

Агробιοтехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (18) 2026 год





АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 2 (18)



Казань, 2026

Агробιοтехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробιοтехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 2 (18)

2026 г.

Учредитель –
Казанский
государственный аграрный
университет



Учрежден Казанским
государственным аграрным
университетом, в 2022 г.

Адрес издателя и редакции: 420015,
Республика Татарстан, г. Казань, ул.
К. Маркса, 65
тел. (843) 598 - 40-52

сайт:
www.agrobiotech.kazgau.ru
e-mail:
agrobiotech@kazgau.com

Зарегистрирован
Федеральной службой по надзору в
сфере связи,
информационных технологий и
массовых коммуникаций
(Роскомнадзор) -
свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-82684
от 18 января 2022 г.

С 10.06.2024 г. включен
в перечень рецензируемых научных
изданий, в которых должны быть
опубликованы основные результа-
ты диссертаций на соискание
ученой степени кандидата наук, на
соискание ученой степени доктора
наук по специальностям:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки);
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки);
- 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки);
- 4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки, биологические науки);
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки, биологические науки);
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки, биологические науки).

Публикуется
4 раза в год

За достоверность информации
в опубликованных материалах
ответственность несут
авторы публикаций

16+

Главный редактор:

Балиев А.Р. – доктор технических наук, профессор, член-корр. АН РТ, Казанский государственный аграрный университет

Заместители главного редактора:

Зиганшин Б.Г. – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, Казанский государственный аграрный университет

Сержанов И.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор Института агробιοтехнологии и землепользования, Казанский государственный аграрный университет

Шайдуллин Р.Р. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казанский государственный аграрный университет

Члены редакционной коллегии:

Амиров М.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет

Ахметзянова Ф.К. – доктор биологических наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет

Ахметов Т.М. – доктор биологических наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет
Валидов Ш.З. – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН

Васильев М.Н. – доктор ветеринарных наук, доцент, Казанский государственный аграрный университет

Гилязов М.Ю. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет

Захаров В.Г. – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал Самарского научного центра РАН

Кузьминых А.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет

Низамов Р.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казанский государственный аграрный университет

Новоселов С.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет

Осинов Г.Е. – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН

Панасюк М.В. – доктор географических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет

Пономарева М.Л. – доктор биологических наук, профессор, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН

Сафин Р.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корр. АН РТ, Казанский государственный аграрный университет

Члены редакционного совета:

Абуова А.Б. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Международный инженерно-технологический университет (Казахстан)

Асатурова А.М. – кандидат биологических наук, директор, Федеральный научный центр биологической защиты растений (Россия)

Барамова Ш.А. – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт (Казахстан)

Голохваст К.С. – доктор биологических наук, профессор, член-корр. РАО, профессор РАН, директор, Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН (Россия)

Исайчев В.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ульяновский государственный аграрный университет (Россия)

Каракотов С.Д. – доктор химических наук, академик РАН, генеральный директор ЗАО «Щёлково Агрохим», Вице-президент Российского союза производителей химических средств защиты растений (Россия)

Кучинский М.П. – доктор ветеринарных наук, доцент, заместитель директора по научной работе и инновациям, ННПЦ НАН Беларуси по животноводству, Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Выхелесского (Белоруссия)

Надеждин С.М. – доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, заместитель директора, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (Россия)

Марзанов Н.С. – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста (Россия)

Мумиджанов Х.А. – доктор биологических наук, профессор, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), Субрегиональное отделение ФАО для Центральной Азии, Анкара, Турция (Турция, Таджикистан)

Партоев К. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан (Таджикистан)

Персикова Т.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (Белоруссия)

Рамазанов Р.Р. – генеральный директор ООО «Бионоватик» (Россия)

Сальников Э. – доктор биологических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Белградский университет - Институт междисциплинарных исследований, отдел растений, почвы и наносистем (Сербия)

Селивановская С.Ю. – доктор биологических наук, профессор, директор, Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, ведущий научный сотрудник Учебно-научная лаборатория «Центр агро - и экобиотехнологий» (Россия)

Тайлан Аксу – доктор наук, профессор, Университет Ван (Турция)

Труфляк Е.В. – доктор технических наук, профессор, руководитель Центра прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК Кубанского государственного аграрного университета (Россия)

Фенг Чен – кандидат наук, профессор, Хэнаньский сельскохозяйственный университет, директор Китайского совместного исследовательского центра пшеницы и кукурузы (CIMMYT) (Китай)

Чекарев П.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель Комитета по развитию агропромышленного комплекса Торгово-промышленной палаты РФ (Россия)



№ 2 (18)
2026 г.

Agrobiotechnologies and digital farming

scientific journal

Institute of Agrobiotechnology and Land Management
Kazan State Agrarian University

Chief Editor:

Valiev A.R. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan State Agrarian University

Deputies of Chief Editor:

Ziganshin B.G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Kazan State Agrarian University

Serzhanov I.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director Institute of Agrobiotechnology and Land Management, Kazan State Agrarian University

Shaidullin R.R. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University

Members of the Editorial Committee:

Amirov M.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University

Akhmetzyanova F.K. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University

Akhmetov T.M. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University

Validov Sh.Z. – PhD in biology, Senior Researcher, Tatar Research Institute of Agriculture

Vasilyev M.N. – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University

Gilyazov M.Yu. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University

Zakharov V.G. – Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture - branch of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Kuzminykh A.N. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Mari State University

Nizamov R.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University

Novoselov S.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Mari State University

Osipov G.E. – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Tatar Research Institute of Agriculture

Panasnyuk M.V. – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Kazan Federal University

Ponomareva M.L. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Tatar Research Institute of Agriculture

Safin R.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan State Agrarian University

Members of the Editorial Board:

Abuova A.B. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, International University of Engineering and Technology (Kazakhstan)

Asaturova A.M. – Candidate of Biological Sciences, Director, Federal Scientific Center for Biological Plant Protection (Russia)

Baramova Sh.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Kazakh Research Veterinary Institute (Kazakhstan)

Golokhvast K.S. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member, Russian Academy of Education, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Russia)

Isaichev V.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ulyanovsk State Agrarian University (Russia)

Karakotov S.D. – Doctor of Chemical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, General Director of CJSC Shchelkovo Agrokhim, Vice President of the Russian Union of Producers of Chemical Plant Protection Products (Russia)

Kuchinsky M.P. – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Research and Innovation, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Institute of Experimental Veterinary Medicine, named after S.N. Vyshelsky (Belarus)

Nadezhkin S.M. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director, Federal Scientific Center for Vegetable Growing (Russia)

Marzanov N.S. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal Scientific Center for Animal Husbandry - named after Academician L.K. Ernst (Russia)

Mumidzhanov Kh.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Subregional Office for Central Asia (Turkey, Tajikistan)

Partoev K. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Botany, Physiology and Plant Genetics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan (Tajikistan)

Persikova T.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Belarusian State Agrarian Academy (Belarus)

Ramazanov R.R. – General Director of Bionovatik LLC (Russia)

Salnikov E. – Doctor of Biological Sciences, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, University of Belgrade-Institute for Multidisciplinary Research, Department of Plant, Soil and Nano Systems (Serbia)

Selivanovskaya S.Yu. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Director, Institute of Ecology and Nature Management, Kazan Federal University, Leading Researcher Educational and Scientific Laboratory "Center for Agro- and Ecobiotechnologies" (Russia)

Taylan Aksu – Doctor of Sciences, Professor, Van University (Turkey)

Truflyak E.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Center for Forecasting and Monitoring of Scientific and Technological Development of the Agroindustrial Complex of the Kuban State Agrarian University (Russia)

Feng Chen – PhD, professor, Henan Agricultural University, Director of China Joint Research Center for Wheat and Maize (CIMMYT) (China)

Chekmarev P.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Committee for the Development of the Agro-Industrial Complex of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation (Russia)

Founder -
Kazan
State Agrarian
University



Established by Kazan State Agrarian University, in 2022

Publisher and editorial address:
420015, Republic of Tatarstan, Kazan,
K. Marks st., 65
tel. (843) 598 - 40 - 52

website:
www.agrobiotech.kazgau.ru
e-mail:
agrobiotech@kazgau.com

Registered by
Federal Service for Supervision of
Communications, Information
Technology and Mass Media
registration certificate:
PI No. FS77-82684
January 18, 2022

Since 10/06/2024, it has been included in the list of peer-reviewed scientific publications in which the main results of dissertations for the scientific degree of Candidate of Sciences, for the scientific degree of Doctor of Science in the following specialties should be published:

- 4.1.1. General agriculture and crop production (agricultural sciences);
- 4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology (agricultural sciences);
- 4.1.3. Agrochemistry; agro-soil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences);
- 4.1.4. Gardening, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (agricultural sciences);
- 4.2.3. Infectious diseases and animal immunology (veterinary sciences, biological sciences);
- 4.2.4. Private animal husbandry, feeding, technologies for preparing feed and producing livestock products (agricultural sciences, biological sciences);
- 4.2.5. Breeding, selection, genetics and biotechnology of animals (agricultural sciences, biological sciences).

Published
4 times a year
Authors of publications are
responsible for the accuracy
of information in published
materials

16+

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

стр.

<i>Акенинаева А.Ж., Сафин Р.И., Сабирова Р.М. (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
Сортные особенности формирования фотосинтетического аппарата и урожайности нута (<i>Cicer arietinum</i> L.) в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	6
<i>Киселева Е.Н., Раченко М.А., Дмитриев Н.Н. (г. Иркутск, Российская Федерация)</i>	
Перспективы выращивания ежевики в условиях Иркутской области и использования ее в селекции.....	14
<i>Погодина А.В., Лукманов А.А. (г. Казань, Российская Федерация), Ивойлов А.В. (г. Саранск, Российская Федерация)</i>	
Влияние агрохимикатов на качество зерна полбы (двузернянки) в лесостепной зоне Среднего Поволжья.....	21
<i>Тулинов А.Г., Королева М.П. (г. Сыктывкар, Российская Федерация)</i>	
Результаты изучения гибридов картофеля питомников конкурсного испытания в условиях Республики Коми.....	29
<i>Фомин В.Н., Владимиров А.В., Хуснутдинов Р.Г. (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
Влияние минеральных удобрений и листовых подкормок на урожайность и качество зеленой массы кукурузы Каскад 195 СВ.....	37

ЗООТЕХНИКА И ВЕТЕРИНАРИЯ

<i>Кляпнев А.В. (г. Нижний Новгород, Российская Федерация), Семенов В.Г. (г. Чебоксары, Российская Федерация)</i>	
Влияние иммуностимулирующих препаратов на обмен веществ и иммунный статус коров после отела..	44

CONTENTS

AGRONOMY

	pages
<i>Akenshaeva A.Zh., Safin R.I., Sabirova R.M. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Varietal features of photosynthetic apparatus and chickpea (<i>Cicer Arietinum</i> L.) productivity development in Kama region of the Republic of Tatarstan.....	6
<i>Kiseleva E.N., Rachenko M.A., Dmitriev N.N. (Irkutsk, Russian Federation)</i>	
Prospects for blackberry cultivation in Irkutsk region and its use in breeding.....	14
<i>Pogodina A.V., Lukmanov A.A., (Kazan, Russian Federation), Ivoylov A.V. (Saransk, Russian Federation)</i>	
Influence of agrochemicals on grain quality of emmer wheat (<i>Triticum dicoccum</i>) in the forest-steppe zone of Middle Volga region.....	21
<i>Tulinov A.G., Koroleva M.P. (Syktyvkar, Russian Federation)</i>	
Results of a study of potato hybrids from competitive test nurseries in the Komi Republic.....	29
<i>Fomin V.N., Vladimirov A.V., Khusnutdinov R.G. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Influence of mineral fertilizers and foliar applications on productivity and quality of green mass of corn Cascade 195 SV.....	37

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDECINE

<i>Klyapnev A.V. (Nizhny Novgorod, Russian Federation), Semenov V.G. (Cheboksary, Russian Federation)</i>	
Influence of immunotropic drugs on metabolism and immune status of cows after calving.....	44

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И УРОЖАЙНОСТИ НУТА (*CICER ARIETINUM* L.) В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

© 2026 Акеншаева А. Ж., Сафин Р. И., Сабирова Р. М. ✉

Казанский государственный аграрный университет
(г. Казань, Российская Федерация)
✉ razina.sabirova.1975@mail.ru

Реферат. Представлены результаты двухлетних исследований (2024–2025 годы) по изучению формирования фотосинтетического аппарата и урожайности нута (*Cicer arietinum* L.) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан. Целью работы являлось установление связи между показателями фотосинтетического аппарата (хлорофиллы а и b, каротиноиды, площадь листьев, сухая масса) и продуктивностью сортов. Исследования проводились на светло-серых лесных почвах (гумус 4,4%) при трёхкратной повторности. Объектами служили сорта нута Приво 1, Триумф, Волжанин и Зоовит. Площадь листьев определяли методом цифрового анализа изображений, содержание пигментов — тонкослойной хроматографией с последующим спектрофотометрированием. Установлено, что в более благоприятных условиях в 2025 году у растений увеличивались содержание пигментов и площадь листовой поверхности. Максимальные значения хлорофилла а (1,464 мг/г), суммы хлорофиллов (2,178 мг/г), площади листьев (64,27 см²) и урожайности (2,97 т/га) отмечены у сорта Зоовит. Выявлена положительная связь между площадью листьев и урожайностью ($r = 0,66$), тогда как зависимость от содержания хлорофилла а была слабее ($r = 0,50$) и статистически незначимой. Связь сухой массы с урожайностью отсутствовала ($r = -0,03$). Показано, что сумма хлорофиллов (a+b) является более информативным показателем. Наиболее высокую адаптацию к условиям Предкамья продемонстрировал сорт Зоовит.

Ключевые слова: нут, хлорофилл, каротиноиды, площадь листьев, сухая масса, урожайность, сортовые особенности, Предкамье Республики Татарстан.

Для цитирования: Акеншаева А.Ж., Сафин Р.И., Сабирова Р.М. Сортовые особенности формирования фотосинтетического аппарата и урожайности нута (*Cicer arietinum* L.) в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2026. № 2(18). С. 6-13 . doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-6-13

VARIETAL FEATURES OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AND CHICKPEA (*CICER ARIETINUM* L.) PRODUCTIVITY DEVELOPMENT IN KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

© 2026 Akenshaeva A. Zh., Safin R. I., Sabirova R. M. ✉

Kazan State Agrarian University
(Kazan, Russian Federation)
✉ razina.sabirova.1975@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a two-year study (2024-2025) on the development of photosynthetic apparatus and productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Kama region of the Republic of Tatarstan. The aim of the study was to establish the relationship between photosynthetic apparatus parameters (chlorophylls a and b, carotenoids, leaf area and dry mass) and variety productivity. The study was conducted on light gray forest soils (4.4% humus) with triplicate samples. The objects of the study were the chickpea varieties: Privo 1, Triumf, Volzhanin and Zoovit. Leaf area was determined using digital image analysis and pigment content was determined using thin-layer chromatography followed by spectrophotometry. It was found that under more favorable conditions in 2025, the pigment content and leaf surface area increased in plants. The maximum values of chlorophyll a (1.464 mg/g), total chlorophyll (2.178 mg/g), leaf area (64.27 cm²) and productivity (2.97 t/ha) were observed in Zoovit variety. A positive relationship was found between leaf area and yield ($r = 0.66$), while the dependence on chlorophyll a content was weaker ($r = 0.50$) and statistically insignificant. There was no relationship between dry matter and yield ($r = -0.03$). It was shown that the sum of chlorophylls (a + b) is a more informative indicator. Zoovit variety demonstrated the highest adaptation to the conditions of Kama region.

Key words: chickpea, chlorophyll, carotenoids, leaf area, dry mass, yield, varietal characteristics, Kama region of the Republic of Tatarstan.

For citation: Akenshaeva AZh, Safin RI, Sabirova RM. [Varietal features of photosynthetic apparatus and chickpea (*Cicer Arietinum* L.) productivity development in Kama region of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotechnologies and digital farming. 2026; 2(18). 6-13 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-6-13

Введение. Зернобобовые культуры играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития агроэкосистем, а также способствуют улучшению агрохимических показателей почвы [1].

Нут (*Cicer arietinum* L.) является одной из наиболее распространённых зернобобовых культур в мире и занимает третье место по посевным площадям среди бобовых после фасоли и гороха [2]. Культура характеризуется высоким содержанием белка (до 25–30%) [3], ценится благодаря хорошо сбалансированному аминокислотному составу, а также за способности вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями и фиксировать атмосферный азот. За счёт этого культура не только формирует качественное зерно, но и способствует улучшению плодородия почвы.

В последние годы на фоне изменения климата интерес к нуту заметно усилился. Это связано с его относительной засухоустойчивостью и способностью формировать стабильную урожайность даже при ограниченном влагообеспечении [4, 5, 6]. Эти особенности подтверждаются и современными селекционными исследованиями.

При этом реализация потенциала сорта во многом определяется состоянием фотосинтетического аппарата растений, поскольку именно он играет важную роль в процессах накопления биомассы и формирования урожайности.

Фотосинтетическая продуктивность растений в большинстве случаев зависит от содержания хлорофиллов а и b, их соотношением, площадью листовой поверхности и накоплением сухой массы [7, 8, 9]. При этом, когда увеличивается площадь листьев и содержание хлорофилла, как правило, сопровождается ростом интенсивности фотосинтеза и продуктивности зернобобовых культур [7, 8].

Данные, полученные в различных почвенно-климатических зонах, показывают, что формирование урожайности нута тесно связано с развитием листовой поверхности и уровнем фотосинтетической активности, особенно в ключевые фазы, когда начинается цветение и налив бобов [10, 11, 12].

Для условий Предкамья Республики Татарстан, где климат отличается континентальностью, неустойчивым увлажнением и периодическими летними засухами, такая оценка приобретает особое значение. В этих условиях важно учитывать, как физиологические, так и морфологические особенности сортов нута.

Цель работы. Выявить особенности формирования фотосинтетического аппарата (содержание хлорофиллов, площадь листовой поверхности, сухая масса надземной части) и урожайности различных сортов нута в условиях Предкамья Республики Татарстан. Впервые для условий Предкамской агропроизводственной зоны Республики Татарстан проведена комплексная оценка взаимосвязи пигментного комплекса, площади листовой поверхности и элементов структуры урожая сортов нута.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в 2024–2025 годах на опытном участке ООО «Агробиотехнопарк» Казанского государственного аграрного университета, расположенном в Предкамской агропроизводственной зоне Республики Татарстан.

Материалом для исследований послужили четыре сорта нута культурного (*Cicer arietinum* L.): Приво 1, Триумф, Волжанин и Зоовит. Посев осуществляли с нормой высева 700 тысяч всхожих семян на 1 га, рекомендованной для условий региона. Опыт был заложен в трёхкратной повторности. Площадь одной учетной делянки составляла 96 м².

Опытный участок был представлен светло-серой лесной почвой. Пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса — 4,4%; содержание подвижного фосфора — >377 мг/кг, что по градации для зернобобовых культур на светло-серых лесных почвах соответствует очень высокому уровню обеспеченности; содержание обменного калия — 124 мг/кг (повышенная обеспеченность); реакция почвенного раствора — слабокислая (рН КCl 5,4).

Хозяйственно-биологические признаки сортов оценивали по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и общепринятым принципам полевого опыта. Структуру урожая анализировали в соответствии с указаниями Госсортокмиссии [13]. Фактическую урожайность приводили в тоннах на гектар (т/га).

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методами вариационной статистики. Результаты представлены в виде средних значений с указанием ошибки опыта. Достоверность различий оценивали по наименьшей существенной разности (НСР₀₅).

Площадь листовой поверхности определяли методом цифрового анализа изображений с использованием программы ImageJ (National Institutes of Health, USA) [14, 15]. Листовые пластинки фотографировали на контрастном фоне с применением масштабной линейки. После калибровки изображения выполняли расчёт площади листа в см². Для сравнительного анализа использовали показатель фазы максимального развития листовой поверхности.

Сухую массу надземной части растений определяли путём высушивания растительного материала до постоянной массы с последующим взвешиванием; результаты выражали в г/растение.

Содержание хлорофиллов а и b, а также каротиноидов определяли методом тонкослойной хроматографии с последующим спектрофотометрическим определением концентрации пигментов. Экстракцию пигментов проводили 100%-ным ацетоном из свежего растительного материала, отобранного в фазу активной вегетации. Разделение пигментов осуществляли при температуре 24–25°C, относительной влажности воздуха 49–50% и атмосферном давлении 104,0–104,3 кПа. Результаты

выражали в мг/г сырого вещества.

Метеорологические условия в годы исследований различались. В 2024 году сумма активных температур выше 10°C за период май–август составила 2203°C, сумма осадков — 196 мм, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,89, что характеризует условия вегетации как засушливые. Наибольший дефицит влаги наблюдался в июне–июле (сумма осадков 45 мм), когда происходит закладка генеративных органов и налив зерна нута. Неравномерное распределение осадков (56 мм в мае и лишь 45 мм за два летних месяца) создавало периодический водный стресс для растений.

В 2025 году распределение тепла и влаги было более благоприятным: сумма активных температур выше 10°C составила 2160°C, сумма осадков за май–август — 257 мм, ГТК — 1,19. В период июнь–июль выпало

121 мм осадков, а температуры воздуха не превышали среднеголетние значения на 2–4°C, что создало условия, близкие к оптимальным для формирования вегетативной массы и фотосинтетического аппарата растений нута. Более выровненный температурный режим и равномерное увлажнение в 2025 году способствовали реализации продукционного потенциала изучаемых сортов, что согласуется с полученными данными по содержанию пигментов, площади листьев и урожайности.

Результаты и обсуждения. *Содержание фотосинтетических пигментов в листьях нута*

Как видно из таблицы 1, количество фотосинтетических пигментов в листьях нута заметно различалось в зависимости от сортовой принадлежности и условий конкретного года.

Таблица 1 – Содержание фотосинтетических пигментов в листьях нута, мг/г сырой массы
Table 1 – Content of photosynthetic pigments in chickpea leaves, mg/g fresh weight

Сорт	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Каротиноиды	Сумма (a+b)	Соотношение (a/b)
2024 г.					
Приво 1	0,809 ± 0,001	0,324 ± 0,002	0,264 ± 0,001	1,133	2,50
Триумф	0,811 ± 0,005	0,335 ± 0,003	0,272 ± 0,001	1,146	2,42
Волжанин	0,852 ± 0,002	0,416 ± 0,003	0,242 ± 0,005	1,268	2,05
Зоовит	0,911 ± 0,002	0,453 ± 0,005	0,268 ± 0,004	1,364	2,01
НСР ₀₅	0,009	0,011	0,012	0,014	
2025 г.					
Приво 1	1,327 ± 0,029	0,682 ± 0,018	0,338 ± 0,008	2,009	1,95
Триумф	0,520 ± 0,122	0,256 ± 0,058	0,083 ± 0,021	0,776	2,03
Волжанин	1,263 ± 0,061	0,639 ± 0,025	0,276 ± 0,016	1,902	1,98
Зоовит	1,464 ± 0,031	0,714 ± 0,013	0,288 ± 0,009	2,178	2,05
НСР ₀₅	0,233	0,110	0,047	0,258	

В 2024 году содержание хлорофилла а в листьях нута варьировало от 0,809 до 0,911 мг/г сырого вещества. Минимальное значение зафиксировано у сорта Приво 1 (0,809 мг/г), максимальное — у сорта Зоовит (0,911 мг/г). Разница между данными сортами составила 0,102 мг/г, что существенно превышает наименьшую существенную разность (НСР₀₅ = 0,009 мг/г) и доказывает статистическую достоверность сортовых различий.

Аналогичная закономерность установлена и по содержанию хлорофилла b. В 2024 году показатель варьировал от 0,324 до 0,453 мг/г. Различия между сортом Зоовит и сортами Приво 1 и Триумф превышали значение НСР₀₅ (0,011 мг/г), что указывает на достоверность выявленных различий.

Содержание каротиноидов в 2024 году изменялось в пределах 0,242–0,272 мг/г. Различия между сортами Волжанин и Триумф составили 0,030 мг/г и превышали НСР₀₅ (0,012 мг/г), что подтверждает их статистическую значимость.

