субсидий;
- эффективность использования субсидий.

В целях оценки влияния субсидий на результаты деятельности сельхозорганизации применяются показатели, представленные на рисунке 1.

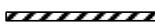
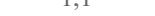
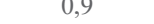
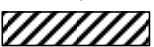
Методы оценки достигнутых результатов с применением субсидий. Наиболее авторитетные ученые [17] в области анализа эффективности субсидий предлагают методику, ориентированную на степень достижения финансовых результатов с использованием средств господдержки. В основе исчисления показателей используется соотношение изменений за период сумм финансового результата и сумм господдержки. Логика методики исследования заключается в том, что изменение размера субсидий ведет к изменению размера финансового результата. Результаты оценки по данной методике показывают размер прироста финансового результата на 1 рубль прироста субсидий. Согласно экономическому смыслу методики совпадать должно не только направление (увеличение/снижение субсидий ведет к увеличению/снижению результата), но и темп изменений. В некоторых случаях, по мнению авторов [18, 19], может прослеживаться некорректная интерпретация результатов анализа – в частности, ложное представление о ситуации. Например, если числитель и знаменатель формулы имеют отрицательные значения, итоговый показатель может быть положительным, что может создать иллюзию эффективности, когда на самом деле результат является отрицательным. В этом заключается ограничение в использовании метода. В данной статье предлагается дополнить методику, используя, кроме абсолютных, относительные изменения размера показателей финансового результата и субсидий. Это позволит оценить, какой процент прироста финансового результата получен за счет прироста субсидий на 1%.

Таблица 1

Динамика исходных данных для аналитики субсидий
(составлено авторами по данным бухгалтерской отчетности сельхозорганизации)

Table 1

Dynamics of the initial data for subsidy analysis
[compiled by the authors based on the financial statements of the agricultural enterprise]

Показатели	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2021 г., %
Объем субсидий, тыс. руб.	4289 	4504 	4109 	-4,20
Выручка от продаж, тыс. руб.	187750 	188035 	246559 	+31,32
Себестоимость продаж, тыс. руб.	170390 	162928 	177522 	+4,19
Оборотные активы, тыс. руб.	66053 	73325 	87939 	+33,13
Собственный капитал, тыс. руб.	3248 	4834 	41495 	+1177,56
Чистая прибыль, тыс. руб.	1999 	1586 	36261 	+1713,96
Рентабельность, коп/руб.	1,1 	0,9 	20,4 	+1754,55

Показатели	•Способ расчета
Степень компенсации расходов	•Сумма субсидий (строка 101000, формы 10-АПК) ÷ Сумма расходов за аналогичный период (сумма строк 2120 + 2210 отчета о финансовых результатах) × 100%
Доля субсидий в доходах предприятия	•Сумма субсидий ÷ Сумма доходов (сумма строк 2110 + 2320 отчета о финансовых результатах) × 100%
Доля субсидий в средней оплате труда 1 работника в год	•Сумма субсидий на 1 работника = Сумма субсидий ÷ Среднегодовая численность работников •Сумма субсидий на 1 работника ÷ Заработная плата 1 работника за год) × 100%
Доля субсидий в оборотных активах	•Сумма субсидий ÷ Оборотные активы (строка 1200 бухгалтерского баланса) × 100%
Доля субсидий в собственном капитале	•Сумма субсидий ÷ Величина собственного капитал (строка 1300 бухгалтерского баланса) × 100%
Доля субсидий в чистой прибыли	•Сумма субсидий ÷ Чистая прибыль (убыток) (строка 2400 отчета о финансовых результатах) × 100%
Рентабельность с учетом субсидий	•Прибыль до налогообложения (строка 2300 отчета о финансовых результатах) ÷ Себестоимость продаж (строка 2120 отчета о финансовых результатах) × 100%
Рентабельность без учета субсидий	•(Прибыль до налогообложения – Сумма субсидий) ÷ Себестоимость продаж × 100%
Субсидируемая рентабельность	•Рентабельность с учетом субсидий – Рентабельность без учета субсидий

Рис. 1. Показатели оценки влияния субсидий на результаты деятельности сельскохозяйственной организации (составлено авторами на основе данных [16])

Figure 1. Indicators for assessing the effect of subsidies on the performance of the agricultural enterprise [compiled by the authors based on data from 16]

В целом ценность методики достаточно велика. Полученные с ее помощью результаты анализа позволяют оценить влияние субсидий на возможности роста результатов в будущем и выявить тем самым тот этап развития аграрного бизнеса, при котором новые вложений не будут приносить отдачу на прежнем уровне, что связано с предельной эффективностью затрат.

Методы оценки эффективности использования субсидий. Наиболее подходящей под требования Бюджетного кодекса РФ и ФЗ «О стратегическом планировании в РФ» является методика, разработанная учеными ВНИОПТУСХ (филиал ВНИИ-ЭСХ) и Уральской ГСХА [22] и усовершенствованная учеными Пензенских ГУ и ГАУ [23]. Ее преимущество как раз заключается в том, что она показывает размер финансового результата, полученного на 1 рубль вложенных бюджетных средств.

Для совершенствования предлагается дополнить методику показателем, характеризующем долю прибыли от поддержки (рис. 3).

В качестве финансового результата используются валовая продукция, выручка, прибыль или объем налоговых платежей в бюджет. Такой подход позволяет оценивать субсидии, во-первых, как традиционный источник поддержки сельского хозяйства, во-вторых – как инвестиционный ресурс, вложенный в аграрный бизнес. В этом случае целесообразно определить отдачу от использования, емкость, прибыльность и рентабельность субсидий для бизнеса и для государства.

Показатели	•Способ расчета
Степень достижения финансового результата за счет субсидий, руб/руб.	•(финансовый результат текущего года - финансовый результат предыдущего года)/(субсидии предыдущего года - субсидии в году, предшествующем прерыдущему) = (абсолютное изменение размера финансового результата в текущем году)/(абсолютное изменение размера субсидий в предыдущем году)
Степень достижения финансового результата за счет субсидий, п.п.	•(финансовый результат текущего года/финансовый результат предыдущего года)/(субсидии предыдущего года/субсидии в году, предшествующем прерыдущему) = (относительное изменение размера финансового результата в текущем году)/(относительное изменение размера субсидий в предыдущем году)

Рис. 2. Показатели степени достижения результаты деятельности сельхозорганизации за счет прироста субсидий (составлено авторами на основе данных [20, 21])

Figure 2. Indicators of the achievement degree of the performance of the agricultural enterprise due to the increase in subsidies [compiled by the authors based on data 20, 21]

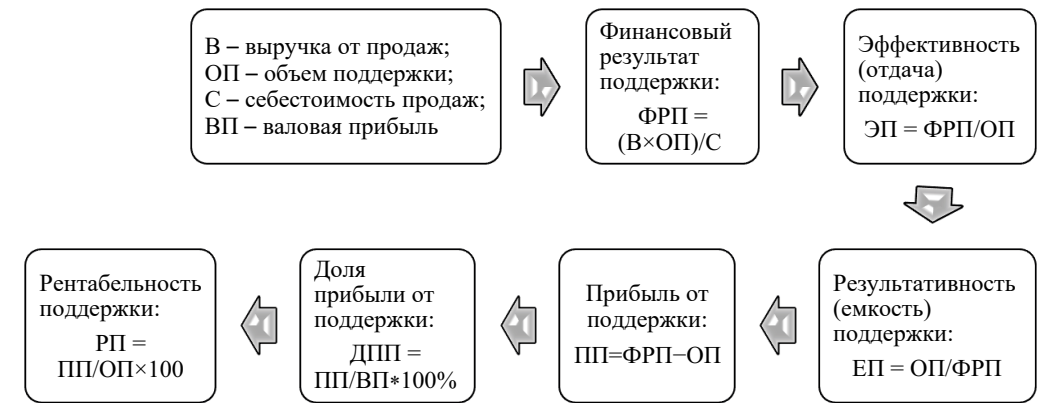


Рис. 3. Методика оценки эффективности использования бюджетных средств в организации (составлено авторами на основе данных [22, 23])

Figure 3. Methodology for assessing the effectiveness of the use of budgetary funds at the agricultural enterprise [compiled by the authors based on data 22, 23]

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Анализ исходных данных для анализа (табл. 1) показывает, что по всем результатам деятельности сельхозорганизации за период 2021–2023 гг. наблюдается динамика увеличения показателей, при этом снижение отмечается только по размеру полученных субсидий. Так, при снижении размера субсидий на 4,2% наблюдается увеличение выручки на 31%, оборотных активов – на 33%, чистой прибыли – в 18 раз. Сложившаяся ситуация в особенности повышает актуальность оценки эффективности субсидий и выявления их роли в достижении результатов деятельности.

Представленные в таблице 1 показатели отображают степень использования субсидий при достижении определенных результатов хозяйственной деятельности. Значение показателей свидетельствует о роли господдержки в развитии отраслей и предприятий АПК. Например, показатель степени компенсации расходов позволяет определить, насколько субсидии покрывают фактически понесенные предприятием расходы. Аналогично можно выявить ту часть доходов предприятий (доходов работников, оборотных активов, собственного капитала, прибыли и рентабельности), которая получена бизнесом от использования средств государственной поддержки. Через показатель субсидируемой рентабельности оценивается прирост эффективности, полученный за счет бюджетных ассигнований. При сравнении показателей предприятия с другими предприятиями и в целом по отрасли можно выявить направления низкоэффективного использования субсидий и принять обоснованные решения по их оптимизации.