В 2025 году содержание хлорофилла а варьировало в более широких пределах – от 0,520 до 1,464 мг/г. Наибольшее значение отмечено у сорта Зоовит (1,464 мг/г), наименьшее — у сорта Триумф (0,520 мг/г).

Разница между крайними вариантами составила 0,944 мг/г и значительно превышала НСР₀₅ (0,233 мг/г), что свидетельствует о достоверности различий. Резкое снижение содержания пигментов у сорта Триумф в 2025 году (хлорофилл а — 0,520 мг/г, хлорофилл b — 0,256 мг/г, каротиноиды — 0,083 мг/г) в сочетании с высокой внутрисортовой вариабельностью ($\pm 23\%$ для хлорофилла а) выходит за пределы типичной реакции растений на изменение гидротермических условий и указывает на возможное воздействие дополнительного стрессового фактора. В качестве вероятных причин могут рассматриваться локальное поражение растений корневыми гнилями или аскохитозом, которые способны вызывать резкую деградацию хлорофилла и неравномерность проявления симптомов в пределах делянки. Поскольку в 2024 году показатели пигментного комплекса сорта Триумф находились на уровне других сортов (хлорофилл а — 0,811 мг/г), выявленная аномалия, скорее всего, не является сортовой особенностью, а связана с внешним фактором, реализовавшимся в конкретных условиях 2025 года.

Содержание хлорофилла b в 2025 году варьировало от 0,256 до 0,714 мг/г. Разница

между крайними вариантами превышала НСР₀₅ (0,110 мг/г), что подтверждает достоверность сортовых различий.

По содержанию каротиноидов в 2025 году значения изменялись от 0,083 до 0,338 мг/г. Различия между сортами Зоовит и Триумф превышали НСР₀₅ (0,047 мг/г), что свидетельствует о статистической значимости выявленных различий.

Между сортами отмечены выраженные различия по содержанию фотосинтетических пигментов. Более высокие значения хлорофиллов в 2025 году были связаны с благоприятными гидротермическими условиями, что способствовало усилению фотосинтетической активности растений [7, 9].

Для более полной характеристики состояния фотосинтетического аппарата сортов нута дополнительно были рассчитаны сумма хлорофиллов (a+b) и их соотношение (a/b).

Установлено, что в 2024 году сумма хлорофиллов варьировала от 1,133 до 1,364 мг/г сырого вещества. Наибольшее значение отмечено у сорта Зоовит (1,364 мг/г), наименьшее — у сорта Приво 1 (1,133 мг/г). Различия между крайними вариантами (0,231 мг/г) значительно превышали значение НСР₀₅ (0,014 мг/г), что свидетельствует о статистической достоверности сортовых различий.

В 2025 году значения суммы хлорофиллов находились в пределах от 0,776 до 2,178 мг/г.

Таблица 2 – Площадь листьев сортов нута в фазу максимального развития листового аппарата, см²/растение

Table 2 – Leaf area of chickpea varieties at the stage of maximum leaf apparatus development, cm²/plant

Сорт	2024г.	2025г.
Волжанин	40,18±0,13	44,11 ±0,24
Зоовит	44,11±0,24	64,27 ±0,21
Приво 1	39,34±0,20	38,66 ±0,24
Триумф	38,87±0,17	39,34 ±0,20
НСР ₀₅	0,70	0,72

Как видно из данных таблицы 2, в 2024 году площадь листовой поверхности варьировала в пределах 38,87–44,11 см². Максимальное значение отмечено у сорта Зоовит (44,11 см²), минимальное – у сорта Триумф (38,87 см²). Разница между крайними вариантами составила 5,24 см², что существенно превышает значение НСР₀₅ (0,70 см²), что свидетельствует о статистической достоверности выявленных различий.

В 2025 году различия между сортами стали более выраженными. Наибольшее значение площади листьев зафиксировано у сорта Зоовит – 64,27 см², что на 20,16 см² превышает показатель предыдущего года. У сорта Волжанин показатель составил 44,11 см², у сортов Приво 1 и Триумф — 38,66 и 39,34 см² соответственно. Различия между сортом Зоовит и остальными вариантами значительно превышали значение НСР₀₅ (0,72 см²), что подтверждает их достоверность.

В 2025 году у отдельных сортов увеличение площади листьев отмечалось на фоне

Максимальный показатель также зафиксирован у сорта Зоовит (2,178 мг/г), тогда как минимальное значение отмечено у сорта Триумф (0,776 мг/г). Разница между крайними вариантами (1,402 мг/г) существенно превышала НСР₀₅ (0,258 мг/г), что подтверждает достоверность выявленных различий.

Соотношение хлорофиллов a/b в 2024 году варьировало в пределах 2,01–2,50, а в 2025 году — 1,95–2,05. Более высокие значения показателя в 2024 году могут свидетельствовать о стрессовых условиях вегетации и адаптивной реакции фотосинтетического аппарата растений. В 2025 году, при более благоприятной погоде, соотношение хлорофиллов стабилизировалось, что говорит о нормализации физиологического состояния растений.

Таким образом, сумма хлорофиллов a+b точнее отражает степень развития фотосинтетического аппарата у сортов нута, а соотношение a/b — то, как физиологически адаптируются растения к окружающим условиям [8, 10].

Формирование площади листовой поверхности сортов нута

Площадь листовой поверхности играет важную роль в формировании фотосинтетической активности и накоплении сухого вещества. В ходе опыта между сортами отмечались выраженные различия по этому показателю (табл. 2).

более равномерного распределения осадков и стабильного температурного режима. В результате формировался более развитый ассимиляционный аппарат.

Более развитая листовая поверхность способствует усилению фотосинтеза и накоплению органического вещества, что в конечном итоге влияет на уровень урожайности [10, 11].

По полученным данным следует, что в связи с благоприятными условиями в 2025 году наиболее выраженную способность к наращиванию листовой поверхности проявил сорт Зоовит, что свидетельствует о его высокой пластичности и адаптивном потенциале.

Формирование сухой массы надземной части растений нута

Накопление сухого вещества можно рассматривать как показатель интенсивности фотосинтеза и эффективности использования ассимилятов растениями [16]. В опытах выявлены сортовые различия по величине сухой массы надземной части (табл. 3).

Таблица 3 – Сухая масса надземной части растений нута, г/растение
Table 3 — Dry weight of the above-ground part of chickpea plants, g/plant

Сорт	2024 г.	2025 г.
Приво 1	20,30 ± 0,65	21,40 ± 0,97
Зоовит	11,60 ± 1,07	15,30 ± 0,21
Волжанин	14,40 ± 0,52	12,40 ± 0,52
Триумф	16,43 ± 0,83	17,40 ± 0,52
НСР ₀₅	2,59	2,01

Примечание: данные представлены как $M \pm m$ ($n = 3$)
The data are presented as $M \pm m$ ($n = 3$)

Согласно данным таблицы 3, в 2024 году наибольшая сухая масса отмечена у сорта Приво 1 (20,3 г/растение), что свидетельствует о высокой способности данного сорта к накоплению биомассы даже в условиях менее благоприятного гидротермического режима. Сорт Триумф занимал промежуточное положение (16,4 г/растение), тогда как у сортов Волжанин и Зоовит показатели были ниже.

В 2025 году статистически достоверный прирост сухой массы отмечен у сорта Зоовит (с 11,6 до 15,3 г/растение), тогда как у Волжанина показатель снизился (до 12,4 г/растение), а у Приво 1 и Триумф изменения не превышали ошибки опыта (НСР₀₅ = 2,01).

Можно предположить, что в более благоприятных условиях 2025 года увеличение площади листовой поверхности способствовало более активному протеканию фотосинтетических процессов и накоплению сухого вещества у отдельных сортов нута. Вместе с тем между площадью листьев и величиной

сухой массы не во всех случаях наблюдалась прямая зависимость, что, вероятно, связано с сортовыми особенностями использования и перераспределения ассимилятов между вегетативными и генеративными органами растений [10].

Таким образом, сорта Приво 1 и Триумф характеризовались относительной стабильностью накопления сухого вещества по годам, тогда как сорт Зоовит проявил более выраженную реакцию на улучшение условий выращивания.

Урожайность и элементы структуры урожая нута

Формирование урожайности нута является результатом комплексного взаимодействия морфологических, физиологических и экологических факторов. В условиях проведенных исследований выявлены существенные сортовые различия по фактической урожайности и элементам структуры урожая (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность и элементы структуры урожая нута
Table 4 – Yield and yield structure elements of chickpea

Сорт	Фактическая урожайность, т/га	Число зёрен в растении, шт.	Масса 1000 семян, г
2024 г.			
Приво 1	1,93 ± 0,32	17,30 ± 0,25	251,87 ± 0,33
Триумф	2,43 ± 0,22	19,30 ± 0,21	327,20 ± 0,46
Волжанин	1,82 ± 0,43	18,27 ± 0,58	293,00 ± 0,67
Зоовит	2,53 ± 0,02	22,10 ± 0,52	325,00 ± 0,15
НСР ₀₅	0,93	1,34	1,42
2025 г.			
Приво 1	1,94 ± 0,01	19,37 ± 0,26	228,00 ± 0,64
Триумф	2,22 ± 0,01	20,30 ± 0,22	315,00 ± 0,64
Волжанин	2,42 ± 0,01	18,67 ± 0,18	91,00 ± 0,55
Зоовит	2,97 ± 0,03	21,10 ± 0,55	344,00 ± 0,14
НСР ₀₅	0,28	1,09	1,75

Как видно из данных таблицы 4, в 2024 году фактическая урожайность варьировала от 1,82 до 2,53 т/га. Наибольшее значение отмечено у сорта Зоовит (2,53 т/га). Различия между сортами Зоовит и Приво 1 (0,60 т/га), а также между Зоовит и Волжанин (0,71 т/га) не превышали НСР₀₅ (0,93 т/га), что свидетельствует об отсутствии статистически достоверных различий по урожайности в условиях 2024 года.

Количество зёрен с одного растения

варьировало от 17,30 до 22,10 шт. Сорт Зоовит достоверно превысил по этому показателю сорт Приво 1 (разница 4,80 шт. при НСР₀₅ = 1,34 шт.) и сорт Волжанин (разница 3,83 шт.). Различия между сортами Триумф и Приво 1 (2,00 шт.) также превышали НСР₀₅.

Масса 1000 семян изменялась от 251,87 до 327,20 г. Разница между сортами Триумф и Приво 1 (75,33 г), а также между Зоовит и Приво 1 (73,13 г) значительно превышала НСР₀₅ (1,42 г), что подтверждает

достоверность сортовых различий по крупности семян.

В условиях 2024 года различия по фактической урожайности были статистически недостоверны, тогда как по элементам структуры урожая (число зёрен, масса 1000 семян) различия между сортами подтверждены на 5%-м уровне значимости [11, 12].

В 2025 году фактическая урожайность варьировала от 1,94 до 2,97 т/га. Максимальное значение получено у сорта Зоовит (2,97 т/га). Разница между сортами Зоовит и Приво 1 (1,03 т/га), Зоовит и Триумф (0,75 т/га), а также Зоовит и Волжанин (0,55 т/га) существенно превышала НСР₀₅ (0,28 т/га), что свидетельствует о статистически достоверном превосходстве сорта Зоовит по урожайности. Кроме того, сорт Волжанин достоверно превысил по урожайности сорт Приво 1 (разница 0,48 т/га).

Число зёрен в растении варьировало от 18,67 до 21,10 шт. Различия между крайними вариантами (2,43 шт.) превышали НСР₀₅ (1,09 шт.), что свидетельствует о достоверном превосходстве сортов Зоовит и Триумф над Волжанин и Приво 1.

Масса 1000 семян изменялась в пределах 228,00–344,00 г. Разница между сортами Зоовит и Приво 1 (116,00 г), а также между Триумф и Приво 1 (87,00 г) значительно превышала НСР₀₅ (1,75 г), что подтверждает достоверность сортовых различий по данному показателю.

В 2025 году, при более благоприятных гидротермических условиях, сорт Зоовит достоверно превзошёл остальные сорта по уровню фактической урожайности и массе 1000 семян, что связано с его высокой способностью эффективно реализовывать продукционный потенциал в условиях Предкамья Республики Татарстан [17].

Обсуждение взаимосвязи показателей фотосинтетического аппарата и урожайности

Для оценки взаимосвязи между показателями фотосинтетического аппарата и фактической урожайностью сортов нута использовали объединённые данные за два года ($n = 8$). При этом критическое значение коэффициента корреляции при уровне значимости $p < 0,05$ составляет 0,707.

Между площадью листовой поверхности и фактической урожайностью отмечена положительная корреляция средней силы ($r = 0,66$) [11, 12, 18], однако при уровне значимости $p < 0,05$ она статистически не подтверждена. Полученные результаты показывают, что с увеличением площади листового аппарата урожайность, как правило, тоже возрастала, однако эта зависимость не была строго прямой. Похожая картина отмечалась и для содержания хлорофилла а: между данным показателем и урожайностью установлена умеренная положительная корреляция ($r = 0,49$), но статистически значимой она не была. Вероятно, повышение содержания хлорофилла а оказывает определённое влияние на продуктивность

растений, однако формирование урожая зависит не только от этого показателя, но и от других факторов [7, 9].

Связь между сухой массой надземной части и фактической урожайностью практически отсутствовала ($r = -0,03$), что свидетельствует о независимом характере варьирования данных показателей в условиях проведённых исследований.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что формирование урожайности нута в условиях Предкамской агропроизводственной зоны Республики Татарстан определяется совокупным влиянием морфофизиологических показателей и гидротермических условий вегетационного периода [19].

Установлено, что показатели фотосинтетического аппарата, такие как площадь листовой поверхности и сумма хлорофиллов (a+b), оказывают положительное влияние на формирование урожайности, однако степень реализации данного влияния зависит от сортовых особенностей и погодных условий года.

Отсутствие тесной корреляционной связи между отдельными показателями (в частности, сухой массой) и урожайностью свидетельствует о сложном характере перераспределения ассимилятов и различной эффективности их использования у изучаемых сортов.

Можно сказать, что повышение продуктивности нута в условиях Предкамья связано не только с развитием фотосинтетического аппарата, но и с особенностями сортов, позволяющими более эффективно использовать ресурсы среды.

Выводы.

1. В условиях Предкамской зоны Республики Татарстан в 2024–2025 годы выявлены статистически достоверные сортовые различия по содержанию фотосинтетических пигментов, площади листовой поверхности и урожайности. Сумма хлорофиллов (a+b) варьировала от 1,13 до 2,18 мг/г сырой массы, площадь листьев — от 38,9 до 64,3 см²/растение, фактическая урожайность — от 1,82 до 2,97 т/га в зависимости от сорта и года исследований.

2. Более благоприятные гидротермические условия 2025 года (ГТК = 1,19 против 0,89 в 2024 году) способствовали увеличению содержания хлорофиллов и площади листовой поверхности у сортов Зоовит и Волжанин, что обеспечило рост их фотосинтетического потенциала.

3. Сорт Зоовит достоверно превзошёл остальные сорта в 2025 году по комплексу показателей: сумма хлорофиллов (a+b) — 2,18 мг/г, площадь листьев — 64,3 см²/растение, масса 1000 семян — 344 г, фактическая урожайность — 2,97 т/га (НСР₀₅ = 0,28 т/га).

4. Корреляционная связь площади листьев с урожайностью составила $r = 0,66$, содержания хлорофилла а с урожайностью — $r = 0,49$ (оба значения статистически незначимы при $n = 8$, $p < 0,05$), что указывает на комплексный

характер формирования продуктивности. Связь сухой массы надземной части с урожайностью отсутствовала ($r = -0,03$).

5. Сумма хлорофиллов (a+b) является более информативным интегральным показателем состояния фотосинтетического аппарата, чем содержание отдельных пигментов. Соотношение хлорофиллов a/b повышалось до 2,50 в засушливом 2024 году, отражая

адаптивную реакцию растений на стрессовые условия.

6. Сорт Зоовит, обладающий высоким адаптивным потенциалом и стабильно формирующий наибольшую урожайность, рекомендуется для дальнейшего изучения и производственного испытания в условиях неустойчивого увлажнения Предкамской зоны Республики Татарстан.

Литература

- 1.Arriagada O., Cacciuttolo F., Cabeza R.A., et al. A comprehensive review on chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience // *Int. J. Mol. Sci.* 2022. Vol. 23. No. 12. Article 6794. doi: 10.3390/ijms23126794
- 2.Sachdeva S., Bharadwaj C., Patil B.S., et al. Agronomic Performance of Chickpea Affected by Drought Stress at Different Growth Stages // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 5. Article 995. doi: 10.3390/agronomy12050995
- 3.Ramamoorthy P., Krishnamurthy L., Upadhyaya H.D., et al. Shoot traits and their relevance in terminal drought tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Field Crops Res.* 2016. Vol. 197. P. 10–27. doi: 10.1016/j.fcr.2016.07.016
- 4.Chtouki M., Laaziz F., Naciri R., et al. Interactive effect of soil moisture content and phosphorus fertilizer form on chickpea growth, photosynthesis, and nutrient uptake // *Sci. Rep.* 2022. Vol. 12. Article 6671. doi: 10.1038/s41598-022-10703-0
- 5.Ucak A.B., Arslan H. Drought Stress Resistance Indicators of Chickpea Varieties Grown under Deficit Irrigation Conditions // *PeerJ*. 2023. Vol. 11. e14818. doi: 10.7717/peerj.14818
- 6.Devi P., Jha U.C., Prakash V., et al. Response of Physiological, Reproductive Function and Yield Traits in Cultivated Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Under Heat Stress // *Front. Plant Sci.* 2022. Vol. 13. Article 880519. doi: 10.3389/fpls.2022.880519
- 7.Tiwari P.N., Tiwari S., Sapre S., et al. Prioritization of Physio-Biochemical Selection Indices and Yield-Attributing Traits toward the Acquisition of Drought Tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Plants*. 2023. Vol. 12. No. 18. Article 3175. doi: 10.3390/plants12183175
- 8.Zeitelhofer M., Zhou R., Ottosen C.-O. Physiological Responses of Chickpea Genotypes to Cold and Heat Stress in Flowering Stage // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 11. Article 2755. doi: 10.3390/agronomy12112755
- 9.Merwad A.R.M., Desoky E.-S.M., Rady M.M. Response of water relations, photosynthetic pigments, antioxidant defense system and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to drought stress and silicon application // *Plants*. 2022. Vol. 11. No. 10. Article 1298. doi: 10.3390/plants11101298
- 10.Devasirvatham V., Gaur P.M., Raju T.N., et al. Field response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high temperature // *Field Crops Res.* 2015. Vol. 172. P. 59–71. doi: 10.1016/j.fcr.2014.11.017
- 11.Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // *Nat. Methods*. 2012. Vol. 9. No. 7. P. 671–675. doi: 10.1038/nmeth.2089
- 12.Martin T.N., Fipke G.M., Winck J.E.M. ImageJ software as an alternative method for estimating leaf area in oats // *Acta Agron.* 2020. Vol. 69. No. 3. P. 162–169. doi: 10.15446/acag.v69n3.69401
- 13.Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- 14.Kumar J., Abbo S. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments // *Adv. Agron.* 2001. Vol. 72. P. 107–138. doi: 10.1016/S0065-2113(01)72012-3
- 15.Pappula-Reddy S.P., Pang J., Chellapilla B., et al. Insights into chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype adaptations to terminal drought stress: Evaluating water-use patterns, root growth, and stress-responsive proteins // *Environ. Exp. Bot.* 2024. Vol. 218. Article 105579. doi: 10.1016/j.envexpbot.2023.105579
- 16.Yang Y., Guo X., Liu G., et al. Solar Radiation Effects on Dry Matter Accumulations and Transfer in Maize // *Front. Plant Sci.* 2021. Vol. 12. Article 727134. doi: 10.3389/fpls.2021.727134
- 17.Біґер B.T. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil // *Afr. J. Biotechnol.* 2009. Vol. 8. No. 8. P. 1482–1487. doi: 10.4314/ajb.v8i8.60185
- 18.FAOSTAT. Crops and Livestock Products. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed: 15.01.2025).
- 19.Акеншаева А. Ж., Сабинова Р. М., Бахтияров Р. Р. Продуктивность сортов нута в условиях Предкамья Республики Татарстан // Биологические препараты и приемы биологизации в современном земледелии: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию Института агробиотехнологий и землепользования. Казань, 2024. С. 34–39.

References

- 1.Arriagada O., Cacciuttolo F., Cabeza RA, et al. A comprehensive review on chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience // *Int. J. Mol. Sci.* 2022. Vol. 23. No. 12. Article 6794. doi: 10.3390/ijms23126794
- 2.Sachdeva S, Bharadwaj C, Patil BS, et al. Agronomic Performance of Chickpea Affected by Drought Stress at Different Growth Stages // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 5. Article 995. doi: 10.3390/agronomy12050995
- 3.Ramamoorthy P, Krishnamurthy L, Upadhyaya HD, et al. Shoot traits and their relevance in terminal drought tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Field Crops Res.* 2016. Vol. 197. P. 10–27. doi: 10.1016/j.fcr.2016.07.016
- 4.Chtouki M, Laaziz F, Naciri R, et al. Interactive effect of soil moisture content and phosphorus fertilizer form on chickpea growth, photosynthesis, and nutrient uptake // *Sci. Rep.* 2022. Vol. 12. Article 6671. doi: 10.1038/s41598-022-10703-0

- 5.Ucak AB., Arslan H. Drought Stress Resistance Indicators of Chickpea Varieties Grown under Deficit Irrigation Conditions // *PeerJ*. 2023. Vol. 11. e14818. doi: 10.7717/peerj.14818
- 6.Devi P, Jha UC, Prakash V, Kumar S, et al. Response of Physiological, Reproductive Function and Yield Traits in Cultivated Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Under Heat Stress // *Front. Plant Sci*. 2022. Vol. 13. Article 880519. doi: 10.3389/fpls.2022.880519
- 7.Tiwari PN, Tiwari S, Sapre S, et al. Prioritization of Physio-Biochemical Selection Indices and Yield-Attributing Traits toward the Acquisition of Drought Tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Plants*. 2023. Vol. 12. No. 18. Article 3175. doi: 10.3390/plants12183175
- 8.Zeitelhofer M, Zhou R, Ottosen C.-O. Physiological Responses of Chickpea Genotypes to Cold and Heat Stress in Flowering Stage // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 11. Article 2755. doi: 10.3390/agronomy12112755
- 9.Merwad ARM., Desoky E.-S.M., Rady MM. Response of water relations, photosynthetic pigments, antioxidant defense system and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to drought stress and silicon application // *Plants*. 2022. Vol. 11. No. 10. Article 1298. doi: 10.3390/plants11101298
- 10.Devasirvatham V, Gaur PM, Raju TN, et al. Field response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high temperature // *Field Crops Res*. 2015. Vol. 172. P. 59–71. doi: 10.1016/j.fcr.2014.11.017
- 11.Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // *Nat. Methods*. 2012. Vol. 9. No. 7. P. 671–675. doi: 10.1038/nmeth.2089
- 12.Martin TN, Fipke GM, Winck JEM. ImageJ software as an alternative method for estimating leaf area in oats // *Acta Agron*. 2020. Vol. 69. No. 3. P. 162–169. doi: 10.15446/acag.v69n3.69401
- 13.Dospikhov BA. [Methods of Field Experiment (with Fundamentals of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- 14.Kumar J, Abbo S. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments // *Adv. Agron*. 2001. Vol. 72. P. 107–138. doi: 10.1016/S0065-2113(01)72012-3
- 15.Pappula-Reddy SP, Pang J, Chellapilla B, et al. Insights into chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype adaptations to terminal drought stress: Evaluating water-use patterns, root growth, and stress-responsive proteins // *Environ. Exp. Bot*. 2024. Vol. 218. Article 105579. doi: 10.1016/j.envexpbot.2023.105579
- 16.Yang Y, Guo X, Liu G, et al. Solar Radiation Effects on Dry Matter Accumulations and Transfer in Maize // *Front. Plant Sci*. 2021. Vol. 12. Article 727134. doi: 10.3389/fpls.2021.727134
- 17.Бічар BT. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil // *Afr. J. Biotechnol*. 2009. Vol. 8. No. 8. P. 1482–1487. doi: 10.4314/ajb.v8i8.60185
- 18.FAOSTAT. Crops and Livestock Products. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed: 15.01.2025).
- 19.Akenshaeva AZh, Sabirova RM, Bakhtiyarov RR. [Productivity of Chickpea Varieties in the Conditions of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan] // *Biological Preparations and Methods of Biologization in Modern Agriculture: Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the II International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 105th Anniversary of the Institute of Agrobiotechnologies and Land Use*. Kazan, 2024. 34–39 p.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Акеншаева Айканыш Жусупбековна - аспирант кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: akenshaevaaikanysh@gmail.com, ORCID 0009-0008-1026-7194

Сафин Радик Ильсович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент АН РТ, заведующий кафедрой общего земледелия, защиты растений и селекции Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: radiksaf2@mail.ru, ORCID 0000-0001-6276-5728

Сабирова Разина Мавлетгараевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru, ORCID 0009-0007-8001-3133

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 09.04.2026; одобрена после рецензирования 20.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Akenshaeva Aykanysh Zhusupbekovna – post-graduate student of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: akenshaevaaikanysh@gmail.com, ORCID 0009-0008-1026-7194

Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Head of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: radiksaf2@mail.ru, ORCID 0000-0001-6276-5728

Sabirova Razina Mavletgaraevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru, ORCID 0009-0007-8001-3133

The authors have reviewed and approved the final manuscript.

Submitted 09.04.2026; revised 20.06.2026; accepted 25.06.2026.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЕЖЕВИКИ В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЕ В СЕЛЕКЦИИ

© 2026 Киселева Е. Н.¹ ✉, Раченко М. А.¹, Дмитриев Н. Н.²¹Федеральное государственное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
(г. Иркутск, Российская Федерация)²ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»
(г. Иркутск, Российская Федерация)
✉ elenasolya@mail.ru

Реферат. Исследования проводили в период с 2021 по 2025 годы в г. Иркутске с целью изучения хозяйственно-ценных признаков растений ежевики в условиях региона и выявления адаптивных сортов для возделывания и использования их в селекционном процессе. Объектами стали 3 сорта ежевики (Честер Торнлесс, Дима, Блэк Джэм). Растения высаживали по схеме 0,7 м x 2,0 м. Выращивали их в открытом грунте, в теплице с покрытием из поликарбоната (6 мм) в камере искусственного климата – фитотроне. Саженьцы высаживали в весенний период. Растения ремонтантной ежевики возделывали по однолетнему типу. Весной растения формировались в 3 побега для открытого грунта и теплиц, и 1-2 побега для контейнерных культур. В зимний период в открытом грунте использовали укрытие из материала спанбонд плотностью 60 г/м². В теплице поверх спанбонда укладывали мешки с опилками (имитация снежного покрова). В конце марта снимали мешки с опилками, в апреле убирали укрывной материал. За период исследования в условиях закрытого грунта начало вегетации у растений ежевики наступает в среднем на 39 дней раньше, чем в открытом грунте. За годы исследования растения сорт Честер Торнлесс в открытом грунте в фазу плодоношения не вступил. Период плодоношения сортов Дима, Блэк Джэм непродолжительное от четырех дней до двух недель. Продуктивность у сорта Честер Торнлесс в условиях закрытого грунта составила 20,2 т/га, у сорта Блэк Джэм – 15,3 т/га, у сорта Дима – 4,6 т/га. Наибольшее содержание сахаров и аскорбиновой кислоты зафиксировано у ягод сорта Блэк Джэм и составило 11,39 Вх, % и 18,8 мг/100 г. Данный сорт можно использовать в селекции на адаптивность к условиям региона.

Ключевые слова: ежевика, продуктивность, теплица, фенологические наблюдения, температура, полив, плоды.

Для цитирования: Киселева Е.Н., Раченко М.А., Дмитриев Н.Н. Перспективы выращивания ежевики в условиях Иркутской области и использования ее в селекции // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2026. № 2(18). С. 14-20. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-14-20

PROSPECTS FOR BLACKBERRY CULTIVATION IN IRKUTSK REGION AND ITS USE IN BREEDING

© 2026 Kiseleva E. N.^a ✉, Rachenko M. A.^a, Dmitriev N. N.^b^aFederal State Scientific Institution Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
(Irkutsk, Russian Federation)^bIrkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky
(Irkutsk, Russian Federation)
✉ elenasolya@mail.ru

Abstract. The study was conducted from 2021 to 2025 in Irkutsk to examine the economically valuable traits of blackberry plants in the region and to identify adaptive varieties for cultivation and use in breeding. Three blackberry varieties (Chester Thornless, Dima and Black Jam) were studied. Plants were planted in a 0.7 m x 2.0 m scheme. They were grown in open ground, in a greenhouse with a 6 mm polycarbonate covering, and in a phytotron, an artificial climate chamber. The seedlings were planted in spring. Everbearing blackberry plants were grown as annuals. In spring, plants were trained into 3 shoots for open ground and greenhouse cultivation, and 1-2 shoots for container crops. During the winter, 60 g/m² spunbond cover was used in open ground. In the greenhouse, bags filled with sawdust were placed on top of the spunbond (simulating snow cover). At the end of March, the sawdust bags were removed, and in April, the cover material was removed. During the study period, the onset of vegetation in blackberry plants in closed ground conditions occurred on average 39 days earlier than in open ground. During the years of study, Chester Thornless variety did not enter the fruiting phase in open ground. The fruiting period of Dima and Black Jam varieties is short, ranging from four days to two weeks. Chester Thornless variety's productivity under greenhouse conditions was 20.2 t/ha, Black Jam's 15.3 t/ha and Dima's 4.6 t/ha. The highest sugar and ascorbic acid content was recorded in Black Jam

berries, which amounted to 11.39% Bx and 18.8 mg/100 g. This variety can be used in breeding for adaptability to regional conditions.

Key words: blackberry, productivity, greenhouse, phenological observations, temperature, irrigation, fruit.

For citation: Kiseleva EN, Rachenko MA, Dmitriev NN. [Prospects for blackberry cultivation in Irkutsk region and its use in breeding]. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2026; 2(18). 14-20 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-14-20

Введение. Ежевика (*Rubus* spp.) относится к роду *Rubus*, подроду *Rubus* семейства Розовые [1, 2]. Для плодов характерен темно-фиолетовый или насыщенный черный цвет [3, 1]. Органолептические качества плодов имеют сочетание сочного, терпкого и сладкого вкусов [1]. С экономической точки зрения ежевика является четвертой по значимости ягодной культурой в мире [1, 4]. И с каждым годом на рынке потребительский спрос на ягодную продукцию ежевики растет [1, 4]. Это обусловлено неоспоримыми достоинствами культуры, такими как высокая продуктивность (до 20 т/га) [5, 6], высокой пищевой ценностью (высокое содержание антоцианов и антиоксидантов) и богатому вкусу плодов [3, 7, 8]. Вкус ежевики определяется химическим составом сахаров, кислот и летучих органических соединений [4]. Помимо биологически активных соединений, ежевика также богата микроэлементами [7, 6].

В диком виде ежевика обладает некоторыми биологическими особенностями, такими как двулетний цикл развития, колючие побеги, широкой адаптацией и потенциалом для гибридизации с другими видами рода *Rubus* [1, 3, 9]. В современной селекции есть направление на выведение бесшипых сортов, с высокими вкусовыми качествами плодов [3, 4, 9]. Также важен отбор сортов с выраженной сладостью и сбалансированной кислотностью [4]. А для Сибири еще актуальны высокая зимостойкость и скороплодность растений [5]. Поэтому для региона представляют большой интерес ремонтантные сорта ежевики, они позволяют продлить сезон сбора урожая и более адаптивны к холодному климату [3, 1].

Для региона ежевика является новой и малораспространенной культурой. Сортоизучение сортов ежевики на территории института проводят с 2021 года. Исследования, направленные на разработку агрономических и технологических приемов возделывания культуры в регионе актуальны на сегодняшний день. Ежевика набирает популярность среди садоводов – любителей. Но даже самые зимостойкие сорта требуют дополнительных укрытий для сохранения жизнеспособности. Особенности климата региона может способствовать получению новых генотипов с высокой адаптивностью [10]. И в перспективе можно планировать получение зимостойких форм ежевики.

Целью настоящих исследований было изучение хозяйственно-ценных признаков растений ежевики в условиях региона и выявление адаптивных сортов для возделывания и использования их в селекционном процессе,

параллельно разработать оптимальные технологические приемы для выращивания культуры.

В задачи исследования входило: наблюдение за прохождением фазов ежевики при разных условиях выращивания, учет продуктивности сортов ежевики, определение содержания сахаров и аскорбиновой кислоты в ягодах, установление возможности возделывания культуры в регионе и использования в селекционном процессе.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились согласно программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [11]. Исследования проводили в 2021-2025 годы. Работу выполняли на оборудовании центра коллективного пользования (ЦКП) «Биоаналитика» с использованием коллекций ЦКП «Биоресурсный центр» Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск.

Объектами исследования стали 3 сорта ежевики (Честер Торнлесс, Дима, Блэк Джэм). Сорт Честер Торнлесс, бесшипый, самоплодный, сильнорослый, зимостойкий, скороспелый, пригодный для возделывания в Сибири. Сорт Дима бесшипый, компактный до 50 см, обладает высокой зимостойкостью. Сорт Блэк Джэм ремонтантный, бесшипый, среднерослый зимостойкий, среднеспелый. Растения высаживали рядами на расстоянии 0,7 м в ряду и 2,0 м – междурядья (схема, рекомендованная академиком РАСХН Казаковым И. В. на этапе интродукции в новых регионах) [11, 7].

Растения выращивали в открытом грунте, в теплице с покрытием из поликарбоната (6мм) в камере искусственного климата – фитотроне. Саженцы высаживали в весенний период (вторая половина мая) в количестве 5 штук каждого сорта в варианте. Растения ремонтантной ежевики возделывали по однолетнему типу (осенью, побеги срезали под корень). Весной растения формировались в 3 побега для открытого грунта и теплиц, и 1-2 побега для контейнерных культур. Ежегодно перед поливом в приствольную зону вносили 30 г диаммофоски на одно растение. В начале вегетации проводили некорневую подкормку препаратом Силиплант универсальный в дозе 10 мл/10 л воды, а в фазу цветения и завязывания плодов – 20 мл/10 л воды. Летние побеги прищипывали на высоте 90 см, боковые ветви укорачивали до 30 см. [7, 2]. В открытом грунте растения укрывали спанбондом плотностью 60 г/м² в один слой [5]. Перед укрытием с кустов удаляли листья, побеги пригибали и укладывали на нижнюю шпалеру для

сохранения побегов и генеративных почек. Ремонтантные растения осенью срезали под корень. Укрытие посадок проводили в начале ноября, после подмерзания верхнего слоя. В теплице поверх спанбонда после установления устойчивых морозов укладывали мешки с опилками, имитируя снежный покров. Форточки открывали в солнечные дни для выравнивания температурного режима. После 20 марта мешки с опилками удаляли и закрывали форточки. В первой декаде апреля снимали укрывной материал в теплице, а в открытом грунте – после 15 апреля в зависимости от погодных условий и степени оттаивания почвы. В камере искусственного климата растения выращивали круглый год в емкостях объемом 10 литров с созданием искусственного периода покоя (снижение температур до +2...+5°C с декабря по февраль) при естественном освещении [8].

Фенологические наблюдения проводили визуально. Отмечались сроки прохождения фенологических фаз: начало вегетации (начало распускания почек), у ремонтантных растений начало роста прикорневых побегов; цветение (5-10% цветков); созревание (при появлении первых спелых ягод) [11]. Фенологические наблюдения проводили со второго года после посадки.

Учет продуктивности проводили на второй год посадки у ремонтантного сорта и на третий год у летних сортов. Фактическую продуктивность определяли суммированием массы всех съёмов ягод с каждого куста отдельно и вычислением средней величины [11]. Потенциальную продуктивность рассчитывали, как сумма фактической продуктивности и средняя масса не вызревших плодов. Сбор плодов ежевики проводили

один раз в 5 дней. Среднюю массу плода вычислялся арифметически после взвешивания отдельных плодов с каждого съема [11].

Определение содержания сахаров в плодах ежевики проводили методом рефрактометрии. Международная рефрактометрическая шкала Брикс представлена в единицах массовой доли сахарозы в водном растворе и выражается в процентах (Вх, %) [12].

Определение содержания аскорбиновой кислоты в плодах ежевики проводили титриметрическим методом. Отбирали 10 мл извлечения, помещали в мерную колбу добавляли 5 мл 2,0% раствора соляной кислоты, 50 мл дистиллированной воды и титровали 0,001% раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. Все исследования проводили в трех аналитических повторностях, в три срока сбора урожая [13].

Статистическую обработку проводили методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием пакета Microsoft Excel [11]. Для оценки нормальности распределения выборки использовали критерий Шапиро-Уилка [14]. Оценивали нормальность распределения внутри каждого сорта по годам (n=3 года).

Природно-климатические условия региона исследования характеризуют резко континентальным климатом со значительными перепадами суточных температур. Зимы холодные и продолжительные. Средние зимние температуры варьируют от -13 до -15°C. Январь является самым холодным месяцем, с температурами в среднем -19,3°C (абсолютный минимум -50°C) Высота снежного покрова около 40 см [10]. По зимостойкости по USDA Иркутская область относится к зоне 2, южную часть области можно отнести к зоне 3.

Таблица 1 – Гидротермические условия региона за период с 2021 по 2025 годы

Table 1 – Hydrothermal conditions in the region for the period from 2021 to 2025

Год исследования	Вегетационный период		Период исследования, гг.	Зимний период		
	осадки, мм	средняя температура, °C		высота снежного покрова, см	минимальная температура воздуха, °C	средняя температура, °C
2021	478,7	+13,6	2021...2022	12	-30,4	-14,9
2022	263,0	+15,1	2022...2023	15	-42,4	-15,5°
2023	417,0	+15,1	2023...2024	25	-41,3	-15,9
2024	407,9	+15,8	2024...2025	28	-32,0	-13,5
2025	265,0	+15,6				

Первые заморозки в 2021 году отмечены 2 сентября до -0,5°C. В 2022 году первое понижение температуры ниже нуля наблюдалось 3 сентября до -1,9°C. В 2023 году первое понижение температуры зафиксировано 10 сентября до -1,8°C. В 2024 году в период вегетации отмечена самая высокая средняя температура воздуха за период наблюдений и составила +15,8°C. Первое понижение температуры ниже нуля зафиксировано 13 сентября до -0,8°C. В 2025 году первое понижение температуры ниже нуля наблюдалось 8 сентября до -0,9°C (табл. 1).

Самая низкая температура зимой отмечена в зимний период 2022...2023 годы. В январе температура опускалась до -42,4°C при недостаточном снежном покрове до 15 см. Благоприятные зимы по высоте снежного покрова были 2023...2024 годы и 2024...2025 годы. Высота снежного покрова составила 25 и 28 см.

Результаты и обсуждение. В результате исследования была определена продолжительность фенологических фаз растений и сравнена в открытом грунте, теплице и искусственно созданных условиях, приближенных

к условиям ее естественного произрастания. Важным моментом стала возможность получения полноценного урожая в условиях

Сибири. Этот показатель и является решающим для рекомендации культуры к возделыванию (табл. 2).

Таблица 2 – Сроки и продолжительность начала вегетации и созревания ягод ежевики в 2023...2025 годы в условиях г. Иркутска

Table 2 – Timing and duration of the start of vegetation and berry ripening of blackberries in 2023–2025 under the conditions of Irkutsk city

Название сорта	2023 г.			2024 г.			2025 г.		
	Дата начала вегетации	Дата начала созревания	Продолжительность созревания, дней	Дата начала вегетации	Дата начала созревания	Продолжительность созревания, дней	Дата начала вегетации	Дата начала созревания	Продолжительность созревания, дней
В теплице									
Честер Торнлесс	10 апреля	10 августа	50 дней	8 апреля	28 июля	68 дней	10 апреля	1 августа	62 дня
Дима	15 апреля	28 августа	38 дней	15 апреля	26 августа	42 дня	15 апреля	28 августа	42 дня
Блэк Джэм	15 апреля	15 августа	62 дня	10 апреля	30 июля	66 дней	15 апреля	10 августа	66 дней
В открытом грунте									
Честер Торнлесс	19 мая	-	-	22 мая	-	-	25 мая	-	-
Дима	19 мая	20 августа	12 дней	20 мая	15 августа	12 дней	25 мая	15 августа	13 дней
Блэк Джэм	15 мая	28 августа	4 дня	25 мая	30 августа	3 дня	30 мая	-	-
В камере искусственного климата									
Честер Торнлесс	12 февраля	20 мая	52 дня	15 февраля	25 мая	56 дней	10 февраля	20 мая	50 дней
Дима	12 февраля	30 мая	42 дня	15 февраля	5 июня	46 дней	10 февраля	25 мая	40 дней
Блэк Джэм	12 февраля	25 мая	62 дня	15 февраля	5 июня	69 дней	10 февраля	30 мая	62 дня

В условиях закрытого грунта начало вегетации у растений ежевики наступает в среднем на 39 дней раньше, чем в открытом грунте. В закрытом и открытом грунте побеги у растений сорта Честер Торнлесс сильно повреждаются низкими температурами в зимний период (в среднем по годам составило 3...4 балла в закрытом грунте и 5 баллов в открытом). У сорта Дима подмерзание побегов в среднем составило 3...4 балла, как в теплице, так и в открытом грунте. Но в теплице восстановление и отрастание боковых побегов происходит более интенсивно, чем в открытом грунте.

Созревание плодов в теплице у растений сорта Блэк Джэм начинается на 17 дней раньше, чем в открытом грунте. За годы исследования растения сорта Честер Торнлесс в открытом грунте в фазу плодоношения не вступил. В 2025 году растения сорта Блэк Джэм в открытом грунте в фазу плодоношения не вступил. Созревание плодов у растений сорта Дима в открытом грунте начинается раньше, чем в теплице на 8-9 дней. Но период плодоношения не продолжительный, первые сентябрьские понижения ночных температур до 0°C негативно сказываются на плодах ежевики. В поликарбонатной теплице без обогрева

ночная температура воздуха была на 4...6°C выше, чем в открытом грунте, что снижало риск повреждения растений при понижении температуры до -1,5...-2°C. Именно эта разница в температуре воздуха позволяет растениям ежевики не повреждаться при отрицательных температурах воздуха в открытом грунте. При использовании воздушного обогрева в ночное время, в дни понижения температур ниже 0°C можно получать урожай ежевики до конца октября - начала ноября. В открытом грунте полноценного урожая от исследуемых сортов получено не было.

В условиях закрытого грунта есть возможность получения полноценного урожая ягод ежевики. У сорта Честер Торнлесс период плодоношения начинается на 5...10 дней раньше, чем у ремонтантного сорта Блэк Джэм. Средняя масса плодов сорта Блэк Джэм больше на 4,7 грамм, чем у сорта Честер Торнлесс и на 11,3 грамм – чем у сорта Дима. Продуктивность у сорта Честер Торнлесс в условиях закрытого грунта составила 20,2 т/га – это самый высокий показатель среди исследуемых сортов. В условиях теплицы фактическая продуктивность от потенциальной у сорта Честер Торнлесс составила 96,1%, у сорта Блэк Джэм – 70%, у сорта Дима – 45,7% (табл. 3).

Таблица 3 – Средняя масса плодов и продуктивность ежевики в г. Иркутске за 2023...2025 годы

Table 3 – Average fruit weight and productivity of blackberries in Irkutsk for 2023–2025

Название сорта	Средняя масса плода, г	Стандартное отклонение / р-значение критерия Шапиро-Уилка (W)	Фактическая продуктивность, г/куст	Потенциальная продуктивность, г/куст	Продуктивность на г/м ²
Честер Торнлесс	9,6	1,55 / 0,3989 (0,9413)	2824,5	2935,4	2017,5
Дима	3,0	0,74 / 0,6472 (0,8890)	637,5	929,4	455,4
Блэк Джэм	14,3	3,80 / 0,8596 (0,9656)	2149,0	2578,8	1535,0
НСР05	2,504	-	-	-	-

При проверке гипотезы о нормальности распределения данных (за три года) через критерий Шапиро – Уилка установлено, что значение p больше 0,05, данные не демонстрируют статистически значимого отклонения от нормальности, поэтому можно утверждать, что исследуемая выборка распределена по нормальному закону. По результатам однофакторного дисперсионного анализа было установлено достоверное зависимость средней массы плодов от сорта растения. Расчетное значение критерия Фишера превышало табличное ($F_{\text{ф}} 4,68 \geq F_{\text{т}} 3,63$).

При проведении исследований на

содержание сахаров установлено, что наибольшее их содержание зафиксировано у ягод сорта Блэк Джэм и составило 11,39 Вх, %. Причем вначале плодоношения этот показатель бывает ниже и составляет чуть выше 9 Вх, %, к концу плодоношения достигает до 15 Вх, %. Ягоды сортов Честер Торнлесс и сорта Дима не отличаются высоким содержанием сахаров (в среднем 6,26 и 5,51 Вх, % соответственно) (табл. 4). Лидером по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах ежевики был сорт Блэк Джэм: среднее значение составило 18,8 мг/100 г, при сезонных колебаниях от 16,8 до 20,3 мг/100 г.

Таблица 4 – Среднее содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах ежевики в г. Иркутске за 2023...2025 годы

Table 4 – Average sugar and ascorbic acid content in blackberry fruits in Irkutsk for 2023–2025

Название сорта	Среднее содержание сахаров, Вх, %	Стандартной отклонение / р-значение критерия Шапиро-Уилка (W)	Среднее содержание аскорбиновой кислоты, мг/100г	Стандартное отклонение / р-значение критерия Шапиро-Уилка (W)
Честер Торнлесс	6,26	1,32 / 0,1143 (0,8821)	16,9	1,66 / 0,2461 (0,9038)
Дима	5,51	0,85 / 0,2105 (0,9187)	15,3	1,61 / 0,1522 (0,8852)
Блэк Джэм	11,39	1,91 / 0,2107 (0,9656)	18,8	1,98 / 0,8999 (0,9654)
НСР05	1,27	-	7,07	-
p	0,06	-	0,08	-
W	1,8	-	1,9	-
$F_{\text{ф}}$	8,5	-	8,58	-
$F_{\text{т}}$	2,12	-	3,86	-

При проверке гипотезы о нормальности распределения данных по содержанию сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах ежевики через критерий Шапиро – Уилка установлено, что данные не демонстрируют статистически значимого отклонения от нормальности. Значение критерия W стремится к единице, поэтому можно утверждать, что исследуемая выборка распределена по нормальному закону. По результатам однофакторного дисперсионного анализа было установлено достоверное зависимость содержания сахаров и аскорбиновой кислоты от сорта растения. Расчетное значение критерия Фишера превышало табличное ($F_{\text{ф}} \geq F_{\text{т}}$).

За период сортоизучения новой культуры были получены гибридные сеянцы от свободного опыления ежевики (полученные от перекрестивавших в открытом грунте растений)

и гибридизации ее с малиной ремонтантной. Полученные сеянцы могут использоваться дальше в селекции, в также рассматриваться в качестве потенциальных сортов после более детального их изучения.

Выводы. Согласно данным, полученным в результате наблюдения за прохождением фенотипа ежевики при разных условиях выращивания можно сказать, что исследуемые сорта Блэк Джэм и Честер Торнлесс можно возделывать в регионе только в условиях закрытого грунта с применением дополнительного укрытия имитирующего снежный покров. В открытом грунте полноценного урожая от исследуемых сортов получено не было. Но в условиях теплицы продуктивность у сорта Честер Торнлесс в условиях закрытого грунта составила 20,2 т/га – это самый высокий показатель среди исследуемых сортов.

У сорта Блэк Джэм – 15,3 т/га, сорта Дима – 4,6 т/га. Наибольшее содержание сахаров зафиксировано у ягод сорта Блэк Джэм и составило 11,39 Вх, %. Лидером по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах ежевики также является сорт Блэк Джэм показатель в среднем составил 18,8 мг/100 г. Данный сорт можно использовать в селекции на

адаптивность к условиям региона.