Из всех представленных на рисунке 1 показателей наиболее интересными являются те, которые позволяют проводить аналитику в отношении влияния субсидий на финансовое состояние и финансовые результаты деятельности организации:

- доля субсидий в оборотных активах показывает, какую долю оборотных активов предприятия составляют субсидии, а также позволяет оценить степень зависимости предприятия от государственных средств для финансирования текущей деятельности. Высокие значения (более 30%) могут свидетельствовать о значительной зависимости предприятия от государственных средств в вопросах финансирования текущей деятельности. Низкие значения (менее 10%) могут свидетельствовать о неэффективной структуре финансирования, при которой предприятие не в полной мере использует собственные средства. Оптимальные значения (в диапазоне от 10 до 30%) могут свидетельствовать о сбалансированном подходе к финансированию, при котором предприятие рационально использует как собственные средства, так и государственную поддержку;

- доля субсидий в собственном капитале показывает, какую долю собственного капитала предприятия составляют субсидии, и позволяет оценить уровень финансовой устойчивости предприятия с учетом государственной поддержки. Высокие значения (более 50%) могут свидетельствовать о низкой финансовой устойчивости предприятия, при которой преобладающая часть собственного капитала сформирована за счет государственных средств. Низкие значения (менее 10%) могут свидетельствовать о высокой финансовой устойчивости предприятия, при которой предприятие практически полностью финансирует свою деятельность за счет собственных средств. Оптимальные значения (в диапазоне от 10 до 50%) могут свидетельствовать о нормальном уровне финансовой устойчивости, при котором предприятие использует государственную поддержку для дополнительного финансирования своей деятельности;

- доля субсидий в чистой прибыли показывает, какую долю чистой прибыли предприятия составляют субсидии, а также позволяет оценить влияние

государственной поддержки на рентабельность предприятия. Высокие значения (более 50%) могут свидетельствовать о значительной зависимости рентабельности предприятия от государственных средств. Низкие значения (менее 10%) могут свидетельствовать о неэффективности основной деятельности предприятия, при которой большая часть чистой прибыли формируется за счет государственных средств;

– рентабельность с учетом субсидий показывает, насколько эффективно предприятие использует все доступные ресурсы включая субсидии, для получения прибыли. Высокие значения (более 15%) могут свидетельствовать о высокой эффективности использования всех ресурсов предприятия включая государственную поддержку. Низкие значения (менее 5%) могут свидетельствовать о низкой эффективности использования ресурсов предприятия даже с учетом государственной поддержки. Оптимальные значения (в диапазоне от 5 до 15%) могут свидетельствовать о нормальной эффективности использования ресурсов предприятия, при которой государственная поддержка позитивно влияет на рентабельность;

– рентабельность без учета субсидий показывает, насколько эффективно предприятие использует свои собственные средства для получения прибыли. Высокие значения (более 10%) могут свидетельствовать о высокой эффективности использования собственных средств предприятия. Низкие значения (менее 3%) могут свидетельствовать о низкой эффективности использования собственных средств предприятия. Оптимальные значения (в диапазоне от 3 до 10%) могут свидетельствовать о нормальной эффективности использования собственных средств предприятия [24];

– субсидируемая рентабельность позволяет оценить эффективность использования субсидий, а именно то, насколько субсидии увеличивают рентабельность по сравнению с ситуацией без них, проанализировать динамику рентабельности, отслеживая изменения субсидируемой рентабельности во времени, являясь при этом финансовым показателем, который демонстрирует влияние государственных субсидий на рентабельность деятельности предприятия или проекта [25].

Влияние субсидий на результаты деятельность организации. На начальном этапе оценить влияние субсидий на деятельность организации предлагается с помощью показателей (степень компенсации расходов, доля субсидий в доходах, доля субсидий в средней оплате труда), которые позволяют узнать степень участия государства в достижении результатов деятельности сельхозорганизации за определенный период за счет субсидий.

Динамика изменения данных показателей представлена на рисунке 4.

Анализ полученных данных оценки влияния субсидий на результаты показывает, что их уровень для исследуемой сельхозорганизации, на первый взгляд, не имеет принципиального значения. Степень компенсации расходов и доля субсидий в доходах за анализируемый период колеблются на уровне 2%. При этом доля субсидий в средней оплате труда по предприятию составила в 2023 г. почти 7,5%, что в 6 раз больше уровня предыдущего года. Это говорит о том, что за счет субсидирования хозяйственной деятельности товаропроизводителей как дополнительного источника финансирования удалось повысить финансово-экономические результаты и на основе этого приблизить уровень средней заработной платы работников сельского хозяйства к среднему уровню по экономике. По нашим расчетам, произведенным по данным Росстата [26], соотношение среднемесячной начисленной зарплаты в сельском хозяйстве к аналогичному показателю по экономике увеличилось с 62% в январе 2017 г. до 72% в январе 2023 г.

Рассмотрим результаты анализа влияния субсидий на финансовое состояние (формирование имущества и его источников) и финансовые результаты деятельности исследуемой сельхозорганизации (табл. 2).

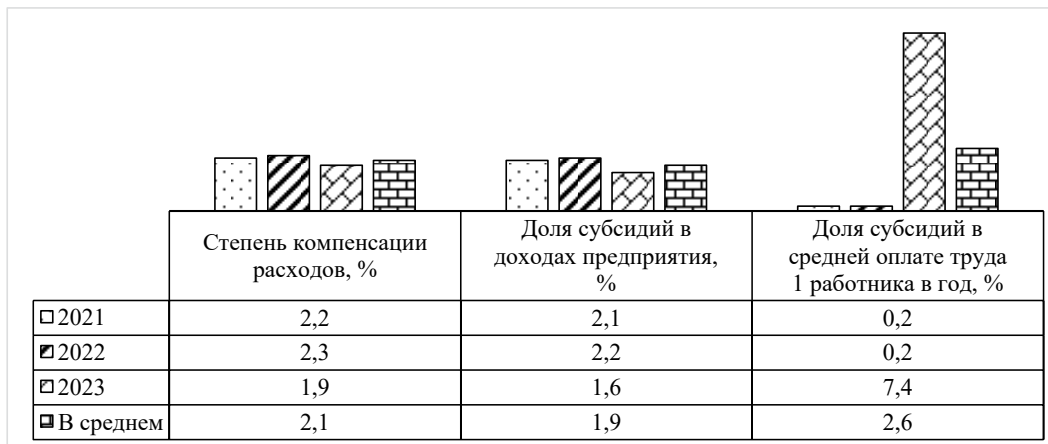


Рис. 4. Динамика показателей влияния субсидий на социально-экономические результаты деятельности

Figure 4. Dynamics of indicators of the effect of subsidies on socio-economic performance

Таблица 2

Динамика влияния субсидий на финансовое состояние и финансовые результаты сельскохозяйственной организации

Table 2

Dynamics of the effect of subsidies on the financial position and financial performance of the agricultural enterprise

Показатель	Год		
	2021	2022	2023
Доля субсидий в оборотных активах, %	6,8	5,8	4,7
Доля субсидий в собственном капитале, %	138,6	88,7	9,9
Доля субсидий в чистой прибыли, %	225,3	270,4	11,3
Рентабельность с учетом субсидий, %	1,1	0,9	20,4
Рентабельность без учета субсидий, %	-1,7	-1,6	18,1
Субсидируемая рентабельность, %	3,5	2,6	2,3

Результаты анализа показывают, что за счет субсидий в исследуемой сельхозорганизации формируется примерно 5–7% оборотных активов, более 10% прибыли и порядка 2,5–3,5 процентных пунктов рентабельности. На конец анализируемого периода (2023 г.) субсидии позволяют поддерживать в организации нормальный процесс воспроизводства ресурсов, способствуя развитию аграрного бизнеса, в том числе в интересах государства и общества.

Степень достижения финансовых результатов за счет субсидий. Результаты оценки достижения результатов с учетом субсидий представлены в таблице 3.

Степень достижения финансовых результатов в сельхозорганизации с использованием государственной поддержки

Table 3

Degree of achievement of financial performance at the agricultural enterprise using state support

Показатели	Прирост показателей		Коэффициент достижения финансового результата	
	руб.	%	руб/руб.	п.п.
Объем субсидий, тыс. руб.	215	105,01	х	х
Выручка от продаж, тыс. руб.	58524	131,12	272,20	1,25
Оборотные активы, тыс. руб.	14614	119,93	67,97	1,14
Собственный капитал, тыс. руб.	36661	858,40	170,52	8,17
Чистая прибыль, тыс. руб.	34675	2286,32	161,28	21,77
Рентабельность, руб/руб.	19,50	2266,67	0,09	21,58

Согласно данным таблицы 3 прирост субсидий в предыдущем году на 5% способствовал в текущем году приросту выручки на 31%, оборотных активов – на 20%. Остальные показатели возросли в несколько десятков раз. Коэффициент достижения финансового результата показывает, что на 1 рубль прироста субсидий в предыдущем году получен в текущем году прирост выручки более 272 руб., оборотных активов 68 руб., чистой прибыли более 160 руб., или при увеличении субсидий в предыдущем году на 1% выручка увеличилась в текущем году на 1,25%, оборотные активы – на 1,14%, собственный капитал – на 8,17%. Здесь напрашивается вывод о том, что государственные субсидии являются не столько дополнительным источником финансирования сельхозпроизводства, сколько дополнительным стимулом развития аграрного бизнеса.

Проведенный анализ финансовых показателей в контексте полученных субсидий позволяет сформулировать заключение о несомненной значимости господдержки для устойчивого развития и эффективной деятельности сельхозорганизации. Важно подчеркнуть, что влияние государственной поддержки выходит далеко за рамки простого финансирования.

Эффективность использования субсидий. Результаты оценки эффективности использования бюджетных средств в сельском хозяйстве представлены в таблице 4.

Результат расчетов по показателю финансового результата поддержки (ФРП) показал, что организация демонстрирует эффективное использование государственной поддержки: в 2023 г. получено на 9,8% больше прибыли от субсидий по сравнению с 2022 г. Также и показатель эффективности (отдачи) поддержки (ЭП) свидетельствует о положительной динамике. Его значение в 2023 г. на 20% выше значения 2022 г. Это говорит о повышении эффективности использования государственной поддержки, а также об увеличении отдачи от средств поддержки. В итоге показатель рентабельности поддержки (РП) возрос с 10,1% в 2021 г. до 39% в 2023 г. Существенный рост этого показателя свидетельствует о значительном повышении эффективности использования государственной поддержки, а также об увеличении доли прибыли, генерируемой за счет субсидий и повышения рентабельности компании в целом.