Сведения о финансировании. Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России для Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (рег. номер НИОКТР – 125021902487-9).

Литература

1. A chromosome-length genome assembly and annotation of blackberry (*Rubus argutus*, cv. "Hillquist") / Bruna T, Aryal R, Dudchenko O. et al // G3 (Bethesda) 2023. Feb 9;13(2): jkac289. doi: 10.1093/g3journal/jkac289 <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9911083/> (дата обращения: 18 апреля 2026).
2. Ладыженская О.В., Аниськина Т.С., Крючкова В.А. Анализ вариации количественных признаков ежевики (*Rubus* L.) в условиях Московского региона // Международный научно-исследовательский журнал rubus-l-v-usloviyah-moskovskogo-regiona/viewer
3. A chromosome-scale and haplotype-resolved genome assembly of tetraploid blackberry (*Rubus* L. subgenus *Rubus* Watson) / Dev Paudel, S Brooks Parrish, Ze Peng et al // Hortic Res 2025. Feb 18;12(6): uhaf052. doi: 10.1093/hr/uhaf052 <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12015472/> (дата обращения: 15 апреля 2026).
4. Genetic control of sweetness and acidity in blackberry / Godwin C, Chizk TM, Johns C, et al. // Front Plant Sci. 2025. Jul 25; 16:1569492. doi: 10.3389/fpls.2025.1569492. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12331689/> (дата обращения: 10 мая 2026).
5. Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Исследования по ежевике во ВНИИСПК // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020. Т. 7. № 1-2. С. 54-59.
6. Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Приоритетные направления и перспективы селекции ежевики в условиях средней полосы России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020;24(5):489-500. DOI 10.18699/VJ20.641
7. Nutritional and antioxidant profiles of blackberry and raspberry genotypes / Farajpour M, Ahmadi SRZ, Aouei MT, et al. // BMC Plant Biol. 2025. Mar 26;25(1):380. doi: 10.1186/s12870-025-06427-8. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11938636/> (дата обращения: 18 апреля 2025 г.).
8. Application of *Pseudomonas fluorescens* to Blackberry under Field Conditions Improves Fruit Quality by Modifying Flavonoid Metabolism Application of *Pseudomonas fluorescens* to Blackberry under Field Conditions Improves Fruit Quality by Modifying Flavonoid Metabolism / Garcia-Seco D, Zhang Y, Gutierrez-Mañero FJ, et al // B. PLoS One. 2015 Nov 11;10(11). doi: 10.1371/journal.pone.0142639. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4641737/> (дата обращения: 18 апреля 2025).
9. Genetic control of prickles in tetraploid blackberry / Johns CA, Silva A, Chizk TM et al // G3 (Bethesda). 2025 4 июня;15(6): jkaf065. doi: 10.1093/g3journal/jkaf065. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12135004/> (дата обращения: 19 мая 2026).
10. Районирование почв бассейна озера Байкал: экологический подход / Л.Л. Убугунов, И.А. Белозерцева, В. И. Убугунова и др. // Природа внутренней Азии. 2019. №2 (11). С.40-59. DOI: 10.18101/2542-0623-2019-2-40-59 <http://journals.bsu.ru/journals/pva/charter/?issue=164&article=1943&rus> (дата обращения: 19 мая 2026).
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и д. с/х. н. Т.П.Огольцовой). – Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. 608 с.
12. Халиуллин Р.Ш., Ульрих Е.В. Определение содержания сахаров в плодах моркови методом рефрактометрии // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 1 с. 50-52. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10112
13. Тринеева О.В., Сливкин А.И., Воропаева С.С. Определение органических кислот в листьях крапивы двудомной // Вестник Воронежского государственного университета. 2013. №2. С. 215-219. URL: <https://rucont.ru/efd/505832> (дата обращения: 21.05.2026).
14. Оценка семенной продуктивности родительских видов и гибридов *Trollius* с использованием критерия Манна - Уитни / Буглова Л. В., Козлова М. В., Васильева О. Ю. и др. // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2024. № 1 (49). С. 6-16. DOI: 10.32516/2303-9922.2024.49.1. http://vestospu.ru/archive/2024/articles/49/1_49_2024.pdf. (дата обращения: 21.05.2026).

References

1. Bruna T, Aryal R, Dudchenko O. A chromosome-length genome assembly and annotation of blackberry (*Rubus argutus*, cv. "Hillquist"). [Internet]. G3 (Bethesda). 2023; Feb 9; 13(2). jkac289. [cited 2026, April 18]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9911083/> doi: 10.1093/g3journal/jkac289.
2. Ladyzhenskaya OV, Aniskina TS, Kryuchkova VA. [Analysis of variation in quantitative traits of blackberry (*Rubus* L.) in Moscow region]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2021; 12 (114). 76-79 p. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-variatsii-kolichestvennyh-priznakov-ezheviki-rubus-l-v-usloviyah-moskovskogo-regiona/viewer>
3. Dev Paudel, S Brooks Parrish, Ze Peng. A chromosome-scale and haplotype-resolved genome assembly of tetraploid blackberry (*Rubus* L. subgenus *Rubus* Watson). [Internet]. *Hortic Res* 2025; Feb 18; 12(6). [cited 2026, April 15]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12015472/> uhaf052. doi: 10.1093/hr/uhaf052.
4. Godwin C, Chizk TM, Johns C. Genetic control of sweetness and acidity in blackberry. [Internet]. *Front Plant Sci*. 2025; Jul 25. 16: 1569492. [cited 2026, May 10]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12331689/> doi: 10.3389/fpls.2025.1569492.
5. Gryuner LA, Kornilov BB. [Research on blackberries at All-Russian Research Institute of Vegetable Crops]. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kultur*. 2020; Vol.7. 1-2. 54-59 p.

6. Gryuner LA, Kornilov BB. [Priority directions and prospects for blackberry breeding in central Russia]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2020; 24(5). 489-500 p. DOI 10.18699/VJ20.641
7. Farajpour M, Ahmadi SRZ, Aouei MT. Nutritional and antioxidant profiles of blackberry and raspberry genotypes. [Internet]. *BMC Plant Biol*. 2025; Mar 26. 25(1). 380 p. [cited 2025, August 18]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11938636/> doi: 10.1186/s12870-025-06427-8..
8. Garcia-Seco D, Zhang Y, Gutierrez-Manero FJ. Application of pseudomonas fluorescens to blackberry under field conditions improves fruit quality by modifying flavonoid metabolism application of pseudomonas fluorescens to blackberry under field conditions improves fruit quality by modifying flavonoid metabolism. [Internet]. *B. PLoS One*. 2015; Nov 11. 10(11). [cited 2025, August 18]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4641737/> doi: 10.1371/journal.pone.0142639.
9. Johns CA, Silva A, Chizk TM Genetic control of prickles in tetraploid blackberry. [Internet]. *G3 (Bethesda)*. 2025; 4 iyunya. 15(6). jkaf065. [cited 2026, May 19]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12135004/> doi: 10.1093/g3journal/jkaf065.
10. Ubugunov LL, Belozertseva IA, Ubugunova VI. [Zoning of soil in the Lake Baikal basin: an ecological approach]. *Priroda vnutrennei Azii*. 2019; 2 (11). 40-59. [cited 2026, May 19]. Available from: <http://journals.bsu.ru/journals/pva/charter/?issue=164&article=1943&rus> DOI: 10.18101/2542-0623-2019-2-40-59.
11. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur. (Pod obshchey redaktsiei akademika RASKhN E.N.Sedova i d. s/kh. n. T.P.Ogol'tsovoy). [Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops. (general editorship of Academician RAAS E.N.Sedov and Doctor of Agricultural Sciences T.P.Ogol'tsova). Orel: Izd-vo Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta selektsii plodovyykh kultur. 1999; 608 p.
12. Khaliullin RSh, Ulrikh EV. [Determination of sugar content in carrot fruits by refractometry]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; Vol.33. 1 50-52 p. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10112
13. Irineeva OV, Slivkin AI, Voropaeva SS. [Determination of organic acids in stinging nettle leaves]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013; 2. 215-219 p. [cited 2026, May 21]. Available from: <https://rucont.ru/efd/505832>.
14. Buglova LV, Kozlova MV, Vasileva OYu. [Evaluation of seed productivity of parental species and hybrids of Trollius using Mann-Whitney criterion]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2024; 1 (49). 6-16 p. [cited 2026, May 21]. Available from: http://vestospu.ru/archive/2024/articles/49/1_49_2024.pdf. DOI: 10.32516/2303- 9922.2024.49.1.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Киселева Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела прикладных и экспериментальных разработок Федерального государственного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (664033, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 132), e-mail: elenasolya@mail.ru, ORCID 0000-0002-4267-5829

Раченко Максим Анатольевич – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом прикладных и экспериментальных разработок Федерального государственного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (664033, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 132), e-mail: bigmks73@rambler.ru, ORCID 0000-0001-7644-7771

Дмитриев Николай Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, ректор Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (664038, Российская Федерация, Иркутская область, Иркутский район, посёлок Молодёжный, здание 1/1), e-mail: rector@igsha.ru

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 18.05.2026; одобрена после рецензирования 10.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Kiseleva Elena Nikolaevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, researcher of Department of Applied and Experimental Development Federal State Scientific Institution Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (132 Lermontov St., Irkutsk, 664033, Russian Federation), e-mail: elenasolya@mail.ru, ORCID 0000-0002-4267-5829

Rachenko Maksim Anatolevich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of Department of Applied and Experimental Development Federal State Scientific Institution Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (132 Lermontov St., Irkutsk, 664033, Russian Federation), e-mail: bigmks73@rambler.ru, ORCID 0000-0001-7644-7771

Dmitriev Nikolay Nikolaevich – Doctor of Agricultural Sciences, Rector of Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (building 1/1, Molodyozhny settlement, Irkutsky District, Irkutsk Oblast, 664038, Russian Federation), e-mail: rector@igsha.ru

The authors have reviewed and approved the final manuscript.

Submitted 18.05.2026; revised 10.06.2026; accepted 25.06.2026.

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПОЛБЫ (ДВУЗЕРНЯНКИ) В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ© 2026 Погодина А. В.¹✉, Лукманов А. А.¹, Ивойлов А. В.²¹Татарский филиал ФГБУ «Агрохимическая служба России»

(г. Казань, Российская Федерация)

²Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

им. Н.П. Огарева

(г. Саранск, Российская Федерация)

✉ pogodanna@ya.ru

Реферат. Полба как крупяная и продовольственная культура имеет широкое народнохозяйственное значение. Качество зерна определяется множеством факторов, среди которых ключевыми являются агротехнические приемы, генетические особенности сортов и почвенно-климатические условия региона. В данной статье рассматриваются вопросы применения различных доз минеральных удобрений во взаимодействии с предпосевной инокуляцией семян биологическими препаратами Азотовит (1 л/т), Ризоагрин (1 л/т), а также комплексным органоминеральным препаратом Биостим Старт (1 л/т). Исследования соответствуют современным ресурсосберегающим адаптивным технологиям с элементами биологизации. Опыты проводились в Сабинском муниципальном районе РТ на серых лесных почвах тяжелосуглинистого гранулометрического состава в период с 2020 по 2023 годы. рН_{KCl} была близка к нейтральной – 6,2 (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса по Тюрину – 3,4%, содержание подвижного фосфора и подвижного калия по Кирсанову – 127 и 138 мг/кг соответственно. Независимо от фона минерального питания инокуляция семян препаратом Азотовит увеличивала сбор белка на 9%, препаратом Ризоагрин – на 17%, Биостим Старт – на 25 %. Максимальный валовой сбор белка и сырого жира в среднем за 4 года был достигнут в варианте N₇₁P₃₆K₅₈ (на 3,0 т/га зерна) + Биостим Старт – 1 л/т, максимальное содержание белка (17,3%) и сырого жира (3,53%) в зерне полбы – в варианте N₅₉P₃₀K₄₈ на 3,0 т/га зерна + Биостим Старт – 1 л/т. Разработанная технология возделывания полбы, обеспечивает формирование агроценозов со стабильной продуктивностью не менее 2,85 т/га высококачественного зерна полбы (двузернянки) с содержанием белка 16,5% и повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: полба двузернянка, расчетные нормы удобрений, инокуляция семян, содержание белка, сырой жир, сорт Руно, аминокислотный состав.

Для цитирования: Погодина А.В., Лукманов А.А., Ивойлов А.В. Влияние агрохимикатов на качество зерна полбы (двузернянки) в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2026. 2(18). С. 21-28. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-21-28

INFLUENCE OF AGROCHEMICALS ON GRAIN QUALITY OF EMMER WHEAT (*TRITICUM DICOCCUM*) IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF MIDDLE VOLGA REGION© 2026 Pogodina A. V.^a✉, Lukmanov A. A.^a, Ivoylov A. V.^b^aTatar branch of FSBU Agrochemical service of Russia

(Kazan, Russian Federation)

^bNational Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev

(Saransk, Russian Federation)

✉ pogodanna@ya.ru

Abstract. Emmer wheat, as a cereal and food crop, has wide economic significance. Grain quality is determined by numerous factors, including key agronomic practices, variety genetics, regional soil and climatic conditions. This article discusses the use of various doses of mineral fertilizers in conjunction with pre-sowing seed inoculation with biological preparations Azotovit (1 l/t), Rizoagrin (1 l/t) and complex organomineral preparation Biostim Start (1 l/t). The research is consistent with modern resource-saving adaptive technologies with elements of biologization. Experiments were conducted in Sabinskiy municipal district of the Republic of Tatarstan on gray forest soils with a heavy loamy texture from 2020 to 2023. pH_{KCl} was close to neutral – 6.2 (GOST 26483-85), humus content according to Tyurin was 3.4%, mobile phosphorus and mobile potassium contents according to Kirsanov were 127 and 138 mg/kg, respectively. Regardless of the mineral nutrition background, seed inoculation with Azotovit increased protein yield by 9%, with Rizoagrin by 17% and with Biostim Start by 25%. The maximum gross harvest of protein and crude fat on average over 4 years was achieved in variant N₇₁P₃₆K₅₈ (3.0 t/ha of grain) + Biostim Start – 1 l/t. The maximum protein content (17.3%) and crude fat (3.53%) in spelt grain was achieved in variant N₅₉P₃₀K₄₈ (3.0 t/ha of grain) + Biostim Start – 1 l/t. The developed spelt cultivation technology ensures the formation of agrocenoses with a stable productivity

of at least 2.85 t/ha of high-quality emmer wheat grain with a protein content of 16.5% and increased nutritional value.

Key words: emmer wheat (*Triticum dicoccum*), calculated fertilizer rates, seed inoculation, protein content, crude fat, Runo variety, amino acid composition.

For citation: Pogodina AV, Lukmanov AA, Ivoylov AV. [Influence of agrochemicals on grain quality of emmer wheat (*Triticum dicoccum*) in the forest-steppe zone of Middle Volga region]. Agrobiotechnologies and digital farming. 2026; 2(18). 21-28 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-21-28

Введение. Современный интерес к здоровому питанию и устойчивому земледелию возрождает древние культуры зерновых, среди которых особое место занимает полба двузернянка (*Triticum dicoccum*). Известное с эпохи неолита зерно полбы [1, 2] сегодня переживает новый виток популярности благодаря появлению новых высокопродуктивных сортов, своей уникальной пищевой ценности, устойчивости к неблагоприятным агроэкологическим условиям (засухе, холоду, жаре, засолению и др.) и меньшей подверженности заболеваниям по сравнению с современной пшеницей [3, 4, 5].

Следовательно, анализ качества зерна полбы представляет собой важную задачу, поскольку его химический состав, технологические свойства и биоактивные компоненты значительно отличаются от традиционной мягкой и твердой пшеницы [6, 7, 8]. Зерно полбы отличается высоким содержанием белка (8,7–22,9%), сбалансированного по аминокислотному составу, клетчатки, макро- и микроэлементов (фосфор, калий, цинк, железо, марганец), мононенасыщенных жирных кислот, полифенолов, витаминов и антиоксидантов [9, 10, 11], что делает полбу перспективным сырьем для функциональных продуктов питания [12, 13].

В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья на продуктивность и качество зерна полбы существенное влияние оказывают почвенно-климатические факторы, что требует разработки адаптивных технологий возделывания [14, 15]. Однако для реализации биологического потенциала данной культуры необходимо оптимизировать систему минерального питания. Минеральные удобрения способствуют повышению урожайности, но их избыточное применение может ухудшать технологические и биохимические показатели зерна и неблагоприятно сказываться на окружающей среде. В связи с этим возрастает роль применения препаратов биологического происхождения, которые усиливают доступность элементов питания, повышают устойчивость растений к стрессам и улучшают качество урожая [16, 17, 18].

Цель исследований – оценить действие расчетных норм минеральных удобрений и изучаемых препаратов в технологии предпосевной обработки семян на качество зерна полбы сорта «Руно».

Условия, материалы и методы. Опыты проводились в 2020–2023 годы в Сабинском муниципальном районе Республики Татарстан в ООО «Саба». Объект исследований – полба

двузернянка (*Triticum dicoccum*) сорта «Руно». Агрохимическая характеристика опытного участка: кислотность – $\text{pH}_{\text{сол}} - 6,2 \pm 0,1$, содержание гумуса – 3,4% по Тюрину, минерального азота – $37,8 \pm 11,0$ мг/кг, подвижного фосфора по Кирсанову – 127 ± 3 мг/кг почвы и обменного калия по Кирсанову – 138 ± 9 мг/кг почвы. Почва – серая лесная тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Исследования и статистическая обработка проведены в соответствии с методикой Б. А. Доспехова. Площадь опытных делянок – 108 м^2 , повторность опытов четырехкратная, размещение делянок систематическое. Норма высева – 4,5 млн шт. всхожих семян на гектар.

Опытная схема. Уровень удобренности почвы (фактор А): 1) Контроль (без удобрений); 2) $\text{N}_{59}\text{P}_{30}\text{K}_{48}$ с расчетом получения 2,5 т/га; 3) $\text{N}_{71}\text{P}_{36}\text{K}_{58}$ с расчетом получения 3,0 т/га. Определение доз проводилось расчетно-балансовым методом.

Предпосевная обработка посевного материала разными стимулирующими препаратами (фактор Б): 1) Без обработки препаратами (контроль); 2) Азотовит – 1 л/т.; 3) Ризоагрин – 1 л/т.; 4) Биостим Старт – 1 л/т.

Предпосевная обработка семян осуществлялась с использованием тройного фунгицидного протравителя Доспех 3, КС в дозе 0,5 л/т семян за 10 дней до посева. Азотовит – микробиологический препарат, содержащий в своей основе свободноживущие азотфиксирующие бактерии рода *Beijerinckia fluminensis*. Ризоагрин – корневой инокулянт-азотфиксатор, содержащий в основе ассоциативные бактерии рода *Agrobacterium radiobacter*. Биостим Старт относится к комплексным органоминеральным удобрениям, включающим в своем составе аминокислоты и полисахариды, макро- (N, P, K, Mg) и микроэлементы в легкоусвояемой хелатной форме (Mn, Zn, Cu, B, Mo). Обработку Азотовитом и Ризоагрином провели в день посева в темном помещении, а Биостим Старт – совместно с фунгицидным протравителем за 10 дней до посева. Все используемые препараты имеют государственную регистрацию и разрешены для применения на территории России [19]. Определение содержания белка и азота проводилось в соответствии с ГОСТ 10846-91, содержание жира по ГОСТ 29033-91, аминокислотный состав – методом капиллярного электрофореза согласно ГОСТ Р 155569-2013 в аккредитованной лаборатории Татарского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба».

Аминокислотный скор (A_c) рассчитывался по формуле (ВОЗ/ФАО, 1990):

$$A_c = (A_i/A_{i0}) \times 100\%, \text{ где}$$

A_i – содержание в исследуемом белке незаменимой кислоты, г/100 г белка;

A_{io} – содержание незаменимой кислоты в эталонном белке, г/100 г белка.

Результаты и обсуждения. Температурный режим в годы исследования был

типичным для умеренно-континентального климата средних широт с чередованием достаточно увлажненного года с засушливым по влагообеспеченности. Как видно из представленных диаграмм (рис. 1 и 2)

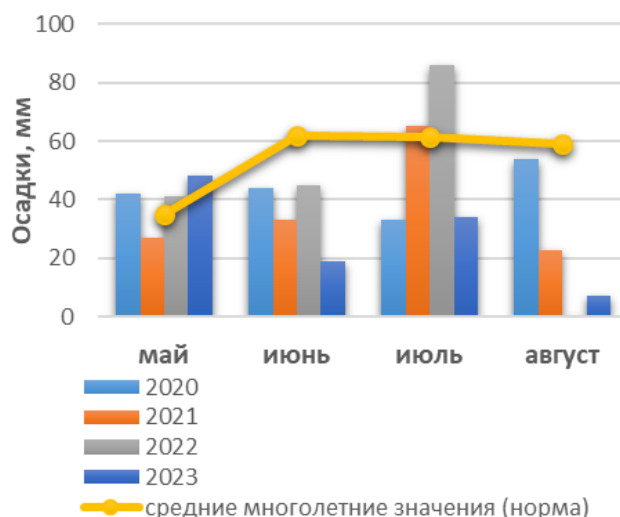


Рис. 1 – Количество выпавших осадков за вегетационный период по годам (МО «Арск»)
Fig. 1 – Amount of precipitation during the growing season by year (Municipal District “Arsk”)

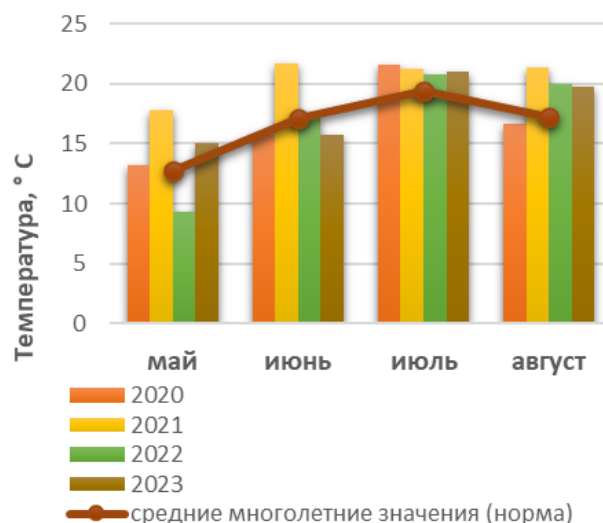


Рис. 2 – Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период по годам (МО «Арск»)
Fig. 2 – Average monthly air temperature during the growing season by year (Municipal District “Arsk”)

Вегетационный период 2020 года характеризовался нормальным увлажнением (ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова – составил 1,0). 2021 год был крайне засушливым и отличился повышенным температурным режимом (ГТК 0,55), что сказалось и на всех биометрических показателях изучаемой культуры. В мае 2022 года средняя температура воздуха оказалась ниже многолетней нормы примерно на 6–7 °С, что в сочетании с избыточным увлажнением в первые дни месяца привело к задержке сроков посева приблизительно на 1,5 недели. Гидротермический коэффициент составил 0,5 за май и 1,1 за весь период вегетации культуры.

Погодные условия мая в 2023 году отличались повышенным накоплением эффективных температур и суммы осадков (ГТК 1,6), в целом же за вегетационный период ГТК составил 0,7.

Белки, являясь ключевыми макронутриентами, играют важную роль в питании человека, участвуя в ферментативных реакциях, формировании иммунитета и энергетическом обмене. Среди злаковых зерновых культур по содержанию белка особо выделяется полба. Мы оценили действие уровня минерального питания и способов предпосевной обработки семян на содержание белка в зерне полбы сорта *Руно* (табл.1).