Динамика эффективности использования субсидий в сельхозорганизации

Table 4

Dynamics of the effectiveness of subsidies used by the agricultural enterprise

Год	Финансовые показатели, тыс. руб.			ФРП, тыс. руб.	ЭП, руб/ руб.	ЕП, руб/ руб.	ПП, тыс. руб.	ДПП, %	РП, %
	выручка	себестоимость продаж	субсидии						
2023	246 559	177 522	4109	5705	1,3	0,7	1598	2,3	39,0
2022	188 035	162 928	4504	5198	1,1	0,8	694	2,8	15,4
2021	187 750	170 390	4289	4726	1,1	0,9	437	2,5	10,1

Выводы**Conclusions**

Обобщенная система показателей оценки влияния и эффективности использования средств господдержки дополнит методику анализа финансового положения и результатов деятельности сельскохозяйственных организаций – получателей субсидий. Стандартные методы анализа не позволяют в полной мере оценить роль государственной поддержки в деятельности сельскохозяйственных предприятий, так как фокусируются на общих финансовых показателях, не учитывая влияния субсидий.

Целесообразно, на наш взгляд, интегрировать рассмотренные методики оценки влияния и эффективности использования субсидий в цифровые сервисы и технологии финансового анализа типа «ФинЭкАнализ», «Ваш финансовый аналитик», «ITFINANS.RU» и др. На основе имеющейся системы показателей видится возможным сформировать два аналитических блока (модуля): (1) анализ влияния субсидий на результаты; (2) оценка эффективности использования субсидий. Интеграция этой системы в алгоритмическую основу сервисов и программ финансового анализа позволит расширить их функциональные и имитационные возможности.

Результаты анализа целесообразно включать в пояснительную записку к финансовой отчетности, обеспечивая ее большую информативность участникам стратегического планирования для принятия обоснованных управленческих решений по распределению бюджетных средств, направленных на поддержку сельскохозяйственного сектора.

Список источников

1. Trukhachev V., Bobrishev A., Khokhlova E. et al. Personnel Training for the Agricultural Sector in Terms of Digital Transformation of the Economy: Trends, Prospects and Limitations. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(1):2145-2155. EDN: WUHBRA
2. Ansoff H.I. Strategies for Diversification. *Harvard Business Review*. 1957;35(1):113-124
3. О стратегическом планировании в Российской Федерации: Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ

4. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 145-ФЗ, ред. от 25 декабря 2023 г.
5. Бершицкий Ю.И., Тюпаков К.Э., Сайфетдинова Н.Р., Сайфетдинов А.Р. Эффективность государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей Краснодарского края // *Экономика сельского хозяйства России*. 2016. № 9. С. 30–36. EDN: WWCXUZ
6. Wang S.W., Manjur B., Kim J.G., Lee W.K. Assessing Socio-economic Impacts of Agricultural Subsidies: A Case study from Bhutan. *Sustainability*. 2019;11(12):3266. <https://doi.org/10.3390/su11123266>
7. Barath L., Ferto I., Bojnec S. The Effect of Investment, LFA and Agri-environmental Subsidies on the Components of Total Factor Productivity: The Case of Slovenian Farms. *Journal of Agricultural Economics*. 2020;71(3):853-876. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12374>
8. Афанасьев Р.С., Голованова Н.В. Оценка эффективности бюджетных расходов: федеральный и региональный опыт // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2016. № 2. С. 56–64. EDN: ТВАКНН
9. Гришакина Н.И. Оценка эффективности бюджетных субсидий в сельское хозяйство // *Аграрный вестник Урала*. 2011. № 4 (83). С. 87–88. EDN: PAMBLZ
10. Шарапова Н.В. Государственная поддержка отечественных сельхозтоваропроизводителей и ее эффективность в новых условиях хозяйствования // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2015. № S25. С. 466–477. EDN: VCPLEV
11. Миронова И.А. *Анализ и оценка влияния государственной поддержки на финансовое состояние предприятий АПК (на примере Республики Бурятия)*: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2004. 22 с.
12. Nastis S., Papanagiotou E., Zamanidis S. Productive Efficiency of Subsidized Organic Alfalfa Farms. *Journal of Agricultural and Resource Economics*. 2010;37(2):280-288. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.134283>
13. Li C., Sha Z., Sun X., Jiao Y. The Effectiveness Assessment of Agricultural Subsidy Policies on Food Security: Evidence from China's Poverty-Stricken Villages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(21):13797. <https://doi.org/10.3390/ijerph192113797>
14. Zhu X., Lansink A.O. Impact of CAP Subsidies on Technical Efficiency of Crop Farms in Germany, the Netherlands and Sweden. *American Journal of Agricultural Economics*. 2010;61(3):545-564. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2010.00254.x>
15. Matchaya G. Public Spending on Agriculture in Southern Africa: Sectoral and Intra-sectoral Impact and Policy Implications. *Journal of Policy Modeling*. 2020;42(6):1228-1247. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.05.002>
16. Jovanović O., Zubović J. The Importance of Subsidies for SME Development in the Agricultural Sector of Serbia. *Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development*. 2019;1(1):51-61. <https://doi.org/10.5937/WBJAE1901051J>
17. Турчаева И.Н. Анализ эффективности использования господомощи субъектами агробизнеса // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2019. № 9. С. 190–193. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-11189>
18. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Матчинов В.А. Вопросы анализа эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2008. № 11. С. 14–17. EDN: KAWVYR
19. Самыгин Д.Ю. Методика стратегического планирования эффективности государственной поддержки сельского хозяйства

// *Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»*. 2021. Т. 16, № 1. С. 86–100. <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2021-1-86-100>

20. Самыгин Д.Ю., Барышников Н.Г. Окупаемость бюджетной поддержки сельского хозяйства // *Экономика сельского хозяйства России*. 2020. № 6. С. 26–30. <https://doi.org/10.32651/206-26>

21. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Матчинов В.А. Организация учета целевых бюджетных средств в сельскохозяйственных организациях при казначейском сопровождении // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2019. № 12. С. 23–36. EDN: IFCBOJ

22. Беспашотный Г.В., Миндрин А.С., Толманов В.Е. и др. Методика оценки эффективности использования бюджетных средств в сельском хозяйстве / Под ред. Г.В. Беспашотного. Екатеринбург: Изд-во Уральской ГСХА, 2005. 59 с. EDN: RXJMDZ

23. Барышников Н.Г., Самыгин Д.Ю. Эконометрические модели анализа и оценки эффективности использования бюджетных ресурсов в сельском хозяйстве // *Экономический анализ: теория и практика*. 2012. № 24 (279). С. 2–9. EDN: OYTLGZ

24. Минаков И.А., Кувшинов В.А. Эффективность и особенности государственной поддержки сельского хозяйства региона // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2010. № 8. С. 28–30. EDN: MUWZPF.

25. Здоровец Ю.И. Оценка эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных организаций России // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2024. № 11. С. 118–125. <https://doi.org/10.33938/2411-118>

26. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 18.01.2025)

References

1. Trukhachev V., Bobrishev A., Khokhlova E., Fedisko O. et al. Personnel training for the agricultural sector in terms of digital transformation of the economy: Trends, prospects and limitations. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(1):2145-2155.

2. Ansoff H.I. Strategies for Diversification. *Harvard Business Review*. 1957;35(1):113-124.

3. Federal Law “On Strategic Planning in the Russian Federation” dated June 28, 2014 No. 172-FZ. (In Russ.) URL: <http://www.consultant.ru>

4. Budget Code of the Russian Federation No. 145-FZ dated July 31, 1998 (amended on December 25, 2023) (In Russ.) URL: <http://www.consultant.ru>

5. Bershitsky Yu.I., Tyupakov K.E., Sayfetdinova N.R., Sayfetdinov A.R. Efficiency of the state support of agricultural producers of Krasnodar Krai. *Economics of Agriculture of Russia*. 2016;9:30-36. (In Russ.)

6. Wang S.W., Manjur B., Kim J.G., Lee W.K. Assessing Socio-economic Impacts of Agricultural Subsidies: A Case study from Bhutan. *Sustainability*. 2019;11(12):3266. <https://doi.org/10.3390/su11123266>

7. Barath L., Ferto I., Bojnec S. The Effect of Investment, LFA and Agri-environmental Subsidies on the Components of Total Factor Productivity: The Case of Slovenian Farms. *Journal of Agricultural Economics*. 2020;71(3):853-876. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12374>

8. Afanas'ev R.S., Golovanova N.V. Evaluation of the effectiveness of budgetary expenditures: federal and regional practices. *Financial Analytics: Science and Experience*. 2016;2:56-64. (In Russ.)

9. Grishakina N.I. Evaluating the effectiveness of budget subsidies in agriculture. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011;4(83):87-88. (In Russ.)
10. Sharapova N.V. State support for domestic agricultural producers and its effectiveness in the new economic conditions. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2015; S25:466-477. (In Russ.)
11. Mironova I.A. *Analysis and assessment of the impact of state support on the financial condition of agricultural enterprises (on the example of the Republic of Buryatia)*: CSc (Econ) thesis, 08.00.12 "Accounting, statistics". St. Petersburg, Russia, 2004:22. (In Russ.)
12. Nastis S., Papanagiotou E., Zamanidis S. Productive Efficiency of Subsidized Organic Alfalfa Farms. *Journal of Agricultural and Resource Economics*. 2010;37(2):280-288. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.134283>
13. Li C., Sha Z., Sun X., Jiao Y. The Effectiveness Assessment of Agricultural Subsidy Policies on Food Security: Evidence from China's Poverty-Stricken Villages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(21):13797. <https://doi.org/10.3390/ijerph192113797>
14. Zhu X., Lansink A.O. Impact of CAP Subsidies on Technical Efficiency of Crop Farms in Germany, the Netherlands and Sweden. *American Journal of Agricultural Economics*. 2010;61(3):545-564. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2010.00254.x>
15. Matchaya G. Public spending on agriculture in Southern Africa: Sectoral and intra-sectoral impact and policy implications. *Journal of Policy Modeling*. 2020;42(6):1228-1247. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.05.002>
16. Jovanović O., Zubović J. The Importance of Subsidies for SME Development in the Agricultural Sector of Serbia. *Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development*. 2019;1(1):51-61. <https://doi.org/10.5937/WBJAE1901051J>
17. Turchaeva I.N. Risk assessment and risk protection criteria of agribusiness entities. *Economy and Business: Theory and Practice*. 2019;9:190-193. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-11189>
18. Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Matchinov V.A. Issues of analyzing the effectiveness of state support for agricultural producers. *Ekonomika selskokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2008;11:14-17 (In Russ.)
19. Samygin D.Yu. Strategic planning methodology for public support efficiency in agriculture. *Perm University Herald. Economy*. 2021;16(1):86-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2021-1-86-100>
20. Samygin D.Yu., Baryshnikov N.G. Payback of budget support for agriculture. *Economics of Agriculture of Russia*. 2020;6:26-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2021-1-86-100>
21. Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Matchinov V.A. Organization of accounting of target budgetary funds in agricultural organizations at treasury support. *Accounting in Agriculture*. 2019;12:23-36. (In Russ.)
22. Bepakhotny G.V., Mindrin A.S., Tolmanov V.E., Semin A.N. et al. *Methodology for assessing the effectiveness of using budgetary funds in agriculture*. Ed. by G.V. Bepakhotny. Ekaterinburg, Russia: Urals State Agricultural University, 2005:59. (In Russ.)
23. Baryshnikov N.G., Samygin D.Yu. Econometric models for analyzing and evaluating the effectiveness of using budgetary resources in agriculture. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2012;24(279):2-9. (In Russ.)
24. Minakov I.A., Kuvshinov V.A. Efficiency and peculiarities of government assistance to agriculture of the region. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2010;8:28-30. (In Russ.)

25. Zdorovets Yu.I. Assessing the effectiveness of state support for agricultural organizations in Russia. *Ekonomika, trud, upravlenie v selskom khozyaystve*. 2024;11:118-125. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/2411-118>

26. Federal State Statistics Service. (In Russ.) URL: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed: January 18, 2025)

Информация об авторах

Денис Юрьевич Самыгин, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика и финансы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»; 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: vekont82@pnzgu.ru

Юсеф Джафярович Бахтеев, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент и государственное управление», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»; 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: udbahteev@yandex.ru

Александр Александрович Иванов, канд. экон. наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»; 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: ivanov.a.a@pgau.ru

Алексей Алексеевич Крикушов, студент магистратуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»; 440026, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: krikusnov@mail.ru

Information about the authors

Denis Yu. Samygin, DSc (Econ), Associate Professor, Professor at the Department of Economics and Finance, Penza State University; 40 Krasnaya St., Penza, 440026, Russian Federation; e-mail: vekont82@pnzgu.ru

Yusef D. Bakhteev, DSc (Econ), Associate Professor, Professor at the Department of Management and Public Administration, Penza State University; 40 Krasnaya St., Penza, 440026, Russian Federation; e-mail: udbahteev@yandex.ru

Alexander A. Ivanov, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Management, Economics and Law, Penza State University; 40 Krasnaya St., Penza, 440026, Russian Federation; e-mail: ivanov.a.a@pgau.ru

Alexey A. Krikushov, Master's student, Penza State University; 40 Krasnaya St., Penza, 440026, Russian Federation; e-mail: krikusnov@mail.ru

ЭКОНОМИКА

**Формирование системы учетно-аналитического обеспечения
эффективности использования средств государственной поддержки
как элемента экономической безопасности
сельскохозяйственных организаций**

**Людмила Ивановна Хоружий¹, Николай Александрович Кокорев^{2✉},
Надежда Михайловна Гореева², Виталий Анатольевич Матчинов³,
Ирина Николаевна Турчаева², Петр Николаевич Мишин²**

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

²Калужский филиал Российского государственного аграрного университета –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Калуга, Россия

³Калужский филиал Финансового университета
при Правительстве Российской Федерации, Калуга, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** kokorevna@rambler.ru

Аннотация

Неуклонное увеличение государственной поддержки сельскому хозяйству в России (объем в 2024 г. увеличился в 2 раза в сравнении с 2018 г., составив 558 млрд руб.) требует максимальной эффективности ее использования. Сформированная и изложенная в статье система показателей анализа с методами их применения позволяет в процессе мониторинга раскрывать эффект от выделяемых сумм государственной поддержки агропромышленному комплексу. Определены на фактологическом материале оптимальные размеры выделяемых субсидий по индикаторным показателям в достижении наибольшей их эффективности сельскохозяйственными товаропроизводителями. Проведенный анализ выявил разнонаправленное влияние размера государственной помощи на различные величины хозяйственно-экономической деятельности предприятия, что следует учитывать при их субсидировании. Для формирования рациональной системы учетно-аналитического обеспечения эффективности использования средств государственной поддержки доказана целесообразность перехода в отчетности и бухгалтерском учете государственной помощи к концепции капитализации с использованием разработанной многоуровневой системы счетов, что обеспечивает объективность рейтинговой оценки предприятий по достигнутым финансовым результатам. В системе экономической безопасности организаций информационно-аналитическое обеспечение управления эффективным использованием бюджетных средств формата господдержки при казначейском сопровождении приобрело особую значимость в последние годы. В качестве элемента экономической безопасности сельскохозяйственных организаций для ее укрепления разработан и предложен механизм раздельного учета операций, объектов, расходов и результатов в условиях казначейского сопровождения выделенного субсидирования, вертикально-выстроенного по стадиям учетного процесса. Исходя из требований казначейского сопровождения и концепции капитализации бухгалтерского учета государственной помощи введены учетные сегменты («маркеры») использования целевых бюджетных субсидий в документальное оформление операций, информационные потоки системного учета аналитического, субсчетного и синтетического уровней, что позволяет вычленять результаты, полученные с участием средств господдержки без ведения параллельной

учетной системы. Критический анализ положений международных и российских стандартов бухгалтерского учета выявил их позитивные и негативные позиции с обоснованием направления дальнейшего развития бухгалтерского учета государственной помощи в сельском хозяйстве.

Ключевые слова

Экономическая безопасность, государственная поддержка, организации агропромышленного комплекса, целевое субсидирование, бухгалтерский учет, анализ, казначейское сопровождение

Для цитирования

Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Гореева Н.М., Матчинов В.А. и др. Формирование системы учетно-аналитического обеспечения эффективности использования средств государственной поддержки как элемента экономической безопасности сельскохозяйственных организаций // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 197–211.

ECONOMY

Development of an accounting and analytical system to ensure the efficient use of state support funds as part of the economic security of agricultural enterprises

**Lyudmila I. Khoruzhy¹, Nikolay A. Kokorev²✉, Nadezhda M. Goreeva²,
Vitaliy A. Matchinov³, Irina N. Turchaeva², Peter N. Mishin²**

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

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

³Kaluga branch of Financial University under the Government
of the Russian Federation, Kaluga, Russia

✉ **Corresponding author:** kokorevna@rambler.ru

Abstract

The steady increase in state support for agriculture in Russia requires maximum efficiency in its use. In 2024, the volume doubled compared to 2018, reaching 558 billion rubles. The analysis indicator system outlined in the article reveals the effect of the state support amounts allocated to the agro-industrial sector during the monitoring process. The optimal subsidy amounts for achieving maximum efficiency by agricultural producers are determined based on factual material. The analysis revealed the multidirectional influence of the amount of state aid on the economic activity of enterprises, a factor that must be considered when providing subsidies. To form a rational system of accounting and analytical support for the efficient use of state support funds, it is necessary to transition to the concept of capitalization in reporting and accounting for state aid using the developed multilevel system of accounts. This ensures an objective assessment of enterprises' ratings based on their financial results. In the economic security system of enterprises, providing information and analytical support to management for the effective use of budget funds in the form of state support with treasury support has become especially important in recent years. A mechanism for the separate accounting of transactions, objects, expenses, and results under treasury support for allocated subsidies has been developed and proposed as an element of economic security for agricultural enterprises. This mechanism is built vertically by stages of the accounting process. Based on treasury support requirements and the capitalization concept of state aid accounting, accounting segments ("markers") for targeted budget subsidies are introduced into transaction documentation and system accounting information flows at the analytical, sub-accounting, and synthetic levels. This makes it possible to identify

the results obtained with state support funds participation without maintaining a parallel accounting system. A critical analysis of the provisions of international and Russian accounting standards revealed justifications for the trend of further developing the accounting of state aid in agriculture.

Keywords

Economic security, state support, agro-industrial sector enterprises, targeted subsidies, accounting, analysis, treasury support

For citation

Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Goreeva N.M., Matchinov V.A. et al. Development of an accounting and analytical system to ensure the efficient use of state support funds as part of the economic security of agricultural enterprises. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2025. No. 2. P. 197–211.

Введение Introduction

Устойчивая аграрная сфера в России и экономически развитых стран предполагает организацию оптимальной системы государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей. При этом решаются задачи национальной безопасности в части продовольственной безопасности на уровне государства (макроуровень) через достигнутые параметры производства продовольствия и параллельно укрепляется финансовая безопасность экономических субъектов агропромышленного комплекса (микроуровень) в системе их экономической безопасности.