Таблица 1 – Влияние изучаемых препаратов и фона минерального питания полбы на содержание белка и его валовой сбор (среднее за 2020-2023 годы)

Table 1 – Effect of the studied preparations and the mineral nutrition background on the protein content and its gross yield in spelt (average for 2020–2023)

Фактор А (расчетные фоны NPK)	Фактор В (препараты в предпосевной об- работке семян)	Урожайность зер- на (без плодовой оболочки), т/га	Содержание белка, %	Валовой сбор белка, кг/га	Прибавка, кг/га	
					от удоб- рений	от биопре- парата
Контроль (без удобре- ний)	Без обработки (контроль)	1,05	14,2	149,1	–	–
	Азотовит	1,09	14,7	160,2	–	10,8
	Ризоагрин	1,15	15,3	176,0	–	26,9
	Биостим Старт	1,21	15,8	190,7	–	41,6
Среднее по фону		1,12	15,0	168,9	–	26,4
На 2,5 т/га зерна (N ₅₉ P ₃₀ K ₄₈)	Без обработки (контроль)	1,62	15,6	252,7	103,6	–
	Азотовит	1,74	16,1	279,6	119,7	26,9
	Ризоагрин	1,76	16,9	297,2	121,2	44,5
	Биостим Старт	1,84	17,3	318,3	127,1	65,6
Среднее по фону		1,74	16,5	287,0	117,9	45,7
На 3,0 т/га зерна (N ₇₁ P ₃₆ K ₅₈)	Без обработки (контроль)	1,88	15,1	287,8	138,7	–
	Азотовит	2,02	15,6	315,2	155,3	27,4
	Ризоагрин	2,08	16,0	332,7	156,7	44,9
	Биостим Старт	2,15	16,5	354,1	163,4	66,3
Среднее по фону		2,03	15,8	322,4	153,5	46,2

Содержание белка в зерне полбы (двузерняк) зависело от трёх факторов:

- под действием изучаемых препаратов оно возрастало от 14,2% в контроле (без биопрепаратов и без удобрений) до 15,8% в варианте использования Биостим Старт в предпосевной подготовке семян изучаемой культуры. Прибавка белка от этого биостимулятора составила 41,6 кг/га, то есть 1 л Биостим Старт обеспечивает получение 41,6 кг белка. Вторую позицию занимает инокулянт Ризоагрин с соответствующими показателями 15,3 % и 26,9 кг/га, тогда как в варианте с биопрепаратом Азотовит – 14,7% и 11,1 кг/га;

- значительное увеличение наблюдалось как в содержании белка в процентах, так и в абсолютной массе белка в вариантах с применением расчетных норм минеральных удобрений. Так, при внесении NPK на планируемую урожайность зерна полбы 2,5 т/га содержание белка увеличилось на 1,4% относительно контроля ($15,6 - 14,2 = 1,4\%$), что позволило дополнительно получить 103,6 кг/га самого ценного элемента питания человека - белка. При внесении минеральных удобрений в дозе

N₇₁P₃₆K₅₈ отмечено снижение содержания белка в зерне, что связано с усиленным ростом вегетативной массы и перераспределением азотных соединений в пользу соломины. Несмотря на это за счёт более высокой урожайности зерна была получена самая высокая прибавка белка 134,8 кг/га;

- эффект взаимодействия препаратов и минеральных удобрений выше, чем при раздельном их применении. Так, от взаимодействия препарата Биостим Старт (1 л на т семян) и NPK-удобрений с расчётом получения 2,5 т/га зерна полбы было получено 127,1 кг/га белка, что выше контроля на 26% ($127,1 : 103,6 \times 100 = 126\%$), а на фоне NPK на 3,0 т/га данная разница снижается до 21%.

Для объективной оценки преимуществ полбы недостаточно сравнивать её только по общему содержанию белка. Такие культуры, как горох, фасоль, чечевица и соя, содержат 25–30% белка и обеспечивают максимальный выход белка с гектара пашни Татарстана. Поэтому особое значение приобретает анализ питательной ценности белка полбы, в первую очередь — её аминокислотного состава (табл. 2).

АГРОНОМИЯ

Таблица 2 – Аминокислотный состав белка полбы сорта Руно в зависимости от фона минерального питания, г/100 г белка (2023 год)

Table 2. Amino acid composition of protein in the Runo spelt variety depending on the mineral nutrition background, g/100 g of protein (2023)

Аминокислота	Без удобрений	NPK на 2,5 т/га	NPK на 3,0 т/га
Аргинин	0,40	0,44	0,42
Лизин	0,37	0,41	0,39
Тирозин	0,28	0,30	0,29
Фенилаланин	0,94	1,05	0,98
Гистидин	0,32	0,36	0,31
Лейцин и изолейцин	1,19	1,28	1,22
Метионин	0,22	0,24	0,23
Валин	0,85	0,89	0,88
Пролин	1,48	1,65	1,57
Треонин	0,22	0,37	0,36
Серин	0,60	0,62	0,61
Аланин	0,64	0,67	0,66
Глицин	0,53	0,57	0,55
Цистеин	0,20	0,21	0,21
Глутаминовая кислота	4,28	4,65	4,46
Аспарагиновая кислота	0,80	0,86	0,80
Триптофан	0,12	0,14	0,13

В наших опытах доля незаменимых аминокислот в контрольном варианте опыта составила 32% от общего объема аминокислот. Применение минеральных удобрений в расчете на урожайность 2,5 т/га зерна увеличивает относительное содержание

незаменимых аминокислот до 4,89 г/100 г белка (34%). Однако при внесении удобрений в норме, рассчитанной на урожайность 3,0 т/га зерна, общее содержание незаменимых аминокислот снижается до 4,69 г/100 г белка (33%).

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор

Table 3 – Content of essential amino acids and amino acid score

Аминокислоты	Содержание незаменимых аминокислот, г/100 г		Аминокислотный скор, %
	в эталонном белке (рекомендации ФАО/ВОЗ 2011 г.)	в зерне полбы Руно*	
Валин	0,50	0,89	178
Лейцин и изолейцин	1,10	1,28	116
Лизин	0,55	0,41	75
Метионин + цистеин	0,35	0,45	129
Треонин	0,40	0,37	93
Триптофан	0,10	0,14	140
Фенилаланин + тирозин	0,60	1,35	225

Примечание: * – зерно с варианта NPK на урожайность зерна 2,5 т/га (NPK + Биостим Старт)

Note: * — grain from the NPK variant with a grain yield of 2.5 t/ha (NPK + Biostim Start)

Жиры и жироподобные вещества являются наиболее концентрированным источником энергии для организма человека. При окислении 1 г жира выделяется около 9,3 ккал энергии, что более чем в 2 раза превышает энергетическую ценность углеводов (4,1 ккал/г). Кроме того, жиры зерна играют ключевую роль в усвоении жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К), необходимых для нормального обмена веществ и жизнедеятельности.

Влияние изучаемых препаратов и минеральных удобрений на накопление сырого жира в очищенном зерне полбы от плодовой оболочки было разнонаправленное (рис. 3). Под действием препаратов содержание сырого

жира повышалось от 2,86% абсолютном контроле (без препаратов и без удобрений) до 3,31% в варианте использования Биостим Старта в предпосевной подготовке семян полбы из расчета 1 л/т.

При внесении минеральных удобрений из расчета на урожайность 3,0 т/га зерна полбы наблюдается тенденция к снижению концентрации сырого жира в зерне (3,20–3,45%) по сравнению с вариантом внесения NPK на 2,5 т/га зерна (3,23–3,53%). Явление снижения концентрации сырого жира в связи с повышением норм внесения азотных удобрений объясняется известным в растениеводстве явлением «ростового разбавления».

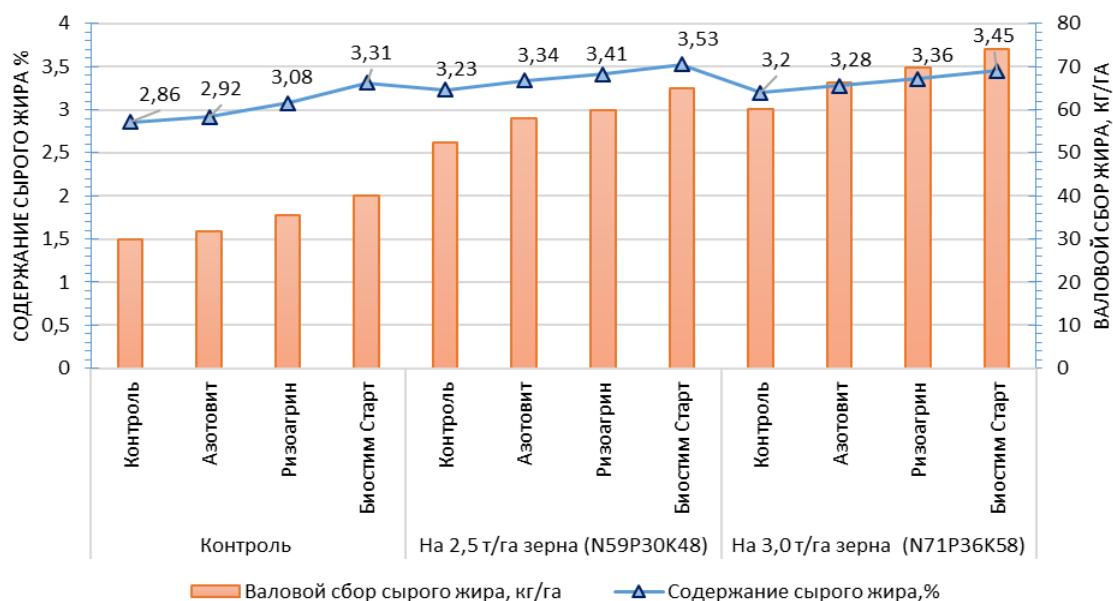


Рис. 3 – Влияние агрохимикатов на содержание жира в зерне полбы *Руно* и валовой сбор (в среднем за 4 года)

Fig. 3 – Effect of agrochemicals on the fat content in Runo spelt grain and gross yield (average over 4 years)

Аналогичная тенденция увеличения содержания сырого жира наблюдалась при использовании биопрепаратов Ризоагрин и Азотовит. Этот эффект проявлялся как в процентном отношении, так и в абсолютных показателях валового сбора. Применение данных препаратов обеспечило прирост выхода сырого жира с 1 га пашни на 1,8–10,0 кг (без минеральных удобрений) и на 6–14 кг/га на фоне внесения $N_{71}P_{36}K_{58}$ (расчётная доза на урожайность 3,0 т/га).

Максимальный валовой сбор сырого жира был достигнут при синергетическом взаимодействии биопрепаратов и минеральных удобрений. В этих вариантах показатели составили 12,3–34,5 кг/га, что значительно превышало результаты от их раздельного применения.

В научной литературе отмечается, что особое значение имеет присутствие в составе сырого жира полбы полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, которые участвуют в регуляции метаболических процессов. Например, анализ зерна Волжской полбы показал наличие 0,890 г/100 г белка

мононенасыщенных и 1,223 г/100 г белка полиненасыщенных жирных кислот. Кроме того, в составе были идентифицированы следы особо ценных омега-3 и омега-6 жирных кислот [6, 20].

Выводы. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна полбы совместно с предпосевной обработкой семян препаратами Азотовит, Ризоагрин и Биостим Старт способствует повышению показателей качества зерна. Максимальный валовой сбор белка (354,1 кг/га) и сырого жира (74,2 кг/га) в среднем за 4 года был достигнут в варианте $N_{71}P_{36}K_{58}$ на 3,0 т/га зерна + Биостим Старт- 1 л/т, максимальное содержание белка (17,3%) и сырого жира в зерне (3,53%) - в варианте $N_{59}P_{30}K_{48}$ на 2,5 т/га зерна + Биостим Старт - 1 л/т.

Полученные данные свидетельствуют о высоком потенциале зерна полбы как источника незаменимых аминокислот, необходимых для нормальной жизнедеятельности, а также важных для организма источников энергии — моно- и полиненасыщенных жирных кислот.

Литература

1. Peng J., Sun D., Nevo E. Wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, occupies a pivotal position in wheat domestication process // *Australian Journal of Crop Science*. 2011. Vol. 5. iss. 9. P. 1127–1143.
2. Исследование внутривидового разнообразия тетраплоидной пшеницы *Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl с помощью метода дифференциального окрашивания хромосом / О.С. Дедкова, Е.Д. Бадаева, О.П. Митрофанова и др. // *Генетика*. 2007. Т. 43. № 11. С. 1517–1533.
3. Arzani A. Emmer (*Triticum turgidum* spp. *dicoccum*) Flour and Breads // *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. Elsevier. 2019. P. 89-98. doi:10.1016/B978-0-12-814639-2.00007-1.
4. Перспективность полбы как сырья для альтернативных напитков / П.И. Гунькова, А.А. Трофимов, А.С. Бучилина и др. // *Аграрная наука*. 2024. № 382(5). С. 108–116. doi: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116.
5. Хмелева Е. В. Использование зерна полбы в технологии зернового хлеба повышенной пищевой ценности // *Индустрия питания*. 2023. Т. 8, № 1. С. 64-73. doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-1-7.
6. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е. И. Исследование химического состава полбяной муки // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2014. № 2 (2). С. 75–81.

7. Сравнительная характеристика мукомольных свойств новых сортов зерна пшеницы, тритикале и полбы / Р. Х. Кандроков, М. Ш. Бегулов, А. Н. Ткач и др. // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2021. Т. 24, № 3. С. 299-305. doi: 10.21443/1560-9278-2021-24-3-299-305.
8. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schränk) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality / V. Petrenko, T. Sheiko, R. Spychaj [et al.] // Romanian Agricultural Research. 2018. Vol. 2018, No. 35. P. 255-264.
9. Čurná V, Lacko-Bartošová M. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (*Triticum dicoccum* Schränk) // Journal of Central European Agriculture. 2017. Vol. 18, iss. 1. P. 117–134. doi: 10.5513/JCEA01/18.1.1871.
10. Comparison of some bioactive components of emmer wheat [*Triticum dicoccum* (Schränk) Schübler] cultivars from two different origins grown under the same conditions / Z. Petkova, M. Stoyanova, S. Stankov [et al.] // Food and Health. 2019. Vol. 5, iss. 3. P. 160–167.
11. Composition, quality characteristics and microstructure of the grain *Triticum dicoccum* / E. Kuznetsova, L. Shayapova, E. Klimova [et al.] // Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019. Vol. 13, iss. 1. P. 933–940.
12. Нижельская К. В., Чижилова О. Г., Коршенко О. Г. Пищевая ценность и использование пророщенного зерна // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 3(39). С. 151-156.
13. Чугунова О. В., Крюкова Е. В. Агрономические свойства полбы как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий // Научный Вестник. 2015. № 3(5). С. 90-100. doi: 10.17117/nv.2015.03.090.
14. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. Кишинев: Штинца, 1990. 432 с.
15. Аленин П. Г., Кухарев О. Н., Кшникаткин С. А. Ресурсосберегающие адаптивные приемы в технологии возделывания зерновых культур // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(38). С. 6-14. doi: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.
16. Амиров М. Ф., Семенов П. Г., Новоселов С. И. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сортов пшеницы полбы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 12-17.
17. Максимов И. В., Абизгильдина Р. Р., Пусенкова Л. И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47, № 4. С. 373-385.
18. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амирит. 2019. 252 с.
19. Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ/ Минсельхоз России. Москва. 2026. 899 с. URL: <https://golnk.ru/1bRJ6/> (дата обращения: 30.04.2026).
20. Юков В.В., Лихачева Е.И. Аминокислотный состав протеина Волжской полбы // Комбикорма. 2004. № 7. С. 40–42.

References

1. Peng J, Sun D, Nevo E. Wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, occupies a pivotal position in wheat domestication process. Australian Journal of Crop Science. 2011; Vol.5. issue 9. 1127-1143 p.
2. Dedkova OS, Badaeva ED, Mitrofanova OP. [Study of intraspecific diversity of tetraploid wheat *Triticum dicoccum* (Schränk.) Schuebl using differential chromosome staining method]. Genetika. 2007; Vol.43. 11. 1517-1533 p.
3. Arzani A. Emmer (*Triticum turgidum* spp. *dicoccum*) flour and breads. Flour and breads and their fortification in health and disease prevention. Elsevier. 2019; 89-98 p. doi:10.1016/B978-0-12-814639-2.00007-1.
4. Gunkova PI, Trofimov AA, Buchilina AS. [Prospects of emmer wheat as a raw material for alternative beverages]. Agrarnaya nauka. 2024; 382(5). 108-116 p. doi: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116.
5. Khmeleva EV. [Use of emmer wheat grain in the technology of grain bread with increased nutritional value]. Industriya pitaniya. 2023; Vol.8. 1. 64-73 p. doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-1-7.
6. Kryukova EV, Leyberova NV, Likhacheva EI. [Study of the chemical composition of emmer wheat flour]. Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii. 2014; 2(2). 75-81p.
7. Kandrov RKh, Begeulov MSh, Tkach AN. [Comparative characteristics of milling properties of new varieties of wheat, triticale and emmer wheat grain]. Vestnik MGTU. Tруды Мурманского государственного технического университета. 2021; Vol.24. 3. 299-305 p. doi: 10.21443/1560-9278-2021-24-3-299-305.
8. Petrenko V, Sheiko T, Spychaj R. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schränk) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality]. Romanian Agricultural Research. 2018; Vol.2018. No.35. 255-264 p.
9. Čurná V, Lacko-Bartošová M. Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (*Triticum dicoccum* Schränk). Journal of Central European Agriculture. 2017; Vol.18. issue 1. 117-134 p. doi: 10.5513/JCEA01/18.1.1871.
10. Petkova Z, Stoyanova M, Stankov S. Comparison of some bioactive components of emmer wheat [*Triticum dicoccum* (Schränk) Schübler] cultivars from two different origins grown under the same conditions. Food and Health. 2019; Vol.5. issue 3. 160-167 p.
11. Kuznetsova E, Shayapova L, Klimova E. Composition, quality characteristics and microstructure of the grain *Triticum dicoccum*. Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019; Vol.13. issue 1. 933-940 p.
12. Nizhelskaya KV, Chizhikova OG, Korshenko OG. [Nutritional value and use of germinated grain]. Vestnik Ryzanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2018; 3(39). 151-156 p.
13. Chugunova OV, Kryukova EV. [Agronomic properties of emmer wheat as an unconventional raw material for the production of flour confectionery products]. Nauchnyy Vestnik. 2015; 3(5). 90-100 p. doi: 10.17117/nv.2015.03.090.
14. Zhuchenko AA. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations)]. Kishinev: Shtintsa. 1990; 432 p.

15. Alenin PG, Kukharev ON, Kshnikatkin SA. [Resource-saving adaptive techniques in grain cultivation technology]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2017; 2(38). 6-14 p. doi: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.
16. Amirov MF, Semenov PG, Novoselov SI. [Effect of foliar feeding on productivity and grain quality of emmer wheat varieties in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*. 2023; 4(8). 12-17 p.
17. Maksimov IV, Abizgildina RR, Pusenkova LI. [Plant growth-promoting microorganisms as an alternative to chemical means of protection against pathogens (review)]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011; Vol.47. 4. 373-385 p.
18. Zavalin AA, Sokolov OA, Shmyreva NYa. *Ekologiya azotfiksatsii*. [Ecology of nitrogen fixation]. Saratov: Amirit. 2019; 252 p.
19. Register of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation. [Internet]. Minselkhoz Rossii. Moscow. 2026; 899 p. [cited 2026, April 30]. Available from: <https://golnk.ru/1bRJ6/>.
20. Yukov VV, Likhacheva EI. [Amino acid composition of Volga emmer wheat protein]. *Kombikorma*. 2004; 7. 40-42 p.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Погодина Анна Владимировна – соискатель Татарского филиала ФГБУ «Агрохимическая служба России» (420059, Российская Федерация, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 120), e-mail: pogodanna@ya.ru, ORCID 0009-0000-4193-0317

Лукманов Анас Ахтямович – доктор сельскохозяйственных наук, директор Татарского филиала ФГБУ «Агрохимическая служба России» (420059, Российская Федерация, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 120), e-mail: agro-pai@mail.ru, ORCID 0009-0003-9709-8883

Ивойлов Александр Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева (430005, Российская федерация, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68), e-mail: ivoilov.av@mail.ru, ORCID 0000-0002-5355-6251

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 05.03.2026; одобрена после рецензирования 20.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Pogodina Anna Vladimirovna – an applicant Tatar branch of FSBU Agrochemical service of Russia (120 Orenburgsky Trakt St., Kazan, 420059, Russian Federation), e-mail: pogodanna@ya.ru, ORCID 0009-0000-4193-0317

Lukmanov Anas Akhtyamovich – Doctor of Agricultural Sciences, Director Tatar branch of FSBU Agrochemical service of Russia (120 Orenburgsky Trakt St., Kazan, 420059, Russian Federation), e-mail: agro-pai@mail.ru, ORCID 0009-0003-9709-8883

Ivoylov Aleksandr Vasilevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Agronomy and Landscape Architecture Department National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev (68, Bolshevistskaya St., Saransk, Republic of Mordovia, 430005, Russian Federation), e-mail: ivoilov.av@mail.ru, ORCID 0000-0002-5355-6251

The authors have reviewed and approved the final manuscript.

Submitted 05.03.2026; revised 20.06.2026; accepted 25.06.2026.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ПИТОМНИКОВ
КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

© 2026 Тулинов А. Г. ✉, Королева М. П.

*Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
(г. Сыктывкар, Российская Федерация)
✉ toolalgen@mail.ru*

Реферат. Представлены результаты этапа селекционной работы (2023–2025 годы) в Институте агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (Республика Коми). Четыре гибрида картофеля (2971-39 Оксания × Гала, 2984-17 Беллароза × Гала, 2984-50 Беллароза × Гала, 2474-17 Помдор × Гала) гибридизации ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха изучены в конкурсном испытании в сравнении с тремя районированными сортами-стандартами различных групп спелости I «Северного» региона допуска – средне-спелый Аврора, среднеранний Невский и ранний Снегирь. Цель исследования – отбор гибридов с высоким потенциалом для создания столовых сортов картофеля с заданной урожайностью и качеством клубней. Научная новизна заключается в комплексной оценке четырёх новых гибридных комбинаций, полученных с участием сорта Гала, в экстремальных почвенно-климатических условиях Севера, что позволит расширить генетическое разнообразие адаптированного материала для целевой селекции на продуктивность и качество. Установлено, что из представленных образцов, рассматриваемых для проведения дальнейшего экологического испытания с последующей передачей на госсортиспытание и регистрацию сорта, выделились номера 2971-39, 2984-50 и 2474-17 с урожайностью клубней – 48,5–58,7 т/га, превышающие среднеспелый сорт-стандарт Аврора на 17,0–27,2 т/га, среднеранний сорт Невский на 23,9–34,1 т/га и ранний сорт Снегирь на 23,3–33,5 т/га. Содержание крахмала в клубнях гибридов составило 12,4–16,6%, что на 2,7–3,9 процентных пункта достоверно превысило по данному показателю контрольные варианты. Сортобразцы способны формировать в погодно-климатических условиях Республики Коми в среднем от 17 до 22 товарных клубней. Гибриды, а в дальнейшем и сорта картофеля могут использоваться как ценный исходный материал для продолжения работы по селекционной программе института и обеспечения решения вопросов продовольственной безопасности Северных регионов Российской Федерации.

Ключевые слова: картофель (*Solanum tuberosum* L.), селекция, сорт, гибрид, клубни, урожайность, качество.

Для цитирования: Тулинов А.Г., Королева М.П. Результаты изучения гибридов картофеля питомников конкурсного испытания в условиях Республики Коми // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2026. № 2(18). С. 29-36. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-29-36

**RESULTS OF A STUDY OF POTATO HYBRIDS FROM COMPETITIVE TEST
NURSERIES IN THE KOMI REPUBLIC**

© 2026 Tulinov A.G. ✉, Koroleva M.P.