Следует отметить весьма устойчивое финансово-экономическое положение аграрной отрасли. Особое значение имеет прогрессирующий рост производства сельскохозяйственной продукции, и что исключительно значимо – прогрессирующий ее экспорт. Весомый вклад в данные позитивные процессы привнесли системно выстроенные меры бюджетно-государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей. Одновременно с этим невозможно обойти вниманием спектр проблем отрасли. В их число входит и упрочнение системы экономической безопасности предприятий наряду с аналитико-информационным сопровождением оценочного мониторинга рисков с намерением их минимизировать.

Правительство РФ, соответствующие государственные структуры, включая отраслевые, а также экономические субъекты агропромышленного комплекса взаимно заинтересованы в прагматично-целевом бюджетном субсидировании сельского хозяйства, решая задачи и поддержки, и развития отрасли. Представительные и исполнительные органы государства, выделяя ежегодно бюджетные ресурсы в растущих объемах, заинтересованы не только в целевом, но и в эффективном их расходовании для достижения индикаторных показателей макроэкономического уровня, прежде всего – в сфере продовольственной безопасности.

Экономические субъекты через целевую бюджетно-субсидированную поддержку сглаживают сезонные, отраслевые, ценовые диспропорции, повышают уровень финансовой устойчивости и степень надежности собственной экономической безопасности.

Экономические субъекты формируют определенный финансовый запас, за счет которого система экономической безопасности получает ресурс ослабления и выравнивания финансовых последствий, ценовых диспропорций в бизнес-процессах. Развитие программ государственной поддержки дает возможность сельскохозяйственным организациям использовать безвозмездно правительственные средства по всевозможным направлениям предпринимательства: возмещение части

затрат; уплата процентов по кредитам; оказание несвязанной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям в области растениеводства; субсидии на возмещение части затрат сельским производителям на единицу реализованного товарного молока и др.

Для получения заявленных бюджетных средств в формате государственной поддержки, выполняя установленные регламенты и требования их предоставления, сельскохозяйственные товаропроизводители обязаны задействовать все элементы контура экономической безопасности организаций включая учетно-аналитические и контрольно-мониторинговые инструменты.

При удовлетворении поданных заявок на субсидирование в рамках реализации федеральных, национальных проектов, государственных программ и т.п. получатели должны обеспечить оптимальный бизнес-эффект при их неукоснительном целевом использовании, что позволит нивелировать риски вынужденного возврата субсидий в бюджет с неминуемыми по бюджетному законодательству штрафными санкциями.

Введение в соответствии с требованиями федерального законодательства обязательности казначейского сопровождения бюджетного субсидирования радикально трансформировало механизм государственно-финансового контроля. Данный уровень контроля стал обязательным и для коммерческих организаций в аграрной сфере, если они используют бюджетное субсидирование и иные средства государственной поддержки. Для обеспечения экономической безопасности аграрных бизнес-структур данное обстоятельство требует применения соответствующих мер и особого внимания.

В ряде публикаций отмечено, что «...государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия включает наращивание правительственной поддержки, привлекая и не бюджетные источники» [13].

Таблица 1

Объемы и уровни финансирования Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, млрд руб. [9]

Table 1

Volume and levels of financing of the State Program for Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Commodity Markets, billion rubles [9]

Объем финансирования по уровням	Год					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Общий объем обеспечения Государственной программы	746,8	753,8	841,1	852,7	850,3	767,4
Из них:						
– объем бюджетных ассигнований федерального бюджета	283,6	291,2	327,3	328,9	317,7	228,5
– объем бюджетных ассигнований консолидированных бюджетов субъектов РФ	16,4	15,2	15,8	16,8	17,6	17,8
– объем средств из внебюджетных источников	446,8	447,4	498,0	507,0	515,0	521,1

Подавляющая часть финансового обеспечения направляется из внебюджетных источников и федерального бюджета, так как у регионов положение с бюджетом является крайне напряженным.

Этот «оптимистичный» прогноз вызывает сомнения в его реализации, так как по предварительной оценке Росстата, индекс физического объема ВВП в 2024 г. (в годовом выражении) составил 104,1%. Согласно этой же оценке, в абсолютном выражении величина ВВП за 2024 г. равна 200,039 трлн руб. Индекс-дефлятор за 2024 г. по отношению к среднегодовым ценам 2023 г. составил 108,9% [10].

Такой объем макроэкономического роста не создает дополнительных возможностей бюджетной поддержки, при отсутствии которых рост в аграрном секторе может быть сведен к нулю. Следовательно, максимально эффективное и полное использование выделяемых средств является крайне важным в контексте экономической безопасности, что предъявляет особые требования к формированию информации об использовании бюджетных средств на макро- и микроуровнях в различных учетно-контрольных системах.

Цель исследований: разработка новых и адаптированных к современным требованиям методологических и организационных решений по формированию системы учетно-аналитического обеспечения управления средствами государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей для максимальной результативности их использования.

Методика исследований

Research methodology

В качестве объекта исследований определены бизнес-структуры аграрной отрасли, в качестве предмета – правовая и методологическая инфраструктура, практическое применение системы учетно-аналитического и контрольно-мониторингового обеспечения привлечения субсидий с последующим их расходованием в рамках целевого применения. Основопологающей опорой критического изучения проблемы определена система прикладных и общепринятых научных подходов, а именно: дедукция и индукция, анализ и синтез, экстраполяция, экономико-статистические методы, системокритическое раскрытие практико-теоретических проблем субсидирования.

Авторами использовался статистический инструментарий, который наиболее полно позволяет выполнить анализ и связать в единую цепочку количественную и качественную определенность различных процессов. В настоящее время между качественными изменениями, происходящими в сфере государственной поддержки сельского товаропроизводителя, и их количественной оценкой присутствует некоторый разрыв. Адекватная количественная оценка качественного состояния государственной поддержки выступает важным аспектом принятия экономически грамотных управленческих решений при обеспечении экономической безопасности.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

При постановке задач привлечения и использования бюджетных средств по программам господдержки сельскохозяйственным товаропроизводителям следует выявлять и учитывать сложившиеся тенденции, определять приоритеты обеспечения финансовой безопасности с минимизацией рисков в системе экономической безопасности.

С целью выявления закономерностей и происходящих изменений влияния системы государственной поддержки на развитие сельскохозяйственного производства проведена аналитическая группировка совокупности организаций по размеру

субсидий на единицу земельной площади и рассчитан ряд показателей эффективности производства (табл. 2).

Влияние размера субсидий на различные параметры хозяйственно-экономической деятельности проявляется по-разному. Прямая и однонаправленная зависимость наблюдается только между размером субсидий на единицу земельной площади, их величиной в расчете на 1 работника и удоем на 1 корову. Направление изменения других показателей эффективности государственной поддержки носит параболический характер. С ростом размера субсидий на единицу земельной площади величины повышаются, но к четвертой группе имеет место снижение большинства показателей. Наибольший эффект от государственной поддержки присущ третьей группе с размером субсидий не более 382,01 тыс. руб. на 100 га сельскохозяйственных угодий. Кроме того, эта группа демонстрирует самые высокие темпы роста выручки и окупаемости затрат при сохранении высоких темпов роста субсидий. Следовательно, постоянная и в оптимальном размере государственная поддержка позволяет не только наращивать объемы производства, но и поддерживать определенный уровень эффективности производства. Разовые «огромные» вложения при нестабильной их динамике (снижение в четвертой группе составляет почти 10,5%) не позволяют в краткосрочный период обеспечить достаточную окупаемость затрат (в четвертой группе окупаемость затрат практически равна среднему уровню по совокупности). В длительной перспективе можно предполагать снижение экономических показателей (например, наблюдается экономия оплаты труда в четвертой группе, которая ниже среднего почти на 1%).

Для закрепления тенденций и понимания практической значимости последствий системы государственной поддержки проведена кластеризация сельскохозяйственных организаций. В качестве параметров разбиения организаций были приняты признаки, характеризующие размер государственных субсидий, мера расстояния между объектами – евклидово расстояние по принципу ближнего соседа. В результате получено два кластерных профиля (табл. 3).

Таблица 2

Размер и эффективность государственной поддержки сельскохозяйственных организаций, 2022 г. (по расчетам авторов)

Table 2

Size and efficiency of government support for agricultural enterprises, 2022
[calculated by the authors]

Субсидии на 100 га сельхозугодий, тыс. руб.	Размер субсидий		Удой от 1 коровы, ц	Оплата труда 1 работника, тыс. руб/мес.	Окупаемость затрат, руб/ руб.	Рентабель- ность произ- водства, % (по чистой прибыли)
	на 1 работ- ника, тыс. руб.	на 1000 руб. выручки, руб.				
До 168,37	31,11	5,67	25,75	31,37	1,05	–0,30
168,37...275,19	87,76	66,21	83,91	32,14	0,93	2,32
275,19...382,01	139,46	32,69	84,72	44,71	1,30	24,42
Свыше 382,01	737,26	252,51	88,84	34,67	1,11	1,06
В среднем по совокупности	467,88	129,80	76,16	35,01	1,11	3,48

Кластерные профили (по расчетам авторов)

Table 3

Cluster profiles [calculated by the authors]

Кластер	Коэффициент эффективности использования государственной помощи, %	Окупаемость затрат, руб./руб.	Рентабельность организации, %		Темпы роста (2022 г. к 2021 г.), %	
			по валовой прибыли	по чистой прибыли	выручки	среднегодовой стоимости основных средств основной деятельности
1	38,41	1,103	10,26	5,86	199,40	101,85
2	1,26	1,117	10,70	0,64	198,13	168,77

Значение коэффициента эффективности бюджетного субсидирования у всех выделенных групп не достигает 100%, что еще не подтверждает отсутствия эффективности применения полученных государственных средств. Дополнительная экспертная оценка кластеров позволяет отметить, что эффективность деятельности организаций обоих кластеров очень близка по окупаемости затрат, рентабельности по валовой прибыли и темпу прироста выручки. При этом рентабельность по чистой прибыли существенно отличается. Это объясняет и сокращение коэффициента эффективности использования государственной помощи (во втором кластере), расчет которого производится по чистой прибыли. Вторая группа подавляющую часть прибыли использует на расширение производства, что подтверждается более высокими темпами прироста стоимости основных средств. В этот кластер попали наиболее крупные (по меркам региона) сельскохозяйственные организации, которые только наращивают свои конкурентные преимущества, поэтому говорить о высокой эффективности (особенно учитывая тот факт, что речь идет об отрасли скотоводства) в ближайшей перспективе не приходится. В первую группу попали организации со стабильным уровнем эффективности, но меньшие объемы государственной помощи позволяют им выживать в современных условиях в меньшей степени, ориентируясь на серьезное расширение производства.