*Institute of Agrobiotechnology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the
Russian Academy of Sciences
(Syktyvkar, Russian Federation)
✉ toolalgen@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of the breeding work stage (2023–2025) at Institute of Agrobiotechnology named after A.V. Zhuravskiy of Komi Scientific Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Komi Republic). Four potato hybrids (2971-39 Oksaniya × Gala, 2984-17 Bellaroz × Gala, 2984-50 Bellaroz × Gala and 2474-17 Pomdor × Gala) hybridized by A.G. Lorkh Federal Research Center were studied in a competitive trial with three zoned standard varieties from different maturity groups in I “Northern” approval region: mid-season Aurora, mid-early Nevskiy and the early Snegir. The aim of the study was to select hybrids with high potential for developing table potato varieties with specified yield and tuber quality. The scientific novelty lies in the comprehensive evaluation of four new hybrid combinations obtained using Gala variety under the extreme soil and climatic conditions of the North, which will expand the genetic diversity of the adapted material for targeted breeding for productivity and quality. It was established that among the submitted samples considered for further environmental testing with subsequent transfer to state variety testing and variety registration, numbers 2971-39, 2984-50 and 2474-17 stood out with tuber yields of 48.5–58.7 t/ha, exceeding mid-season standard variety Aurora by 17.0–27.2 t/ha, mid-early variety Nevskiy by 23.9–34.1 t/ha and the early variety Snegir by 23.3–33.5 t/ha. The starch content in the tubers of hybrids amounted to 12.4–16.6%, which is reliably higher by 2.7–3.9 percentage points than the control variants. The variety samples are

capable of forming an average of 17 to 22 marketable tubers in the weather and climatic conditions of the Komi Republic. Hybrids, and eventually potato varieties, can be used as valuable source material for continuing the institute's breeding program and addressing food security issues in the northern regions of the Russian Federation.

Key words: potato (*Solanum tuberosum* L.), breeding, variety, hybrid, tubers, yield, quality.

For citation: Tulinov AG, Koroleva MP. [Results of a study of potato hybrids from competitive test nurseries in the Komi Republic]. Agrobiotechnologies and digital farming. 2026; 2(18). 29-36 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-29-36

Введение. В настоящее время в селекции картофеля активно используются инновационные технологии, направленные на ускоренное получение гибридов с заданными сортовыми характеристиками (генная инженерия, маркер-ориентированная селекция, технология *in vitro* и др.) [1, 2, 3]. В тоже время, выявить гибриды и довести их до новых сортов, возможно только на этапе селекционного отбора (полевой селекции) [4, 5, 6]. С начала 2000-х годов в Институте агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН проводятся полевые испытания генотипов картофеля, прошедших этапы пребридинга (предварительной селекции) в ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха». За годы совместной работы было создано и зарегистрировано в Государственном реестре три сорта картофеля, адаптированных к условиям Севера (Зырянец, Вычегодский, Печорский) [7, 8, 9]. Природно-климатические особенности региона определяют направления селекционного отбора культуры. С учетом непродолжительного летнего периода для республики требуются раннеспелые и среднеранние сорта, с количеством клубней под кустом 8–10 шт., что обеспечивает созревание и выравнивание картофеля к началу уборки [10]. В условиях рискованного северного земледелия урожайность культуры ориентирована на 250–300 ц/га, которая гарантируется сочетанием высокой потенциальной продуктивности и экологической пластичностью гибрида. С учетом повышения требований потребителей к качественным характеристикам продуктов питания (цвет, вкус, запах, текстура и т.д.), в селекции на качество необходимо стремиться к средней выраженности максимального количества признаков [11, 12, 13]. В современных условиях меняющегося климата, в том числе на Севере, высокое влияние сорта в процессе возделывания картофеля дает возможности непрерывного селекционного поиска генотипов, устойчивых к био- и абиотическим факторам среды, с целью создания новых сортов, наиболее адаптированных к условиям выращивания [14, 15].

Цель исследования – изучение и отбор селекционных гибридов с высоким потенциалом гибридизации для создания сортов картофеля столового назначения, обладающих заданными параметрами по урожайности и отличающихся высоким уровнем качества клубней.

Научная новизна заключается в комплексной оценке четырех новых гибридных комбинаций, полученных с участием сорта Гала, в экстремальных почвенно-климатических условиях Севера, что позволит расширить

генетическое разнообразие адаптированного материала для целевой селекции на продуктивность и качество.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли на опытном поле Института агробиотехнологий Федерального исследовательского центра Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (Республика Коми, г. Сыктывкар) в 2023–2025 годы на участках, включенных в действующую систему культурного шестипольного севооборота.

Гибридизация родительских форм выполнена в Федеральном исследовательском центре картофеля имени А.Г. Лорха (п. г. т. Коренево, Московская обл.): 2971-39 (Оксания × Гала), 2984-17, 2984-50 (Беллароза × Гала) и 2474-17 (Помдор × Гала). В качестве стандартов выступали районированные по I «Северному» региону сорта следующих групп спелости: среднеспелый Аврора, среднеранний Невский и ранний Снегирь. Изучение селекционных номеров картофеля проводили при схеме посадки 0,7 м × 0,3 м на четырехрядковых делянках с количеством 15 клубней в рядке. Опыт закладывали в четырех повторностях на делянках площадью 12,6 м² каждого варианта. Предшественником выступали однолетние травы (смесь вики и овса). Агротехника возделывания картофеля общепринятая для Республики Коми без применения химических обработок против насекомых и болезней [16]. Закладку опытных делянок осуществляли в начале июня, уборку – спустя 85 дней. Учет урожайности проводили на 65-й и на 85-й дни от посадки.

Оценка устойчивости клубней и ботвы картофеля на фитофтороз (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), ризоктониоз (*Rhizoctonia solani* Kühn), паршу обыкновенную (*Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici), альтернариоз (*Alternaria solani* Sorauer), вирусные болезни, в том числе и тяжелые формы проведена по балловой системе: 1 – очень низкая, 3 – низкая, 5 – средняя, 7 – высокая, 9 – очень высокая [17].

Отбор почвенных образцов и определение их агрохимических свойств выполняли в соответствии с методикой [18]. Почва опытных участков – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, со следующими агрохимическими показателями в слое формирования клубней: содержание органического вещества – 5,0–6,8%; рН_{сол.} – 5,2–5,8 ед.; Нг – 2,6–2,9 ммоль/100 г; содержание подвижного фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО – соответственно 427,0–556,9 и

АГРОНОМИЯ

99,8–266,0 мг/кг; обменного кальция – 5,4–11,9 ммоль/100 г; обменного магния – 1,4–3,5 ммоль/100 г почвы.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного анализа с применением специальной надстройки AgCSTAT, адаптированной под программу из пакета Microsoft Office Excel (США).

Агрометеорологические показатели вегетационных периодов 2023–2025 годы

рассчитаны на основе открытых данных по метеостанции «Сыктывкар» (61°41'С, 50°47'В) (табл. 1). Вегетационные периоды отличались друг от друга и были не всегда благоприятными для роста и развития картофеля. Необходимо особо отметить контрастный по гидротермическим условиям вегетационный период 2025 года, в котором значения показателя по месяцам варьировали от 0,7 (май) до 4,6 (июнь).

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели вегетационных периодов, 2023–2025 годы
Table 1 – Agrometeorological indicators of the growing seasons, 2023–2025

Показатель	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C весной	15 мая	31 мая	21 мая
Продолжительность периода с температурами воздуха выше 10°C, дней	141	112	126
Сумма активных температур воздуха выше 10°C ($\Sigma t_{A>10^{\circ}\text{C}}$), °C	1900	1850	1861
Средняя температура воздуха в июне / июле / августе, °C	12,8 / 18,4 / 16,2	17,1 / 18,7 / 14,9	15 / 16,3 / 15,9
Сумма осадков в июне / июле / августе, мм	40 / 126 / 24	62 / 85 / 52	196 / 84 / 84
ГТК (в период с температурами воздуха выше 10°C)	1,4	1,1	2,3
Продолжительность безморозкового периода, дней	153	117	130

Результаты и обсуждение. В начале роста и развития изучаемые сортообразцы отставали по фазе всходов от среднеспелого сорта картофеля Аврора, у которого

всходы составили 88%, тогда как у гибридов – 46–80%, что было на уровне с остальными сортостандартами (табл. 2).

Таблица 2 – Прохождение фаз развития растений картофеля в питомнике конкурсного испытания, в среднем за 2023–2025 годы

Table 2 – Progression of potato plant development phases in the competitive trial nursery, average for 2023–2025

Вариант	II декада июня (всходы)	III декада июня (всходы)	I декада июля (бутонизация)	II декада июля (бутонизация – цветение)	III декада июля (цветение)
2971-39	всх. (52%)	всх. (95%)	бут. (5%)	бут. (88%)	цв. (19%)
2984-17	всх. (62%)	всх. (100%)	бут. (6%)	бут. (56%)	цв. (7%)
2984-50	всх. (80%)	всх. (91%)	бут. (76%)	бут. (100%)	цв. (15%)
2474-17	всх. (46%)	всх. (96%)	бут. (0%)	бут. (11%)	цв. (2%)
Аврора, st.	всх. (88%)	всх. (93%)	бут. (95%)	цв. (73%)	цв. (100%)
Невский, st.	всх. (55%)	всх. (78%)	бут. (63%)	цв. (14%)	цв. (100%)
Снегирь, st.	всх. (47%)	всх. (89%)	бут. (19%)	цв. (11%)	цв. (46%)

Полные всходы изучаемых вариантов отмечали в III декаде июня – 78–100%. Следует отметить, что только у одного гибрида 2984-50 к началу июля фаза бутонизации наступила у 76% высаженных растений, у стандартов данный показатель составлял 19–95%.

В дальнейшем период бутонизации изучаемых образцов затянулся до середины июля, в то время как у сортов стандартов цветение отмечали от 46% (Снегирь) до полного

(Аврора и Невский). В рассматриваемый период фаза цветения сортообразцов варьировала от единичных растений до 19%.

К учёту на 65-й день от посадки гибрид 2474-17 имел самую низкую урожайность – 9,8 т/га при товарности 68% (табл. 3), что было ниже показателей других образцов на 7,5–12,1 т/га и стандартов – на 5,8–14,1 т/га при товарности клубней – 51–85% (НСР₀₅ – 3,6 т/га).

Таблица 3 – Урожайность картофеля в питомнике конкурсного испытания на 65-й день от посадки, в среднем за 2023–2025 годы

Table 3 – Potato yield in the competitive trial nursery on day 65 after planting, average for 2023–2025

Вариант	Количество клубней в кусте, шт.	Фракционный состав, мелкая (< 30 г) / средняя (30–80 г) / крупная (> 80 г)	Масса клубня, г	Урожайность клубней, т/га		Товарность, %
				ранняя / товарная	в % к общей на 85-й день	
2971-39	13,0	9,5 / 3,5 / 0	25,2	15,6 / 8,0	32	51
2984-17	11,6	6,8 / 4,0 / 0,8	33,4	19,1 / 13,6	57	71
2984-50	18,3	13,5 / 4,3 / 0,5	27,9	23,9 / 14,0	45	59
2474-17	7,3	5,0 / 2,0 / 0,3	29,4	9,8 / 6,7	17	68
Аврора, st.	12,6	6,3 / 3,8 / 2,5	40,4	25,0 / 21,3	79	85
Невский, st.	13,6	8,3 / 4,5 / 0,8	29,7	19,8 / 15,7	81	79
Снегирь, st.	15,1	9,8 / 4,8 / 0,5	28,8	20,6 / 14,5	82	70
НСР ₀₅	1,2			3,6 / 2,1		

Полученная урожайность в первую очередь связана с низким показателем количества клубней в кусте (7,3 шт.) при средней их массе – 29,4 г, что с одной стороны и соответствует сортам стандартам Невский и Снегирь (28,8–29,7 г), но с другой – значительно уступает сорту Аврора на 11,0 г. Средняя масса клубня картофеля остальных изученных гибридов картофеля также не превышала значения сорта стандарта Аврора и была ниже на 7,0–15,2 г.

Учет биометрических показателей позволил сделать вывод о соответствии гибридов ранним и среднеранним стандартам. Так среднее количество стеблей составило от 2,3 до 4,3 шт., а высота растений – 51,0–57,0 см, тогда как у сортов рассматриваемых групп

спелости – 2,5–3,3 шт. и 50,0–56,0 см соответственно (табл. 4). Изучаемые сортообразцы за счет активного формирования ботвы по высоте превосходили стандарты в среднем на 1,0–7,0 см (НСР₀₅ – 4,9 см), но за счет развития боковых стеблей все стандарты достоверно превышали большинство изучаемых гибридов по массе ботвы на 1,3–13,6 т/га (НСР₀₅ – 2,6 т/га).

За счёт слабого развития надземной части растения, но в то же время отличного формирования как по количеству клубней, так и по средней их массе у номера 2984-17 отмечался лучший показатель коэффициента отношения массы клубней к массе ботвы (S_m) – 2,2 ед., тогда как у других вариантов он составлял 1,1–1,7 ед., у стандартов 1,1–1,3 ед.

Таблица 4 – Биометрические показатели картофеля в питомнике конкурсного испытания на 65-й день от посадки, в среднем за 2023–2025 годы

Table 4 – Biometric indicators of potatoes in the competitive trial nursery on day 65 after planting, average for 2023–2025

Вариант	Количество основных стеблей, шт.	Высота растений, см	Масса ботвы, т/га	S_m
2984-17	3,0	55,0	8,6	2,2
2984-50	3,5	54,0	14,1	1,7
2474-17	2,3	51,0	9,2	1,1
Аврора, st.	5,0	56,0	22,2	1,1
Невский, st.	3,3	50,0	15,4	1,3
Снегирь, st.	2,5	56,0	16,6	1,2
НСР ₀₅	0,4	4,9	2,6	

По количеству клубней в кусте следует выделить гибрид картофеля 2984-50, сформировавший до 18,3 шт., опередив как другие сортообразцы на 5,3–11,0 шт., так и стандарты на 3,2–5,7 шт.

Учет, проведенный в период пробных копков, показал, что урожайность гибридов конкурсного испытания I года сформирована, главным образом, за счёт количества клубней в кусте (11,6–18,3 шт.) с преобладанием их мелкой и средней фракции, и составила 19,1–23,9 т/га, что было на уровне или выше значения стандартов – 19,8–25,0 т/га (НСР₀₅ – 3,6 т/га). Следует отметить, что сорт Аврора уже к 65-му дню сформировал до 2–3 крупных клубней (> 80 г), в то время как у изучаемых

гибридов данный показатель варьировался от нуля до одного клубня крупной фракции (рис. 1).

Некоторые закономерности, выявленные в период ранних копков, отмечены и на параметрах общей урожайности при сплошной поделочной уборке на 85-й день от посадки (табл. 5). Так, урожайность клубней большинства гибридов составляла 48,5–58,7 т/га, достоверно превысив контрольные варианты на 17,0–34,1 т/га (НСР₀₅ – 3,9 т/га) и только у номера 2984-17 значение данного показателя находилось на уровне среднеспелого сорта Аврора (33,3 и 31,5 т/га соответственно), опередив контроли других групп спелости на 8,1–8,7 т/га или на 32–34%.

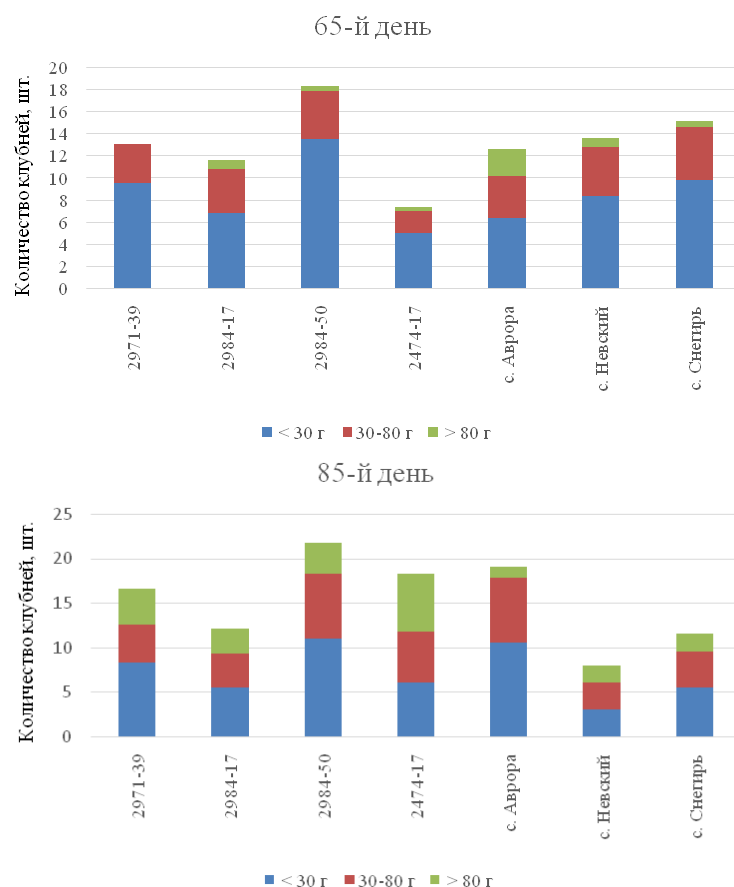


Рис. 1 – Количество и фракционный состав клубней гибридов и сортов картофеля в питомнике конкурсного испытания, 2023–2025 годы

Fig. 1 – Number and fractional composition of tubers of potato hybrids and varieties in the competitive trial nursery, 2023–2025

Таблица 5 – Урожайность картофеля в питомнике конкурсного испытания на 85-й день от посадки, в среднем за 2023–2025 годы

Table 5 – Potato yield in the competitive trial nursery on day 85 after planting, average for 2023–2025

Вариант	Количество клубней в кусте, шт.	Фракционный состав, мелкая (< 30 г) / средняя (30–80 г) / крупная (> 80 г)	Масса клубня, г	Общая / товарная урожайности клубней, т/га	Товарность, %
2971-39	16,6	8,3 / 4,3 / 4,0	59,9	48,5 / 39,8	82
2984-17	12,1	5,5 / 3,8 / 2,8	58,3	33,3 / 28,0	84
2984-50	21,8	11,0 / 7,3 / 3,5	50,3	52,7 / 43,4	82
2474-17	18,3	6,0 / 5,8 / 6,5	68,5	58,7 / 53,2	91
Аврора, st.	19,1	10,5 / 7,3 / 1,3	34,8	31,5 / 26,1	83
Невский, st.	8,0	3,0 / 3,0 / 2,0	64,6	24,6 / 21,5	87
Снегирь, st.	11,5	5,5 / 4,0 / 2,0	44,1	25,2 / 20,8	83
НСР ₀₅	3,8			3,9 / 3,0	

Следует отметить гибрид 2474-17, который за период с 65-го дня учета до 85-го, составляющий двадцать дней, увеличил свою урожайность с 9,8 до 58,7 т/га за счет нарастания массы клубней, особенно средней и крупной фракции, что позволило получить средний вес клубня в 68,5 г, превысив как другие гибриды на 8,6–18,2 г, так и стандарты на 3,9–33,7 г. Образец 2474-17 превышал остальные гибриды по урожайности на 6,0–25,4 т/га, а стандарты опередил по данному показателю почти в два раза (НСР₀₅ – 3,9 т/га). Темп роста гибрида

2474-17 связан с продолжительным периодом активного клубнеобразования в начале-середине августа 2025 года при ГТК 2,3, способствовавшем оптимальному уровню влажности почвы, а также её умеренной температурой, в том числе и средним температурным режимом окружающей среды рассматриваемого временного этапа, не превышающим 15,9°C.

Товарность номера 2474-17 составила 91%, в остальных вариантах – 82–87%. За последние двадцать дней до уборки гибрид формировал

урожайность 2,4 т/га ежедневно, что в итоге составило порядка 83% всей полученной его массы клубней.

К учёту ранней копki все стандарты уже сформировали до 80% своей урожайности, тогда как у сортообразцов этот показатель варьировался в пределах от 17 до 57% и нарастание массы клубней картофеля отмечается как раз в период последних двадцати дней до уборки.

По результатам фитопатологической оценки устойчивости гибридов в полевых условиях к болезням все представленные образцы характеризовались на 8–9 баллов. Устойчивость

к патогенам сортов-стандартов в среднем была ниже гибридов: фитофтороз и альтернариоз – по ботве до 7 баллов (относительно высокая, поражено до 25% поверхности листьев), по клубням до 8 баллов (поражены единичные клубни), парша обыкновенная – до 7 баллов (единичные язвы клубней). Ризоктониоз и вирусные болезни у гибридов и сортов не выявлены.

Анализ картофеля на содержание сухого вещества, крахмала, витамина С и нитратов в клубнях картофеля селекционных номеров и выбранных сортов стандартов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Химический состав клубней картофеля питомника конкурсного испытания, в среднем за 2023–2025 годы

Table 6 – Chemical composition of potato tubers in the competitive trial nursery, average for 2023–2025

Вариант	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
2971-39	20,4	12,4	16,8	22,0
2984-17	20,5	14,7	19,2	54,0
2984-50	22,3	16,2	28,1	23,0
2474-17	21,5	16,6	18,3	29,0
Аврора, st.	21,4	9,7	19,3	78,0
Невский, st.	19,4	12,7	22,4	35,0
Снегирь, st.	20,4	12,6	18,4	54,0
НСР ₀₅	1,9	1,2	1,8	10,2

По параметру сухого вещества большинство гибридов питомника конкурсного испытания находились на уровне сортов стандартов и только лишь номер 2984-50 превзошел их на 0,9–2,9 процентных пункта (НСР₀₅ – 1,9%). По содержанию крахмала селекционный номер 2971-39 (12,4%) находился на уровне среднераннего (Невский) и среднеспелого (Аврора) сортов – 12,6–12,7%, остальные гибриды достоверно превысили по данному показателю контрольные варианты на 2,0–6,9 процентных пункта (НСР₀₅ – 1,2%).

Следует отметить высокую витаминную активность номера 2984-50 (28,1 мг%), превысившую другие варианты на 5,7–11,3 мг% (НСР₀₅ – 1,8 мг%), что объясняется климатическими условиями вегетационного периода 2023–2025 гг. (сухая и ясная погода в фазы роста клубней, образования и накопления витамина С), а также сортовой характеристикой и особенностью роста и развития данного гибрида картофеля.

За годы изучения клубни картофеля гибридов и сортов стандартов не превышали утвержденного в Российской Федерации показателя ПДК (250 мг/кг сырых клубней) и в среднем

он составлял 22,0–54,0 мг/кг [19, 20, 21].

Выводы. Проведена оценка по основным хозяйственным признакам четырех селекционных образцов картофеля, находившихся в питомнике конкурсного испытания. Для проведения дальнейшего экологического испытания с последующей передачей на госсортиспытание и регистрацию сортов из представленных образцов рекомендуются номера 2971-39, 2984-50 и 2474-17 с урожайностью клубней – 48,5–58,7 т/га, превышающие среднеспелый сорт-стандарт Аврора на 17,0–27,2 т/га, среднеранний сорт Невский на 23,9–34,1 т/га и ранний сорт Снегирь на 23,3–33,5 т/га. Содержание крахмала в клубнях выделенных сортообразцов составляло 12,4–16,6%, что на 2,7–3,9 процентных пункта достоверно превысило по данному показателю контрольные варианты. Гибриды способны формировать в погоднo-климатических условиях Республики Коми в среднем от 17 до 22 товарных клубней.

Сведения о финансировании. Работа выполнена по государственному заданию НИОКТР № FUUU-2026-0010 (регистрационный № 126051620969-5) при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

Литература

1. Сомова Е. Н., Маркова М. Г., Власевская Е. А. Получение микроклубней картофеля на основе оптимизации условий культивирования *in vitro* // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(5). С. 682–688. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.682-688.
2. Генотипирование образцов картофеля коллекции «Генагро» ИЦИГ СО РАН с применением днк-маркеров генов устойчивости к фитопатогенам / И. В. Тоцкий, И. В. Розанова, А. Д. Сафонова и др. // Вавилонский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 6. С. 677–686. doi: 10.18699/VJ21.077.
3. Газданова И. О., Догужева Н. Н. Лабораторные методы диагностики растения картофеля к вирусам PVX и PVY // Аграрный вестник урала. 2025. Т. 25. № 7. С. 1004–1013. doi: 10.32417/1997-4868-2025-25-07-1004-1013.

4. Молекулярный скрининг сортов картофеля Фаленской селекционной станции на устойчивость к фитопатогенам / А. В. Бакулина, Л. С. Савинцева, О. Н. Башлакова, Н. Ф. Синцова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. № 22(3). С. 340–350. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.3.340-350.
5. Жигадло Т. Э. Морфобиологические особенности перспективных гибридов картофеля (*Solanum tuberosum*) селекции Полярной опытной станции – филиала ВИР // *Vavilovia*. 2025. Т. 8. № 1. С. 3–15. doi: 10.30901/2658-3860-2025-1-03.
6. Ozturk G., Yildirim Z. New potato breeding clones for regional testing in western Turkey // *Turkish Journal of Field Crops*. 2020. Т. 25. № 2. С. 131–137. doi: 10.17557/tjfc.831907.
7. Тулинов А. Г., Лобанов А. Ю. Результаты экологического испытания раннеспелых и среднеспелых сортов картофеля в Республике Коми // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. Т. 22, № 3. С. 329–339. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.3.329-339.
8. Тулинов А. Г., Лобанов А. Ю. Вычегодский – новый сорт картофеля для Республики Коми // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021. № 182(2). С. 100–106. doi: 10.30901/2227-8834-2021-2-100-106.
9. Пожирицкая А. Н., Турлакова А. М. Результаты экологического испытания сортов картофеля в условиях Республики Коми за 2023–2024 годы // *Известия Коми научного центра УрО РАН*. 2026. № 1(86). С. 73–78. doi: 10.19110/1994-5655-2026-1-73-78.
10. Развитие агротехнологий повышения продуктивности картофелеводства в условиях Севера: монография / Г. Т. Шморгунов, А. Г. Тулинов, П. И. Конкин и др. Сыктывкар: ФГБНУ НИИСХ Республики Коми; ГОУ ВО КРАГСиУ, 2016. 127 с.
11. Демиденко Г. А. Качественная характеристика клубней картофеля в зависимости от применения минеральных удобрений // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 10(175). С. 209–215. doi: 10.36718/1819-4036-2021-10-209-215.
12. Выявление гибридов *Solanum tuberosum* с высоким уровнем устойчивости к фитофторозу / О. Г. Казаков, О. Б. Поливанова, М. К. Деревягина, В. А. Бирюкова // *Аграрная наука*. 2024. № 11. С. 109–116. doi: 10.32634/0869-8155-2024-388-11-109-116.
13. Селекция сортов картофеля различного целевого направления в условиях лесостепи Новосибирского Приобья / Ю. А. Гуреева, А. С. Батов, А. Г. Березовская, И. В. Кондратьева // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2024. № 4. С. 45–53. doi: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-45-53.
14. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia / E. A. Simakov, B. V. Anisimov, A. V. Mityushkin, et al. // *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 49. No. 4. P. 592–600.
15. Скрыбин И.А., Елисеев С.Л. Влияние климатических условий и некорневых подкормок удобрением сульфат магния на фотосинтетические показатели сортов картофеля разной спелости в Среднем Предуралье // *Пермский аграрный вестник*. 2024. № 1(45). С. 49-58. doi: 10.47737/2307-2873_2024_45_49.
16. Шморгунов Г. Т., Тулинов А. Г., Булатова Н. В. Система земледелия Республики Коми: монография. Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2017. 225 с.
17. Monjil M., Ulfat T. Severity of potato late blight under different weather conditions in Mymensingh region of Bangladesh // *Progressive Agriculture*. 2020. Vol. 31. No. 2. P. 74–80. doi: 10.3329/pa.v3i2.50711.
18. Тулинов А. Г., Броварова О. В., Королева М. П. Определение товарно-потребительских качеств перспективных гибридов картофеля Республики Коми // *Пермский аграрный вестник*. 2025. № 4(52). С. 61–68. doi: 10.47737/2307-2873_2025_52_61.
19. Плотников А. А., Иванчик В. А. Влияние применения различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество клубней картофеля на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Костромской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. № 5(34). С. 33–36. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10506.
20. Nitrate content in potatoes cultivated in contaminated groundwater areas / A. Gorenjak, D. Urih, T. Langerholc, et al. // *Journal of Food Research*. 2014. Vol. 3. No. 1. P. 18–27. doi: 10.5539/jfr.v3n1p18.
21. Butov A. V., Zubkova T. V. System of protection for potato from pests and diseases to get ecologically clean products // *Periodico Tche Quimica*. 2020. Vol. 17. No. 35. P. 1186–1195. doi: 10.52571/ptq.v17.n35.2020.97_butov_pgs_1186_1195.pdf.

References

1. Somova EN, Markova MG, Vlashevskaya EA. [Production potato microtubers based on optimization of in vitro cultivation conditions]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2021; 22(5). 682-688 p. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.682-688.
2. Totstkiy IV, Rozanova IV, Safonova AD. [Genotyping of potato samples from Genagro collection of Institute of Cytology and Genetics SB RAS using DNA markers of phytopathogen resistance genes]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2021; Vol.25. 6. 677-686 p. doi: 10.18699/VJ21.077.
3. Gazdanova IO, Doguzova NN. [Laboratory methods for diagnosing potato plants for PVX and PVY viruses]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2025; Vol.25. 7. 1004-1013 p. doi: 10.32417/1997-4868-2025-25-07-1004-1013.
4. Bakulina AV, Savintseva LS, Bashlakova ON, Sintsova NF. [Molecular screening of potato varieties of Falenskaya breeding station for resistance to phytopathogens]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2021; 22(3). 340-350 p. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.3.340-350.
5. Zhigadlo TE. [Morpho-biological features of promising potato hybrids (*Solanum tuberosum*) bred at Polar Experimental Station – VIR branch]. *Vavilovia*. 2025; Vol.8. 1. 3-15 p. doi: 10.30901/2658-3860-2025-1-03.
6. Ozturk G, Yildirim Z. New potato breeding clones for regional testing in western Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*. 2020; Vol.25. 2. 131-137 p. doi: 10.17557/tjfc.831907.
7. Tulinov AG, Lobanov AYU. [Results of environmental testing of early and mid-season potato varieties in the Komi Republic]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2021; Vol.22. 3. 329-339 p. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.3.329-339.
8. Tulinov AG, Lobanov AYU. [Vychegodskiy – a new potato variety for the Komi Republic]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*. 2021; 182(2). 100-106 p. doi: 10.30901/2227-8834-2021-2-100-106.

9. Pozhiritskaya AN, Turlakova AM. [Results of environmental testing of potato varieties in the Komi Republic for 2023-2024]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2026; 1(86). 73-78 p. doi: 10.19110/1994-5655-2026-1-73-78.
10. Shmorgunov GT, Tulinov AG, Konkin PI. *Razvitie agrotekhnologii povysheniya produktivnosti kartofel-evodstva v usloviyakh Severa: monografiya*. [Development of agricultural technologies for increasing the productivity of potato growing in the North: monograph]. Syktyvkar: FGBNU NIISKH Respubliki Komi; GOU VO KRAGSiU. 2016; 127 p.
11. Demidenko GA. [Qualitative characteristics of potato tubers depending on the use of mineral fertilizers]. *Vestnik KrasGAU*. 2021; 10(175). 209-215 p. doi: 10.36718/1819-4036-2021-10-209-215.
12. Kazakov OG, Polivanova OB, Derevyagina MK, Biryukova VA. [Identification of *Solanum tuberosum* hybrids with a high level of resistance to late blight]. *Agrarnaya nauka*. 2024; 11. 109-116 p. doi: 10.32634/0869-8155-2024-388-11-109-116.
13. Gureeva YuA, Batov AS, Berezovskaya AG, Kondrateva IV. [Breeding potato varieties for different purposes in the forest-steppe conditions of Novosibirsk Ob region]. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*. 2024; 4. 45-53 p. doi: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-45-53.
14. Simakov EA, Anisimov BV, Mityushkin AV. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 2018; Vol.49. No.4. 592-600 p.
15. Skryabin IA, Eliseev SL. [Influence of climatic conditions and foliar application of magnesium sulfate fertilizer on photosynthetic parameters of potato varieties of different maturity groups in the Middle Cis-Urals]. *Permskiy agrarnyy vestnik*. 2024; 1(45). 49-58 p. doi: 10.47737/2307-2873_2024_45_49.
16. Shmorgunov GT, Tulinov AG, Bulatova NV. *Sistema zemledeliya Respubliki Komi: monografiya*. [Farming system of the Komi Republic: monograph]. Syktyvkar: GOU VO KRAGSiU. 2017; 225 p.
17. Monjil M, Ulfat T. Severity of potato late blight under different weather conditions in Mymensingh region of Bangladesh. *Progressive Agriculture*. 2020; Vol.31. No.2. 74-80 p. doi: 10.3329/pa.v31i2.50711.
18. Tulinov AG, Brovarova OV, Koroleva MP. [Determination of commercial and consumer qualities of promising potato hybrids of the Komi Republic]. *Permskiy agrarnyy vestnik*. 2025; 4(52). 61-68 p. doi: 10.47737/2307-2873_2025_52_61.
19. Plotnikov AA, Ivanchik VA. [Effect of the application of different doses of mineral fertilizers on productivity and quality of potato tubers on sod-podzolic light loamy soils of Kostroma region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; 5(34). 33-36 p. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10506.
20. Gorenjak A, Urih D, Langerholc T. Nitrate content in potatoes cultivated in contaminated groundwater areas. *Journal of Food Research*. 2014; Vol.3. No.1. 18-27 p. doi: 10.5539/jfr.v3n1p18.
21. Butov AV, Zubkova TV. System of protection for potato from pests and diseases to get ecologically clean products. *Periodico Teche Quimica*. 2020; Vol.17. No.35. 1186-1195 p. doi: 10.52571/ptq.v17.n35.2020.97_butov_pgs_1186_1195.pdf.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Тулинов Алексей Геннадьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (167023, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27), e-mail: toolalgen@mail.ru, ORCID 0000-0002-7184-6113

Королева Мария Петровна – младший научный сотрудник Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (167023, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27), e-mail: koroleva@frc.komisc.ru, ORCID 0009-0004-8869-4963

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 18.05.2026; одобрена после рецензирования 04.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Tulinov Aleksey Gennadevich – Ph.D. of Agricultural Sciences, researcher Institute of Agrobiotechnology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (27 Syktyvkar, Rucheynaya St., Republic of Komi, 167023, Russian Federation), e-mail: toolalgen@mail.ru, ORCID 0000-0002-7184-6113

Koroleva Maria Petrovna – junior researcher Institute of Agrobiotechnology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (27 Syktyvkar, Rucheynaya St., Republic of Komi, 167023, Russian Federation), e-mail: koroleva@frc.komisc.ru, ORCID 0009-0004-8869-4963

The authors have reviewed and approved the final manuscript.

Submitted 18.05.2026; revised 04.06.2026; accepted 25.06.2026.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ КАСКАД 195 СВ

© 2026 Фомин В. Н.¹✉, Владимиров А. В.¹, Хуснутдинов Р. Г.²¹Казанский государственный аграрный университет

(г. Казань, Российская Федерация)

²ООО «Бионоватик»

(г. Казань, Российская Федерация)

✉ tipka2015@yandex.ru

Реферат. В работе представлены результаты трехлетнего полевого опыта по оценке эффективности применения минеральных туков и листовых подкормок препаратами Биодукс, Батр и Изагри Вита как в чистом виде, так и в составе сложных баковых смесей при возделывании кукурузы на силос в условиях Республики Татарстан. Для Среднего Поволжья кукуруза остается ключевой культурой силосного конвейера, однако на серых лесных почвах ее продуктивность определяется не только базовым обеспечением элементами питания, но и тем, насколько точно растение получает микроэлементную и антистрессовую поддержку в наиболее чувствительные фазы органогенеза. Цель исследования – оценить влияние уровня минерального питания и различных комбинаций листовых подкормок на урожайность и кормовую ценность зеленой массы гибрида Каскад 195 СВ. Двухфакторный опыт включал: фактор А – фон питания (без удобрений и расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 35 т/га); фактор В – варианты обработки препаратами Биодукс, Батр, Изагри Вита и их баковыми смесями. Почва опытного участка – серая лесная, с содержанием гумуса по Тюрину – 2,6–3,0 %, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову соответственно 151–159 мг/кг и 179–194 мг/кг и рНКС1 5,8–6,1. Установлено, что максимальная урожайность зеленой массы — 38,13 т/га — сформировалась на расчетном фоне минерального питания при применении трехкомпонентной баковой смеси Батр (2 л/га) + Биодукс (2 мл/га) + Изагри Вита (1 л/га) в фазе 2-5 листьев. В этом же варианте получены наилучшие показатели кормовой ценности: содержание переваримого протеина 4,71 г/кг, выход кормовых единиц 13,52 тыс. т/га и обменной энергии 143,91 ГДж/га. Полученные результаты показывают, что сочетание минерального питания и многокомпонентной внекорневой обработки работает не как механическая сумма приемов, а как согласованный режим питания и стресс-протекции, обеспечивающий более полную реализацию продуктивного потенциала культуры. Установлено, что максимальная (38,13 т/га) урожайность зеленой массы кукурузы сформировалась на расчетном фоне минерального питания при применении трехкомпонентной баковой смеси Батр (2 л/га) + Биодукс (2 мл/га) + Изагри Вита (1 л/га) в фазе 2-5 листьев. В этом же варианте получены наилучшие показатели кормовой ценности: содержание переваримого протеина 4,71 г/кг, выход кормовых единиц 13,52 тыс. т/га и обменной энергии 143,91 ГДж/га. Полученные результаты показывают, что сочетание минерального питания и многокомпонентной внекорневой подкормки работает не как механическая сумма приемов, а как согласованный режим питания и стресс-протекции, обеспечивающий более полную реализацию продуктивного потенциала культуры.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), баковые смеси, листовая подкормка, минеральное питание, стимулятор роста, урожайность, кормовая ценность.

Для цитирования: Фомин В.Н., Владимиров А.В., Хуснутдинов Р.Г. Влияние минеральных удобрений и листовых подкормок на урожайность и качество зеленой массы кукурузы Каскад 195 СВ // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2026. № 2 (18). С. 37-43. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-37-43

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND FOLIAR APPLICATIONS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GREEN MASS OF CORN CASCADE 195 SV

© 2026 Fomin V. N.^a✉, Vladimirov A. V.^a, Khusnutdinov R. G.^b^aKazan State Agrarian University

(Kazan, Russian Federation)

^bBionovatic LLC

(Kazan, Russian Federation)

✉ tipka2015@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of a three-year field experience evaluating the effectiveness of mineral fertilizers and foliar applications of Bioduks, Batr and Izagri Vita, both alone and as part of complex tank mixtures, when cultivating corn for silage in the Republic of Tatarstan. Corn remains a key silage crop for Middle Volga region. However, on gray forest soils, its productivity is determined

not only by the basic supply of nutrients but also by the accuracy with which plant receives microelement and anti-stress support during the most sensitive phases of organogenesis. The aim of the study was to evaluate the effect of mineral nutrition levels and various combinations of foliar applications on productivity and forage value of green mass of Cascade 195 SV hybrid. The two-factor experiment included: factor A – nutrition background (without fertilizers and calculated dose of mineral fertilizers for the planned yield of 35 t/ha); factor B – treatment options with Bioduks, Batr, Izagri Vita and their tank mixtures. The soil of the experimental plot was gray forest, with a humus content according to Tyurin of 2.6-3.0%, mobile phosphorus and exchangeable potassium according to Kirsanov of 151-159 mg/kg and 179-194 mg/kg, respectively, and pHKCl of 5.8-6.1. It was established that the maximum green mass yield of 38.13 t/ha was achieved with the calculated background of mineral nutrition using a three-component tank mixture of Batr (2 l/ha) + Bioduks (2 ml/ha) + Izagri Vita (1 l/ha) in the 2-5 leaf stage. This variant also yielded the best feed value indicators: digestible protein content of 4.71 g/kg, feed unit yield of 13.52 thousand t/ha and exchange energy of 143.91 GJ/ha. Obtained results demonstrate that the combination of mineral nutrition and multi-component foliar treatments functions not as a mechanical sum of applications, but as a coordinated regimen of nutrition and stress protection, ensuring the full realization of the crop's productive potential. It was established that the maximum (38.13 t/ha) green forage yield of corn was achieved with the calculated mineral nutrition background using a three-component tank mixture of Batr (2 l/ha) + Bioduks (2 ml/ha) + Izagri Vita (1 l/ha) in the 2-5 leaf stage. This variant also yielded the best feed value indicators: digestible protein content of 4.71 g/kg, feed unit yield of 13.520 t/ha and metabolizable energy of 143.91 GJ/ha. These results demonstrate that the combination of mineral nutrition and multi-component foliar feeding does not function as a mechanical sum of applications, but rather as a coordinated nutrition and stress protection regimen, ensuring the full realization of the crop's productive potential.

Key words: corn (*Zea mays* L.), tank mixtures, foliar application, mineral nutrition, growth stimulant, yield, feed value.

For citation: Fomin VN, Vladimirov AV, Khusnutdinov RG. [Influence of mineral fertilizers and foliar applications on productivity and quality of green mass of corn Cascade 195 SV]. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2026; 2(18). 37-43 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-37-43

Введение. Кукуруза на силос в условиях Среднего Поволжья ценится не только за высокий выход биомассы, но и за способность быстро реагировать на изменения пищевого режима посева [1]. Ее высокая потенциальная урожайность и относительно невысокая себестоимость единицы продукции делают ее базовой культурой в кормопроизводстве.

На серых лесных почвах минеральный фон в технологии кукурузы выполняет роль несущего каркаса, тогда как листовая подкормка работает как тонкая настройка метаболизма в те короткие периоды, когда даже слабый дефицит микроэлементов или стрессовый сигнал меняют траекторию формирования урожая [2, 3, 4].

В отечественных исследованиях показана эффективность отдельных микроудобрений и регуляторов роста при возделывании кукурузы на зеленую массу и зерно, включая положительное влияние на морфобиометрические показатели, накопление белка и энергетическую ценность корма [5, 6, 7]. Зарубежные работы также подтверждают, что фоллиарная коррекция питания способна усиливать продуктивность кукурузы, улучшать качество биомассы и повышать использование элементов питания, особенно при сочетании базового минерального питания с листовыми обработками [8, 9, 10].

Вместе с тем для условий Республики Татарстан остается недостаточно изученным вопрос о совместном применении трех препаратов с различными физиологическими функциями – регулятора роста Биодукс,

органоминерального удобрения Батр и аминокислотно-микроэлементного комплекса Изagri Вита на фоне расчетного минерального питания.

Благодаря малым дозировкам, такие препараты относятся к экономически выгодным приемам интенсификации, что подтверждают и другие и зарубежные авторы [11, 12]. Микроэлементы играют каталитическую роль в ферментативных процессах, повышая усвояемость основных элементов питания и влияя на накопление белков, углеводов и витаминов. Дефицит микроэлементов невозможно компенсировать иными способами, что делает актуальным поиск эффективных составов для листовых подкормок [13].

Научная новизна заключается не просто в сравнении отдельных препаратов, а в оценке того, возникает ли при их совместном применении синергетический эффект, выражающийся в росте урожайности и улучшении кормовой ценности зеленой массы.

Цель исследования — оценить влияние фона минерального питания и вариантов листовой подкормки на урожайность и кормовую ценность зеленой массы кукурузы гибрида Каскад 195 СВ.

Условия, материалы и методы. Полевые исследования выполняли в 2022–2024 годы на базе ООО Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан. Почва опытного участка — серая лесная, с содержанием гумуса по Тюрину – 2,6–3,0 %, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову соответственно 151–159 мг/кг и 179–194 мг/кг и pHKCl 5,8–6,1.

Агрометеорологические условия в годы исследований заметно различались, что позволило оценить действие изучаемых факторов в контрастных гидротермических режимах. В 2022 году (ГТК = 1,07) и 2024 году (ГТК = 1,15), тогда как 2023 год характеризовался выраженным дефицитом влаги в летний период, что ограничивало накопление биомассы.

Объект исследования – раннеспелый гибрид кукурузы Каскад 195 СВ. Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили в оптимальные для зоны сроки (6–16 мая) сеялкой KUHN-6 с нормой высева 75 тыс. всхожих зерен на 1 га. Агротехника соответствовала зональным рекомендациям [14]. В течение вегетации проводили две междурядные обработки. Уборку выполняли в фазе молочно-восковой спелости початков.

Опыт закладывали по двухфакторной схеме методом расщепленных делянок в трехкратной повторности. Общая площадь делянки составляла 84 м², учетная – 70 м². Фактор А – фон питания: 1) без удобрений (контроль); 2) расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы. Фактор В – варианты листовой подкормки: 1) Без обработки (контроль); 2) Биодукс; 3) Батр; 4) Изагри Вита; 5) Биодукс + Батр; 6) Биодукс + Изагри Вита; 7) Батр + Изагри Вита; 8) Биодукс + Батр + Изагри Вита.

Нормы удобрений на 35 т/га зеленой массы рассчитаны расчетно-балансовым методом с учетом коэффициентов выноса и процентов использования элементов питания из почвы и удобрений. На 1 га внесено: в 2022 году – N₆₈P₃₂K₃₆; в 2023 году – N₈₉P₃₉K₄₃; в 2024 году – N₈₁P₃₅K₂₈. Из удобрений использовали аммиачную воду и диаммофоску, которая содержала 10% азота, 26% фосфора и 26% калия. Удобрения вносились следующим образом: аммиачная вода весной, под первую предпосевную культивацию, диаммофоска непосредственно во время посева.

Нормы расхода препаратов составляли: Биодукс – 2 мл/га, Батр – 2 л/га, Изагри Вита – 1 л/га. По составу и предполагаемой физиологической функции препараты различались следующим образом: Биодукс – регулятор роста на основе комплекса биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*; Батр – жидкое органоминеральное удобрение, содержащее гуминовые и органические кислоты, а также макро- и микроэлементы; Изагри Вита – аминокислотно-микроэлементный препарат с L-аминокислотами и микроэлементами в хелатной форме. Листовую подкормку проводили отдельно по вариантам при наступлении фазы 2-5 листьев, расход рабочего раствора – 200 л/га.

Определение химического состава и расчет кормовой ценности проводили по общепринятым методикам оценки кормов;

статистическую обработку результатов выполняли методом дисперсионного анализа. Полевой опыт закладывали и учитывали в соответствии с методическими указаниями по проведению опытов с кормовыми культурами [15].

Химический анализ и оценку питательности выполняли по стандартным методикам.

Для характеристики метеорологических условий в годы проведения опытов использованы данные метеостанции г. Арск Республики Татарстан. Метеорологические условия в годы исследований были различными по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило всесторонне проанализировать действие изучаемых факторов.

Метеоусловия в годы проведения опытов различались: 2022 году (ГТК=1,07) и 2024 году (ГТК=1,15) были благоприятными, тогда как 2023 год характеризовался засушливым летним периодом, что снизило продуктивность.

Характеристика исследуемых препаратов:

- Батр – органоминеральный комплекс с гуминовыми и органическими кислотами (янтарная, лимонная), макро- и микроэлементами. Повышает стрессоустойчивость. Норма 2 л/га [16].

- Биодукс – продукт метаболизма гриба *Mortierella alpina* (ПНЖК). Индуцирует системную устойчивость растений. Норма 2 мл/га, одобрен для органического земледелия [17].

- Изагри Вита – антистрессант на основе L-аминокислот (150 г/л) и микроэлементов в хелатной форме. Обеспечивает быстрое проникновение и коррекцию минерального питания. Норма 1 л/га [18]. Норма расхода 1 л/га.

Результаты и обсуждение. Влияние минеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность зеленой массы кукурузы представлены в таблице 1.

Из анализа данных таблицы 1 видно, что листовая подкормка посевов регуляторами роста и микроудобрениями наиболее эффективной была на удобренном фоне, причем следует отметить, что влияние их на урожайность зеленой массы было неодинаковым. Можно отметить некоторое преимущество от применения смеси Батр + Изагри Вита+ Биодукс, которая способствовала росту урожайности зеленой массы во все годы исследований.

Прибавка от фона питания в разрезе вариантов составила 8,08 -9,63 т/га, от микроудобрений и стимуляторов роста 1,32-4,70 т/га. Также хорошо себя проявил использование двухкомпонентной баковой смеси (Батр + Изагри Вита), где с 1 га собрано по 36,74 т зеленой массы.

Несколько уступали им двойные (Батр +Биодукс; Биодукс+Изагри Вита) баковые смеси, где урожайность составила соответственно 35,80 т/га, и 36,08 т/га. Аналогичная закономерность сохранилась и

AGRONOMY

на неудобренном фоне. Самая низкая (23,80 т/га) урожайность в среднем за три года получена на фоне без удобрений, где микроудобрения и биопрепараты не использовались.