Следовательно, для укрепления экономической безопасности аграрного сектора в регионах при достижении продовольственной безопасности государственная политика господдержки сельского товаропроизводителя должна формироваться не только с целью роста исключительно производства. Целесообразной является гармония финансовых показателей с производственными результатами, оптимизацией затрат, выходом хотя бы на минимальную рентабельность сельскохозяйственных организаций без учета бюджетного субсидирования. В этом направлении должны быть поставлены задачи и системе экономической безопасности организаций агропромышленного комплекса, что обеспечит большую отдачу субсидированного рубля. Без соответствующих коррективов в системе бухгалтерского, управленческого учета, отчетности, структурировании информации о процессах, объектах, результатах финансово-хозяйственной деятельности, выделяя вклад бюджетного субсидирования, решать поставленные задачи будет сложно.

В системе экономической безопасности организаций учетно-контрольное и аналитическое обеспечение управления эффективным использованием бюджетных

средств формата господдержки при казначейском сопровождении приобретает особую значимость.

Реализация стратегических программ преобразования бухгалтерского учета в России не привела к решению всех принципиальных проблем, в том числе в учете государственного субсидирования. Актуализация и пересмотр в 2019 г. федерального стандарта бухгалтерского учета по учету государственной помощи (ПБУ 13/2000) приблизили отечественные правила в данном направлении значительно к принципам МСФО. Но ряд принципиальных вопросов решен не был. Особо значимыми недостатками следует считать отсутствие до сих пор четкого определения государственной помощи, правительственной помощи, государственной поддержки, государственного субсидирования, государственного регулирования в аграрном секторе экономики в нормативном формате. В российской практике, исходя из требований ПБУ 13/2000, разрешается единственная вариация учета государственной помощи (концепция доходности). Форматом МСФО в отличие от ФСБУ разрешается вариативный выбор ее учета, то есть практикуется еще и учет по концепции капитала. В России допустим только вариант учета исходя из концепции доходности. Считаем, что лишение прав бухгалтерских служб на вариантность выбора в учетной политике порядка учета государственной помощи приводит к существенной ущербности информационного ресурса для принятия управленческих и корпоративных решений. Это обусловлено методологической, правовой, практической составляющими и приводит к тому, что достигнутые финансовые результаты за счет субсидий скрыты в общих финансовых результатах сельскохозяйственной организации.

Использование концепции доходности на практике может приводить к финансово-правовым коллизиям. Так, образованная и зафиксированная сумма прибыли сельскохозяйственной организации за отчетный год на счете «Нераспределенная прибыль» с последующим отражением в бухгалтерском балансе на одноименной статье служит законным основанием для решения учредителей о направлении ее части на выплату дивидендов. Но определенная часть прибыли при данной концепции и соответствующей методике ее учета будет включать в себя и суммы государственного целевого финансирования. Есть определенные проблемы и с объективностью рейтинговой оценки предприятий по их достигнутым финансовым результатам.

С нашей точки зрения, использование концепции капитала (капитализации) российскими сельскохозяйственными предприятиями в методологии и практике бухгалтерского учета с раскрытием информации в отчетности является все-таки более предпочтительным. При этом учетной политикой организации следует утвердить порядок регистрации сумм госпомощи на счете «Добавочный капитал», включив в его структуру специальный субсчет «Целевой субсидированный капитал». Это позволит информационно объективно раскрывать процессы и результаты капитализации аграрных бизнес-структур, расширить аналитические возможности бухгалтерского учета и в целом устранить проблемы, изложенные выше.

В опубликованных ранее наших работах [14] отмечалось: «Неразвитость активных рынков не позволяет формировать информацию о справедливой стоимости, что сдерживает применение МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство» в части учета бюджетных субсидий организациями агропромышленного комплекса». К настоящему времени ситуация не изменилась.

Правительство РФ непрерывно и системно развивает конструкцию бюджетно-финансового надзора и контроля. Очередным логическим этапом усиления контроля за целевым использованием бюджетных средств государственной поддержки, выделяемых сельскохозяйственным товаропроизводителям, стало законодательное введение их обязательного казначейского сопровождения.

Обязательность введена в 2019 г. Федеральным законом «О федеральном бюджете на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов». В прежние периоды гранты, дотации, субсидии и иные средства государственной поддержки перечислялись на универсальные расчетные или специальные счета их получателей (сельскохозяйственные товаропроизводители) в кредитных организациях. Разумеется, результативность государственно-финансового контроля в такой ситуации понижалась.

Начиная с 2019 г. последовательные организационные мероприятия и процедуры, сформированное в целом нормативно-правовое регулирование нового формата предварительного, текущего и последующего контроля движения целевого субсидирования, отлаженное Федеральным казначейством России, практически предотвращают осуществимость уклонения от целевого использования. Комплекс процедур и их этапность в Казначейском сопровождении в целом изложены в положениях Бюджетного кодекса РФ, Гражданского кодекса РФ, а также нормативными актами и регламентами, утвержденными Федеральным казначейством России. Ключевым нормативным актом по данному направлению признаются Правила казначейского сопровождения средств [8].

Относительно нормативного регулирования бухгалтерского учета средств государственной помощи в сельском хозяйстве следует отметить, что нормативный акт «Отраслевые методические рекомендации по бухгалтерскому учету в сельскохозяйственных организациях государственных субсидий и других видов государственной помощи» [7], утвержденные Минсельхозом России в 2004 г., требуют кардинальной актуализации. В этом документе безусловно целесообразным является изложение регламентации ведения сегрегированного учета полученных бюджетных средств включая вычленение по учетным объектам.

Усиление (начиная с 2019 г.) контрольного надзора за движением целевых бюджетных средств, связанного с казначейским сопровождением, в значительной степени усложняет процесс и увеличивает сроки проведения транзакций с использованием субсидирования бизнес-структур в агропромышленном комплексе. Разумеется, следует предусматривать данное обстоятельство при проектировании и актуализации необходимых локальных нормативных актов, подборе специалистов для поддержания устойчивости в сфере экономической безопасности.

Сельскохозяйственным товаропроизводителям при форматном казначейском сопровождении вменена обязательность открытия и ведения лицевого счета в Федеральном казначействе по территориальному местоположению для осуществления транзакций целевого субсидирования в рамках государственной поддержки.

Таким образом, структуры Федерального казначейства России по территориальному местоположению сельскохозяйственного предприятия наделяются правом полнофункционального контроля за целевым применением бюджетных ресурсов.

Для подтверждения финансово-хозяйственных операций и затрат, покрываемых у сельскохозяйственных товаропроизводителей целевыми субсидированными средствами, казначейским структурам предоставляется право доступа к первичным учетным документам, распорядительной, расчетно-сметной документации, документам юридического оформления сделок, служебной переписке и иной сопутствующей информации.

Получатели целевых субсидий для их использования по назначению оформляют и утверждают у регионального уполномоченного органа исполнительной власти документ специального назначения по форме № 0501213 «Сведения об операциях с целевыми средствами на 20__ год и на плановый период» (фиксируются источники целевых субсидий, каналы их расходования по соглашениям), который является санкционированием для казначейского учреждения на расходование с открытых лицевых счетов сумм субсидирования.

Информационное обеспечение эффективности использования средств государственной помощи в условиях обязательности казначейского сопровождения невозможно без организации раздельного учета.

«Режим казначейского сопровождения субсидий обязывает сельскохозяйственные организации вести раздельный учет результатов финансово-хозяйственной деятельности, доходов, расходов, активов, обязательств, иных объектов по каждому контракту (договору), распределять накладные расходы пропорционально срокам исполнения договоров в установленном учетной политикой порядке. Рекомендации и отраслевые методики, разъясняющие порядок ведения раздельного учета, отсутствуют. Целесообразно аналитический учет фактических затрат, отнесенных на выполнение конкретного договора с привлечением субсидий, группировать в утвержденных внутренним регламентом регистрах аналитического учета (карточки по калькуляционным статьям фактических затрат, ведомости учета затрат на производство, производственные отчеты, лицевые производственные счета и т.п.). Конкретные регистры должны применяться в соответствии с учетной политикой организации агропромышленного комплекса, утвержденные как приложение. Накладные расходы (общепроизводственные, общехозяйственные) следует относить на себестоимость производимой сельскохозяйственной продукции (работ, услуг) пропорционально показателю, утвержденному учетной политикой. Их распределение на каждый договор рекомендуется оформлять бухгалтерской справкой» [4].

Значимым фактором выступает минимизация трудоемкости организации процесса формирования бухгалтерской отчетности аграрных организаций при сохранении максимума ее информативности, особенно для специализированного сегмента.

При раздельном учете формирование первичных учетных документов и их оборот требуют наличия дополнительных реквизитов, дающих возможность отследить принадлежность всех показателей к конкретному договору субсидирования по определенному направлению.

Исходя из системности учета и стадий учетного процесса следующий этап раздельного учета операций с целевым субсидированием должен быть организован на счетах бухгалтерского учета по параллельной схеме с систематизацией данных на специально сформированных субсчетах, аналитических счетах, созвучных национальным, федеральным проектам, государственным целевым программам, направлениям, видам, отдельным договорам в рамках имплементации субсидий. Субсчета и аналитические счета должны открываться на синтетических счетах, основываясь на принципе рациональности, по их объектным группам: активы (01, 04, 07, 10, 11, 41 и др.), затраты и расходы (08, 20, 23, 25, 26, 44, 91), расчеты (60, 76 и др.), финансовые результаты (99, 84).

Специфичность, масштабность и уровневая структурность целевого субсидирования конкретной организации в агропромышленном комплексе для полноценного информационного обеспечения эффективности использования средств государственной поддержки оформляются и закрепляются в рабочем плане счетов через структурообразующую систему субсчетов к синтетическим счетам.

В отдельных работах изложены фрагменты рабочего плана счетов для раздельного учета с соблюдением требований казначейского сопровождения, который может быть вертикально выстроен в следующем виде: «10.3.4 «Средства защиты растений, приобретенные за счет бюджетной субсидии», 20.1.4 «Расходы растениеводства, покрываемые за счет бюджетной субсидии», 60.4 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками за счет бюджетной субсидии», 76.5.1 «Расчеты, связанные с предоставлением государственной помощи», 91.9.2 «Прочие доходы за счет государственной помощи»; 99.1.2 «Прибыль, сформированная за счет бюджетного субсидирования»;

84.3.2 «Нераспределенная прибыль, сформированная за счет бюджетного субсидирования» [4, 13].

Таким образом, для дальнейшего развития системы учетно-аналитического обеспечения эффективности использования средств господдержки упорядочение данных по целевому финансированию и субсидированию с использованием счетов 86 «Целевое финансирование» и 98 «Доходы будущих периодов» позволяет сформировать логично-выстроенную системную цепочку субсчетов, усовершенствовать синтетический и аналитический учет, оптимизировать процесс составления годовой специализированной отчетности (в частности, формы № 10-АПК «Отчет о средствах целевого финансирования»).

Выводы

Conclusions

Применение скомплектованных в специальную систему индикаторных показателей и методов анализа использования государственной помощи сельскохозяйственными товаропроизводителями позволяют более успешно определять оптимальные параметры при выделении субсидий для повышения их эффективности. Наибольшей эффективности товаропроизводитель достигает при выделении ему господдержки в размере 275–382 тыс. руб. на 100 га сельскохозяйственных угодий. При данной величине государственной помощи фиксируется самый высокий уровень оплаты 1 работника (почти на 28% выше среднего по анализируемой в работе совокупности), выше на 17% окупаемость затрат и рентабельность производства (более чем на 20 п.п.) при стабильно высоких темпах роста по выручке.

Влияние размера субсидий на различные величины хозяйственно-экономической деятельности проявляется по-разному. Прямая и однонаправленная зависимость наблюдается между размером субсидий на единицу земельной площади и их величиной в расчете на 1 работника, удоем на 1 корову. Направление изменения других показателей эффективности государственной поддержки носит параболический характер.

Постоянная и в оптимальном размере государственная поддержка позволяет не только наращивать объемы производства, но и поддерживать определенный уровень их эффективности. Разовые «огромные» вложения при нестабильной их динамике не позволяют получить в краткосрочный период достаточную окупаемость затрат.

Разнонаправленное влияние размера государственной помощи на различные величины хозяйственно-экономической деятельности предприятия следует учитывать при их субсидировании.

Переход в бухгалтерском учете государственной помощи с раскрытием соответствующей информации в отчетности к концепции капитализации с использованием разработанной многоуровневой системы счетов позволит улучшить качество информационно-аналитического обеспечения и повысить объективность рейтинговой оценки сельскохозяйственных товаропроизводителей по достигнутым финансовым результатам.

Усовершенствованный, вертикально-выстроенный по стадиям учетного процесса механизм раздельного учета операций, объектов, расходов и результатов по требованиям введенного обязательного казначейского сопровождения выделяемых бюджетных средств в формате господдержки целесообразно задействовать в качестве инструмента экономической безопасности сельскохозяйственных организаций.

Введение учетных сегментов («маркеров») при использовании полученных целевых субсидий в документальное оформление операций, системный учет аналитического, субсчетного и синтетического уровней позволят вычленять результаты, полученные с участием средств господдержки, без введения параллельной учетной системы, как, например, в налоговом учете, что снижает трудоемкость и затратность учетного процесса в целом.

Выявленные посредством критического анализа положения международных и российских стандартов бухгалтерского учета, их позитивные и негативные установки позволят более обоснованно формировать направления дальнейшего развития бухгалтерского учета государственной помощи в сельском хозяйстве.

Формирование и развитие системы учетно-аналитического обеспечения эффективности использования средств государственной поддержки как инструмента экономической безопасности сельских товаропроизводителей, с адекватным координированием политики господдержки, позволят добиться большей отдачи от субсидирования аграрного сектора, будут способствовать укреплению экономической стабильности и безопасности организаций аграрного сектора.

Список источников

1. Алборов Р.А., Концевая С.М., Концевой Г.Р. Совершенствование информационной базы формирования бухгалтерской отчетности в сельском хозяйстве // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2019. № 1. С. 44–57. EDN: YVTIQH
2. Брылев А.А., Турчаева И.Н. Методическое сопровождение государственной поддержки сельского хозяйства // *АПК: экономика, управление*. 2023. № 11. С. 90–100. <https://doi.org/10.33305/2311-90>
3. Негода В.А., Кокорев Н.А., Хоружий В.И. и др. Вопросы организации учета средств государственной поддержки в крестьянских (фермерских) хозяйствах // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2022. № 3. С. 212–223. <https://doi.org/10.33920/sel-11-2203-03>
4. Кокорев Н.А., Матчинов В.А. Учетно-контрольное обеспечение эффективности использования средств государственной поддержки в системе экономической безопасности организаций АПК при казначейском сопровождении // *Национальная (общероссийская) научно-практическая конференция «Проблемы и направления развития системы экономической безопасности организаций АПК» (Москва, 20-22 апреля 2020 г.)*. Москва: Научный консультант, 2020. С. 40–44. EDN: PRVVRM
5. Кокорев Н.А., Матчинов В.А., Мишин П.Н. Учет целевого финансирования сельскохозяйственных организаций в виде государственной помощи // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2019. № 9. С. 27–39. EDN: QUWGAP
6. Кокорев Н.А., Хоружий Л.И., Турчаева И.Н. и др. Организация учета средств государственной поддержки (в форме субсидий, грантов и других видов) в сельскохозяйственных потребительских кооперативах // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2022. № 2. С. 117–130. <https://doi.org/10.33920/sel-11-2202-02>
7. Методические рекомендации по бухгалтерскому учету государственных субсидий и других видов государственной помощи в сельскохозяйственных организациях: утв. приказом Минсельхоза РФ от 2 февраля 2004 г. № 75
8. Правила казначейского сопровождения средств в случаях, предусмотренных Федеральным законом «О федеральном бюджете на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов»: утв. Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2018 г. № 1765.

9. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: утв. Постановлением Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717.

10. Росстат оценил рост ВВП России в 2024 году. [Электронный ресурс] // *Прайм*. 07.02.2025. <https://lprime.ru/20250207/vvp-854766686.html> (дата обращения: 16.03.2025)

11. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Матчинов В.А. Вопросы анализа эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2008. № 11. С. 14–17. EDN: KAWVYR

12. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Чикановский В.И. Вопросы аудита государственной помощи в сельскохозяйственных организациях // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2005. № 11. С. 33–38. EDN: RIVERB

13. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Матчинов В.А. Организация учета целевых бюджетных средств в сельскохозяйственных организациях при казначейском сопровождении // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2019. № 12. С. 23–35. EDN: IFCBOJ

14. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Багирова С.М. Развитие бухгалтерского учета государственной помощи в сельскохозяйственных организациях // *Вестник ИПБ (Вестник профессиональных бухгалтеров)*. 2019. № 6. С. 26–34. EDN: JAYNNN

15. Кокорев Н.А., Хоружий Л.И., Турчаева И.Н. и др. Экономическая сущность, классификация и методологические аспекты раскрытия информации о государственной помощи в бухгалтерской отчетности // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2021. № 12. С. 22–35. <https://doi.org/10.33920/sel-11-2112-03>

References

1. Alborov R.A., Kontsevaya S.M., Kontsevov G.R. Improving the information base for the formation of the accounting reporting in rural farm. *Accounting in Agriculture*, 2019;1:44-57. (In Russ.)

2. Brylev A.A., Turchaeva I.N. Methodological maintenance of state support for agriculture. *Aic: Economics, Management*. 2023;11:90-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/2311-90>

3. Negoda V.A., Kokorev N.A., Khoruzhy V.I., Turchaeva I.N. et al. Issues of organization of accounting for state support in peasant (farmer) farms. *Accounting in Agriculture*, 2022;3:212-223. (In Russ.) <https://doi.org/10.33920/sel-11-2203-03>

4. Kokorev N.A., Matchinov V.A. Accounting and monitoring of efficiency of use of state support means in the system of economic security of agricultural organizations at the treasury support. *Natsionalnaya (obshcherossiyskaya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Problemy i napravleniya razvitiya sistemy ekonomicheskoy bezopasnosti organizatsiy APK'*. April 20-22, 2020. Moscow, Russia: OOO Nauchnyi konsultant, 2020:40-44. (In Russ.)

5. Kokorev N.A., Matchinov V.A., Mishin P.N. Account of targeted financing of agricultural organizations in the type of state aid. *Accounting in Agriculture*. 2019;9:27-39. (In Russ.)

6. Kokorev N.A., Khoruzhy L.I., Turchaeva I.N., Khoruzhy V.I. et al. Organization of accounting for state support funds (in the form of subsidies, grants and other types) in agricultural consumer cooperatives. *Accounting in Agriculture*. 2022;2:117-130. (In Russ.) <https://doi.org/10.33920/sel-11-2202-02>

7. *On Approval of Methodological Recommendations on Accounting for State Subsidies and Other Types of State Aid in Agricultural Organizations*” (together with

'Sectoral Methodological Recommendations on Accounting for State Subsidies and Other Types of State Aid in Agricultural Enterprises'). Approved by the Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated February 02, 2004 No. 75. (In Russ.) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66685/c92635372e09272bfd5b9680cb4a13c9980dcf03/ (accessed: October 18, 2024)

8. *On Approval of the Rules for Treasury Support of Funds in Cases Provided for by the Federal Law 'On the Federal Budget for 2019 and for the Planned Period of 2020 and 2021'*. Resolution of the Government of the Russian Federation dated December 30, 2018 No. 1765. (In Russ.) URL: <https://base.garant.ru/72141794/> (accessed: October 18, 2024)

9. *On the State Program of Agricultural Development and Regulation of Markets of Agricultural Products, Raw Materials and Foodstuffs*. Amended and supplemented. Resolution of the Government of the Russian Federation dated July 14, 2012 No. 717. (In Russ.) URL: <https://base.garant.ru/70210644/#friends> (accessed: October 18, 2024)

10. Rosstat estimates Russia's GDP growth in 2024. *Prime*. 2025. (In Russ.) URL: <https://lprime.ru/20250207/vvp-854766686.html> (accessed: February 07, 2025)

11. Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Matchinov V.A. Issues of analyzing the effectiveness of state support for agricultural producers. *Ekonomika selskokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2008;11:14-17. (In Russ.)

12. Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Chikanovskiy V.I. Audit issues of state aid in agricultural enterprises. *Ekonomika selskokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2005;11:33-38. (In Russ.)

13. Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Matchinov V.A. Organization of accounting of target budgetary funds in agricultural organizations at treasury support. *Accounting in Agriculture*. 2019;12:23-35. (In Russ.)

14. Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Bagirova S.M. Development of government assistance accounting in agricultural organizations. *Vestnik IPB (Vestnik professionalnykh bukhgalterov)*. 2019;6:26-34. (In Russ.)

15. Kokorev N.A., Khoruzhy L.I., Turchaeva I.N., Matchinov V.A. et al. Economic essence, classification and methodological aspects of disclosure of information on state aid in accounting. *Accounting in Agriculture*, 2021;12:22-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.33920/sel-11-2112-03>

Сведения об авторах

Людмила Ивановна Хоружий, д-р экон. наук, профессор, директор Института экономики и управления АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: hli@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3061-1374>

Николай Александрович Кокорев, канд. экон. наук, доцент, декан экономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Калужский филиал; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; e-mail: kokorevna@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7609-116X>

Надежда Михайловна Гореева, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный

аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Калужский филиал; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; e-mail: goreeva.filina@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2749-4720>

Виталий Анатольевич Матчинов, канд. экон. наук, доцент, директор Калужского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации; 248001, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Чижевского, 17; e-mail: vmatchinov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9342-6152>

Ирина Николаевна Турчаева, канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий, учета и экономической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Калужский филиал; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; e-mail: turiren@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4490-6491>

Петр Николаевич Мишин, канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий, учета и экономической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Калужский филиал; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; e-mail: petermishin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9065-0880>

Information about the authors

Lyudmila I. Khoruzhy, DSc (Econ), Professor, Director of the Institute of Economics and Management in Agribusiness, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: hli@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3061-1374>

Nikolay A. Kokorev, CSc (Econ), Associate Professor, Dean of the Faculty of Economics, Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; e-mail: kokorevna@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7609-116X>

Nadezhda M. Goreeva, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Economics and Management, Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; e-mail: goreeva.filina@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2749-4720>

Vitaliy A. Matchinov, CSc (Econ), Associate Professor, Director of Kaluga Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation; 17 Chizhevskogo St., Kaluga, 248001, Russian Federation; e-mail: vmatchinov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9342-6152>

Irina N. Turchaeva, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Information Technology, Accounting and Economic Security, Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; e-mail: turiren@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4490-6491>

Peter N. Mishin, CSc (Econ), Associate Professor at the Department of Information Technology, Accounting and Economic Security, Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; e-mail: petermishin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9065-0880>

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕНЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

Трухачев В.И., Агирбов Ю.И., Оришев А.Б. Тимирязевская академия в годы Великой Отечественной войны	5
--	---

АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

Бородина К.С., Минаев Н.В., Борисов Б.А. Содержание гумуса и лабильного органического вещества в черноземе выщелоченном Плавского района Тульской области при различном характере землепользования.....	20
Виноградова В.С., Хитрова В.И., Голоктионов И.И. Гуминовые комплексы в агрофитоценозах озимой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.)	32
Израилов Ф.Г., Торишин С.П. Оценка эффективности новых форм пролонгированных удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны России.....	44

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

Макаров С.С., Бердышева Е.А., Макарова Т.А., Макаров П.Н., Черятова Ю.С., Чудецкий А.И. Ресурсная оценка ценопопуляций <i>Sanguisorba officinalis</i> L. на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры	57
Раджабов А.К., Ануфриев С.Э. Разработка элементов технологии размножения маслины (<i>Olea europaea</i> L.) в условиях вегетационного модуля.....	72
Хархота Л.В. Биологические особенности сортов <i>Hibiscus syriacus</i> L. в условиях культуры в Донецком ботаническом саду	84

ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

Кудрявцев А.А., Маренкова А.Г., Баженова С.С., Вертикова Е.А., Макеева Т.А. Анализ изменчивости морфологических признаков яровой пшеницы мягкой в полевых условиях центрального района Нечерноземной зоны России для выделения сортов-эталонов при оценке на охраноспособность.....	97
Нагайцев Д.В., Барнашова Е.К. Оценка качества зерна образцов коллекции озимой мягкой пшеницы в Московской сельскохозяйственной академии.....	115

ЗООТЕХНИКА, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Артюшина З.С., Федотов С.В., Сереженков В.А., Сиднев Н.Ю., Ткачев Н.А., Белозерцева Н.С. Оценка уровня нитрита и трансферрина в крови коров с субклиническим маститом методом электронного парамагнитного резонанса	136
Савинов А.В., Круткина М.С., Колов А.М., Алтухова Н.С., Белова М.В., Рудь А.И., Рукин И.В. Анализ селекционно-генетических параметров в популяции свиней породы йоркшир и ландрас	151

ЭКОНОМИКА

Бабушкина Л.Е., Зайцев А.А. Мультилингвальная политика аграрного вуза: возможности и перспективы развития.....	167
Самыгин Д.Ю., Бахтеев Ю.Д., Иванов А.А., Крикушов А.А. Развитие методов анализа эффективности использования субсидий сельхозорганизациями	181
Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Гореева Н.М., Матчинов В.А., Турчаева И.Н., Мишин П.Н. Формирование системы учетно-аналитического обеспечения эффективности использования средств государственной поддержки как элемента экономической безопасности сельскохозяйственных организаций	197

CONTENTS

SCIENTISTS OF TIMIRYAZEV ACADEMY

<i>Trukhachev V.I., Agirbov Yu.I., Orishev A.B.</i> Timiryazev academy during the Great Patriotic War	5
---	---

AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, ECOLOGY

<i>Borodina K.S., Minaev N.V., Borisov B.A.</i> Content of humus and labile organic matter in leached chernozem of the Plavsky District of the Tula Region under different land use patterns	20
<i>Vingradova V.S., Khitrova V.I., Goloktionov I.I.</i> Humic complexes in agrophytocenoses of winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	32
<i>Igraliev F.G., Torshin S.P.</i> Assessment of the effect of new forms of prolonged fertilizers on the yield and grain quality of spring wheat in the Non-chernozem zone of Russia	44

BOTANY, POMICULTURE

<i>Makarov S.S., Berdysheva E.A., Makarova T.A., Makarov P.N., Cheryatova Yu.S., Chudetsky A.I.</i> Resource assessment of the cenopopulations of <i>Sanguisorba officinalis</i> L. in the Surgut District of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra	57
<i>Radzhabov A.K., Anufriev S.E.</i> Development of elements of olive (<i>Olea europea</i> L.) propagation technology in the conditions of the vegetation module	73
<i>Kharkhota L.V.</i> Biological characteristics of cultivars of <i>Hibiscus syriacus</i> L. grown in Donetsk Botanical Garden	84

GENETICS, BIOTECHNOLOGY, BREEDING AND SEED PRODUCTION

<i>Kudryavtsev A.A., Marenkova A.G., Bazhenova S.S., Vertikova E.A., Makeeva T.A.</i> Variability analysis of morphological characteristics of spring wheat in the field conditions of the Central region of Non-chernozem zone of Russia for identification of example varieties to be used in DUS testing	97
<i>Nagaytsev D.V., Barnashova E.K.</i> Grain quality assessment of winter soft wheat collection samples at Moscow Agricultural Academy	115

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

<i>Artyushina Z.S., Fedotov S.V., Serezhenkov V.A., Sidnev N.Yu., Tkachev N.A., Belozertseva N.S.</i> Assessment of nitrite and transferrin levels in the blood of cows with subclinical mastitis by the electron paramagnetic resonance method	136
<i>Savinov A.V., Krutkina M.S., Kolov A.M., Altukhova N.S., Belova M.V., Rud A.I., Rukin I.V.</i> Analysis of selection and genetic parameters in Yorkshire and Landrace pigs	151

ECONOMICS

<i>Babushkina L.E., Zaitsev A.A.</i> Multilingual policy of an agrarian university: opportunities and development prospects	167
<i>Samygin D.Yu., Bakhteev Yu.D., Ivanov A.A., Krikunov A.A.</i> Development of methods for analyzing the effectiveness of subsidies used by agricultural enterprises	181
<i>Khoruzhy L.I., Kokorev N.A., Goreeva N.M., Matchinov V.A., Turchaeva I.N., Mishin P.N.</i> Development of an accounting and analytical system to ensure the efficient use of state support funds as part of the economic security of agricultural enterprises	197

Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»

e-mail: izvtsha@rgau-msha.ru

тел.: (499) 976–07–48

Подписано в печать 12.05.2025 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная
Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 13,4 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