Использование стимулятора роста Биодукс

и микроудобрения Батр в чистом виде уступали двойным и тройным смесям по урожайности зеленой массы кукурузы. Применение препаратов в чистом виде было менее эффективным по сравнению с комбинированными баковыми смесями.

Таблица 1 – Влияние макро- и микроудобрений и стимулятора роста на урожайность зеленой массы кукурузы, в среднем за 2022-2024 годы

Table 1 – The effect of macro- and microfertilizers and a growth stimulant on the yield of green mass of corn, on average for 2022–2024

Фон питания	Варианты	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га	
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года	от стимулятора роста	от фона питания
Без удобрений (контроль)	1 Контроль	26,05	23,31	22,03	23,80	-	-
	2 Биодукс	27,13	25,15	23,07	25,12	1,32	-
	3 Батр	27,97	25,64	23,42	25,68	1,88	-
	4 Изагри Вита	28,29	26,24	23,73	26,09	2,29	-
	5 Биодукс+Батр	28,97	26,85	24,32	26,71	2,91	-
	6 Биодукс+Изагри Вита	29,32	27,56	24,65	27,18	3,38	-
	7 Батр+Изагри Вита	29,76	27,95	25,23	27,65	3,85	-
	8 Биодукс+Батр+Изагри Вита	30,15	29,36	26,00	28,50	4,70	-
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1 Контроль	34,36	32,64	28,64	31,88	-	8,08
	2 Биодукс	36,64	34,82	30,00	33,82	1,94	8,70
	3 Батр	37,50	35,38	30,99	34,62	2,74	8,94
	4 Изагри Вита	37,86	35,17	31,65	34,89	3,01	8,80
	5 Биодукс+Батр	38,65	36,23	32,51	35,80	3,92	9,09
	6 Биодукс+Изагри Вита	39,20	36,06	32,97	36,08	4,20	8,90
	7 Батр+Изагри Вита	39,35	37,45	33,42	36,74	4,86	9,09
	8 Биодукс+Батр+Изагри Вита	41,92	38,29	34,19	38,13	6,25	9,63

HCP₀₅ фактор А (фон питания) 0,45 0,63 0,68
фактор В (варианты) 0,48 0,42 1,07
AB 1,39 0,70 1,85

HCP₀₅ factor A (nutrition background) 0.45, 0.63, 0.68
factor B (variants) 0.48, 0.42, 1.07
AB 1.39, 0.70, 1.85

Ниже приведены данные по в одном килограмме корма содержанию переваримого протеина (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и стимулятора роста на содержание переваримого протеина, 2022-2024 годы

Table 2 – The effect of mineral fertilizers and a growth stimulant on the digestible protein content, 2022–2024

Фон питания	Варианты	Содержание переваримого протеина, г/кг			
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года
1	2 3	4	5	6	7
Без удобрений (контроль)	1. Контроль	2,53	3,05	2,67	2,75
	2. Биодукс	2,66	3,47	2,79	2,90
	3. Батр	2,77	3,46	2,86	3,03
	4. Изагри Вита	2,80	3,54	2,90	3,08
	5. Биодукс + Батр	2,87	3,71	2,94	3,17
	6. Биодукс + Изагри Вита	2,99	3,89	3,01	3,30
	7. Батр + Изагри Вита	3,07	4,02	3,10	3,40
	8. Биодукс + Батр + Изагри Вита	3,11	4,32	3,22	3,55

Продолжение таблицы 2 / Table 2 (continued)

1	2	3	4	5	6	7
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1.	Контроль	3,26	4,28	3,47	3,67
	2.	Биодукс	3,59	4,60	3,66	3,95
	3.	Батр	3,68	4,63	3,81	4,04
	4.	Изагри Вита	3,75	4,61	3,92	4,09
	5.	Биодукс + Батр	3,90	5,07	4,00	4,32
	6.	Биодукс + Изагри Вита	3,96	5,08	4,09	4,38
	7.	Батр + Изагри Вита	4,01	5,36	4,14	4,50
	8.	Биодукс + Батр + Изагри Вита	4,36	5,55	4,21	4,71

HCP₀₅ фактор A (фон питания)

0,03 0,02 0,02

фактор B (варианты)

0,04 0,10 0,03

AB

0,02 0,04 0,01

HCP₀₅ factor A (nutrition background)

0,03 0,02 0,02

factor B (variants)

0,04 0,10 0,03

AB

0,02 0,04 0,01

Анализ полученных результатов показал, что внесение минеральных удобрений оказало существенное влияние на содержание переваримого протеина корма. В 2022 году в зеленой массе кукурузы оно увеличилось от 3,26 до 4,36 г/кг.

Наибольшая (1,1 г/кг) прибавка от микроудобрений и стимулятора роста получена на удобренном фоне при использовании трехкомпонентной баковой смеси.

На без удобренном фоне максимальный прирост переваримого протеина также отмечен при применении трёхкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) смеси (на 0,77 г/кг или 29,1 %).

В условиях вегетации 2023 году наибольшее (4,32 и 5,55 г/кг) содержание

переваримого протеина на обоих фонах питания было при использовании трехкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) баковой смеси. В 2024 году данная тенденция сохранилась.

В среднем за 3 года, максимальное (4,71 г/кг) содержание переваримого протеина в биомассе кукурузы накапливалось на фоне, рассчитанном на 35 т/га зеленой массы при обработке посевов трёхкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) баковой смесью.

Кормовая ценность зеленой массы кукурузы на силос по вариантам опыта приведена в таблице 3, которая складывается из химического состава, содержания кормовых единиц и обменной энергии корма.

Таблица 3 – Влияние макро- и микроудобрений, и стимуляторов роста на кормовую ценность кукурузы, в среднем за 2022-2024 годы

Table 3 – The effect of macro- and microfertilizers and growth stimulants on the feed value of corn, on average for 2022–2024

Фон питания	Варианты		Получено с 1 га	
			тыс. т корм. ед./га	обменная энергия, ГДж/га
Без удобрений (контроль)	1	Контроль	7,45	82,50
	2	Биодукс	8,05	90,66
	3	Батр	8,47	93,53
	4	Изагри Вита	8,80	96,03
	5	Биодукс + Батр	9,00	99,07
	6	Биодукс + Изагри Вита	9,25	102,67
	7	Батр + Изагри Вита	9,52	104,46
	8	Биодукс + Батр + Изагри Вита	9,93	108,91
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1	Контроль	10,47	113,07
	2	Биодукс	10,83	121,07
	3	Батр	11,49	127,32
	4	Изагри Вита	11,92	127,07
	5	Биодукс + Батр	12,11	131,72
	6	Биодукс + Изагри Вита	12,19	133,85
	7	Батр + Изагри Вита	12,92	136,41
	8	Биодукс + Батр + Изагри Вита	13,52	143,91

При листовой подкормке посевов на естественном фоне (контроль) концентрация обменной энергии в среднем за 3 года исследований увеличилась с 82,50 до 108,91 ГДж/га (или на 32,0%). Наибольшая величина этого показателя отмечена при опрыскивании посевов Биодукс + Батр + Изагри Вита – 108,91 ГДж/га.

Сбор кормовых единиц с 1 га изменялся в том же направлении, что и урожайность. Выход кормовых единиц по вариантам опыта на без удобренном фоне варьировал от 7,45 до 9,93 тыс. корм. ед. т/га и на расчетном от 10,47 до 13,52 тыс. корм. ед./га. Наибольший выход кормовых единиц с одного гектара на обоих фонах был получен в 8 варианте (Биодукс+ Батр + Изагри Вита) и составил 9,93 и 13,52 тыс.т корм.ед./га соответственно.

Выводы. Результаты трехлетних исследований, проведенных в условиях

Агрофирмы «Кырлай», подтверждают высокую агрономическую эффективность комплексного применения расчетных доз минеральных удобрений и некорневой обработки посевов кукурузы гибрида КАСКАД 195 СВ смесью препаратов Биодукс (2 мл/га) + Батр (2 л/га) + Изагри Вита (1 л/га). В результате возник синергизм: улучшение минерального питания, антистрессовое действие, активация ферментативных процессов, лучшая сохранность листового аппарата.

Данный технологический прием позволил:

- повысить урожайность зеленой массы с 31,88 до 38,13 т/га;
- увеличить содержание переваримого протеина с 3,67 до 4,71 г/кг корма;
- обеспечить максимальный сбор кормовых единиц (13,52 тыс./га) и обменной энергии (143,91 ГДж/га).

Литература

1. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2. С. 34-41. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-213.
2. Фомин В. Н., Гайнутдинов И. Р., Иванова М. В. Продуктивность и кормовая ценность кукурузы в зависимости от макро- и микроудобрений, биопрепаратов // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025 №5(36). С. 47-53.
3. Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н. Эффективность некорневых подкормок кукурузы удобрениями марки Батр // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1(99). С. 28–36. doi: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.
4. Титова В. И. Оптимизация применения азотных и калийных удобрений на почвах с высоким содержанием фосфора // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1(21). С. 87-93.
5. Семина С. А., Гаврюшина И. В. Влияние препаратов с микроэлементами на морфобиометрические показатели и урожайность кукурузы // Агрохимический вестник. 2017. № 6. С. 43-46.
6. Рябова Т. Н. Кормовая продуктивность кукурузы при фоллиарной обработке посевов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2(82). С. 14–18. doi: 10.48012/1817-5457_2025_2_14-18.
7. Corn (*Zea mays* L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use / Khalafi A., Mohsenifar K., Gholami A., Barzegari M. // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15. P. 589–597. doi: 10.1007/s42106-021-00148-2.
8. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives / Niu J., Liu C., Huang M., Liu K., Yan D. // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2021. Vol. 21. P. 104–118. doi: 10.1007/s42729-020-00346-3.
9. The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain / Jarecki W., Borza I. M., Rosan C. A., Domuța C. G., Vicas S. I. // Agronomy. 2025. Vol. 15, No. 8. Art. 1859. doi: 10.3390/agronomy15081859.
10. Biofortification of different maize cultivars with zinc, iron and selenium by foliar fertilizer applications / Xue Y.-F., Li X.-J., Yan W., Miao Q., Zhang C.-Y., Huang M., Sun J.-B., Qi S.-J., Ding Z.-H., Cui Z.-L. // Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Art. 1144514. doi: 10.3389/fpls.2023.1144514.
11. Foliar magnesium application improves sweet corn yield: boosting nutrient uptake and grain carbohydrate under dense planting condition / Ye D., Yu Z., Chen J., Wei S., Zhang Z., Huang S., Su D., Liu T., Muneer M. A. // Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. Art. 1499391. doi: 10.3389/fpls.2025.1499391.
12. Grabovskiy M., Kucheruk P., Pavlichenko K. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production // Environmental Science and Pollution Research. 2023. Vol. 30. P. 70022–70038. doi: 10.1007/s11356-023-27235-3.
13. Семина С. А., Гаврюшина И. В., Семина Ю. А. Комплексные удобрения как фактор регулирования урожайности кукурузы // Нива Поволжья. 2019. № 2(51). С. 85-91.
14. Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций / И. Х. Габдрахманов, Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев и др. Том Часть 1. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. 168 с.
15. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов и др. Москва: Подразделение оперативной полиграфии ВИК, 1983. 197 с.
16. БАТР - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dol-agro.ru/batr-max>
17. Bionovatic. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bionovatic.ru/about>.
18. Изагри Вита [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrotechnik-seeds.ru>.

References

1. Mikhaylova MYu, Gilyazov MYu, Nizamov RM. [The role of macro- and microfertilizers in increasing the productivity and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2023; 2. 34-41 p. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-213.

2. Fomin VN, Gaynutdinov IR, Ivanova MV. [Productivity and feed value of corn depending on macro- and microfertilizers, biopreparations]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2025; 5(36). 47-53 p.
3. Bagrintseva VN, Ivashenko IN. [Efficiency of foliar feeding of corn with Batr fertilizers]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2021; 1(99). 28-36 p. doi: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.
4. Titova VI. [Optimization of nitrogen and potassium fertilizer application on soils with high phosphorus content]. *Permskiy agrarnyy vestnik*. 2018; 1(21). 87-93 p.
5. Semina SA, Gavryushina IV. [Effect of preparations with microelements on morphobiometric indicators and productivity of corn]. *Agrokhimicheskiy vestnik*. 2017; 6. 43-46 p.
6. Ryabova TN. [Forage productivity of corn with foliar treatment of crops]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2025; 2(82). 14-18 p. doi: 10.48012/1817-5457_2025_2_14-18.
7. Khalafi A, Mohsenifar K, Gholami A, Barzegari M. Corn (*Zea mays* L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use. *International Journal of Plant Production*. 2021; Vol.15. 589-597 p. doi: 10.1007/s42106-021-00148-2.
8. Niu J, Liu C, Huang M, Liu K, Yan D. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021; Vol.21. 104-118 p. doi: 10.1007/s42729-020-00346-3.
9. Jarecki W, Borza IM, Rosan CA, Domuța CG, Vicas SI. The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain. *Agronomy*. 2025; Vol.15. No.8. Art.1859. doi: 10.3390/agronomy15081859.
10. Xue YF, Li XJ, Yan W, Miao Q, Zhang CY, Huang M, Sun JB, Qi SJ, Ding ZH, Cui ZL. Biofortification of different maize cultivars with zinc, iron and selenium by foliar fertilizer applications. *Frontiers in Plant Science*. 2023; Vol.14. Art. 1144514. doi: 10.3389/fpls.2023.1144514.
11. Ye D, YuZ, Chen J, Wei S, Zhang Z, Huang S, Su D, Liu T, Muneer MA. Foliar magnesium application improves sweet corn yield: boosting nutrient uptake and grain carbohydrate under dense planting condition. *Frontiers in Plant Science*. 2025; Vol.16. Art. 1499391. doi: 10.3389/fpls.2025.1499391.
12. Grabovskiy M, Kucheruk P, Pavlichenko K. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023; Vol.30. 70022-70038 p. doi: 10.1007/s11356-023-27235-3.
13. Semina SA, Gavryushina IV, Semina YuA. [Complex fertilizers as a factor in regulating corn yield]. *Niva Povolzhya*. 2019; 2(51). 85-91 p. 10.
14. Gabdrakhmanov IKh, Fayzrakhmanov DI, Valiev AR. Sistema zemledeliya Respubliki Tatarstan. Innovatsii na baze traditsiy. Chast 1. [Agriculture system of the Republic of Tatarstan. Innovations based on traditions. Chapter 1]. Kazan: Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy. 2013; 168 p.
15. Novoselov YuK, Kireev VN, Kutuzov GP. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. [Methodological guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow: Podrazdelenie operativnoy poligrafii VIK. 1983; 197 p.
16. BATR. [Internet]. Available from: <https://dol-agro.ru/batr-max>
17. Bionovatic. [Internet]. Available from: <https://bionovatic.ru/about>.
18. Izagri Vita. [Internet]. Available from dostupa: <https://agrotehnik-seeds.ru>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Фомин Владимир Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: tipka2015@yandex.ru

Владимиров Александр Владимирович – аспирант кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: phill-collins@mail.ru

Хуснутдинов Рашит Гарафович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий агроном ООО «Бионоватик» (420095, Российская Федерация, г. Казань, Технополис "Химград", ул. Восстания, 100, корп. 203 А, офис 10), e-mail: husnutdinov.r.g@bionovatic.ru

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 11.03.2026; одобрена после рецензирования 16.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Fomin Vladimir Nikolaevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: tipka2015@yandex.ru

Vladimirov Aleksandr Vladimirovich – post-graduate student of Plant Growing and Horticulture Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: phill-collins@mail.ru

Khusnutdinov Rashit Garafovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading agronomist Bionovatic LLC (100 Vosstaniya St., Bldg. 203A, Office 10, Technopolis "Himgrad", Kazan, 420095, Russian Federation), e-mail: husnutdinov.r.g@bionovatic.ru

The authors have reviewed and approved the final manuscript.

Submitted 11.03.2026; revised 16.06.2026; accepted 25.06.2026.

ВЛИЯНИЕ ИММУНОТРОПНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ИММУННЫЙ СТАТУС КОРОВ ПОСЛЕ ОТЕЛА

© 2026 Кляпнев А. В.¹✉, Семенов В. Г.²

¹Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева
(г. Нижний Новгород, Российская Федерация)

²Чувашский государственный аграрный университет
(г. Чебоксары, Российская Федерация)
✉ a_klyapnev@mail.ru

Реферат. Целью работы стало изучение влияния иммуностропных препаратов – натрия нуклеината и риботана на состояние обменных процессов и основных показателей иммунитета у коров после отела. Иммуностропные препараты не оказали достоверного влияния на температуру тела, артериальный пульс и частоту дыхательных движений. Натрия нуклеинат и риботан достоверно повысили содержание общего белка в сыворотке крови коров соответственно на 2,70 и 2,90 г/л ($P<0,05$), альбуминов – на 1,30 и 1,50 г/л ($P<0,05$), гамма-глобулинов – на 1,80 и 2,0 г/л ($P<0,05$), глюкозы – на 0,20 и 0,25 ммоль/л ($P<0,05$), общего кальция – на 7,14 и 9,24% ($P<0,05$), неорганического фосфора – на 14,0 и 18,66% ($P<0,05$), количество лейкоцитов – на 8,98 и 12,35% ($P<0,05$), относительное количество эозинофилов – на 0,60 и 0,90% ($P<0,05$), сегментоядерных нейтрофилов – на 1,2 и 1,0% ($P<0,05$), лимфоцитов – на 1,0 и 1,50% ($P<0,05$), моноцитов – на 0,30 и 0,10% ($P<0,05$), а также уровни бактерицидной активности сыворотки крови – на 3,70 и 4,30% ($P<0,05$), лизоцимной активности сыворотки крови – на 1,40 и 2,40% ($P<0,05$), фагоцитарной активности нейтрофилов – на 1,90 и 3,70% ($P<0,05$) и фагоцитарного индекса – на 13,84 и 21,53% ($P<0,05$). Таким образом, натрия нуклеинат и риботан, инъектируемые коровам перед отелом, улучшают белковый, углеводный, минеральный обмены, а также стимулируют клеточные и гуморальные звенья иммунной системы и неспецифической резистентности организма новотельных коров.

Ключевые слова: коровы, иммуностропные препараты, натрия нуклеинат, риботан, стельность, отел, клинко-физиологическое состояние, метаболизм, иммунный статус коров, иммунокомпетентные клетки.

Для цитирования: Кляпнев А.В., Семенов В.Г. Влияние иммуностропных препаратов на обмен веществ и иммунный статус коров после отела // Агроботехнологии и цифровое земледелие. 2026. № 2(18). С. 44-51. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-44-51

INFLUENCE OF IMMUNOTROPIC DRUGS ON METABOLISM AND IMMUNE STATUS OF COWS AFTER CALVING

© 2026 Klyapnev A. V.^a✉, Semenov V. G.^b

^aNizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L.Ya. Florentev
(Nizhny Novgorod, Russian Federation)

^bChuvash State Agrarian University
(Cheboksary, Russian Federation)
✉ a_klyapnev@mail.ru

Abstract. The aim of this study was to investigate the influence of immunotropic drugs – sodium nucleinate and ribotan – on metabolic processes and key immune indicators in cows after calving. Immunotropic drugs had no significant effect on body temperature, arterial pulse or respiratory rate. Sodium nucleinate and ribotan significantly increased the content of total protein in the blood serum of cows by 2.70 and 2.90 g/l ($P<0.05$), respectively, albumin - by 1.30 and 1.50 g/l ($P<0.05$), gamma globulins - by 1.80 and 2.0 g/l ($P<0.05$), glucose - by 0.20 and 0.25 mmol/l ($P<0.05$), total calcium - by 7.14 and 9.24% ($P<0.05$), inorganic phosphorus - by 14.0 and 18.66% ($P<0.05$), the number of leukocytes - by 8.98 and 12.35% ($P<0.05$), the relative number of eosinophils - by 0.60 and 0.90% ($P<0.05$), segmented neutrophils – by 1.2 and 1.0% ($P<0.05$), lymphocytes – by 1.0 and 1.50% ($P<0.05$), monocytes – by 0.30 and 0.10% ($P<0.05$), as well as the levels of bactericidal activity of blood serum – by 3.70 and 4.30% ($P<0.05$), lysozyme activity of blood serum – by 1.40 and 2.40% ($P<0.05$), phagocytic activity of neutrophils – by 1.90 and 3.70% ($P<0.05$) and phagocytic index – by 13.84 and 21.53% ($P<0.05$). Thus, sodium nucleinate and ribotan, injected into cows before calving, improve protein, carbohydrate and mineral metabolism, and stimulate the cellular and humoral components of the immune system and non-specific resistance of fresh cows.

Key words: cows, immunotropic drugs, sodium nucleinate, ribotan, pregnancy, calving, clinical and physiological state, metabolism, immune status of cows, immunocompetent cells.

For citation: Klyapnev AV, Semenov VG. [Influence of immunotropic drugs on metabolism and immune status of cows after calving]. Agrobiotechnologies and digital farming. 2026; 2(18). 44-51 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-44-51

Введение. В современных условиях активно идет интенсификация молочного скотоводства. Это подразумевает повышение производства молока за счет значительного увеличения продуктивности крупного рогатого скота [1]. В организме высокопродуктивных коров образование больших количеств молока обеспечивается интенсивными обменными процессами, которые требуют поступления большего количества энергии, белков, жиров и углеводов в составе рационов [2]. Помимо этого, должны быть созданы благоприятные зоогигиенические и санитарные условия существования. Коровы современных пород, особенно чернопестрые, весьма чувствительны к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. При этом от состояния организма коров до и после отела зависит здоровье и продуктивность потомства [3].

По данным отечественных ученых установлено, что до отела количество иммунных клеток Т- и В-лимфоцитов повышается, а после него – понижается [4]. Также после отела снижены показатели неспецифической резистентности [5]. После отела у клинически здоровых коров развивается окислительный стресс, связанный с нейроэндокринной перестройкой и развитием максимального напряжения метаболических процессов в организме животного [6]. Уровень молочной продуктивности определяет интенсивность обменных процессов организма. У коров с молочной продуктивностью 10,1-12,0 тыс. кг в крови отмечали больше эритроцитов, гемоглобина, общего белка, альбуминов, мочевины, глюкозы, АсАТ, а также соотношение АсАТ/АлАТ по сравнению с коровами, имеющими продуктивность 4,0-6,0 и 6,1-8,0 тыс. кг [7, 8, 9].

Для оценки метаболизма животных в настоящее время широко используются показатели молока. В исследовании на коровах со среднегодовым удоем 10672 кг молока установлено, что оптимальные метаболические показатели по содержанию ацетона наблюдались в 70,9% проб молока, ВНВ – в 65,5%, а мочевины – лишь в 35,8%. Наименьшая доля коров с оптимальными метаболическими показателями зафиксирована в период интенсивного лактогенеза, что ограничивает полное проявление их высокого генетического потенциала [10]. Минимальное количество соматических клеток обнаружено в молоке первотелок независимо от периода лактации, а максимальное – у коров 3 и 4 лактации в период стабильной лактации. Жирность молока ниже у коров 1-й и 2-й лактации по сравнению с коровами 3-й и 4-й лактации. Содержание белка в молоке самое высокое у коров 2-й и 3-й лактации. Уровень лактозы максимален в период раздоя коров независимо от номера лактации [11].

У коров с осложнённой беременностью имеется повышенное содержание молочной кислоты и пониженное пировиноградной, а также высокое соотношение лактат/пируват и HIF-1 α [12].

На заключительном этапе беременности с осложненным ее течением, сопровождающейся внутриутробной гипоксией, в крови у коров ниже содержание глюкозы, пировиноградной кислоты, витамина А, витамина Е, активности каталазы, ГПО, но повышен уровень молочной кислоты, соотношение лактат: пируват, креатинина, мочевины, МСМ, ИЭИ [13].

У коров с синдромом задержки развития плода регистрируется снижение содержания гемоглобина в эритроците, средней концентрации гемоглобина в эритроците, увеличение широты распределения эритроцитов, повышение уровня гемолиза [14].

Установлено, что в 135-150 дней беременности у коров с осложненным ее течением выше содержание лейкоцитов, эозинофилов, моноцитов, тромбоцитов, ФНО α , ИЛ-2, активности АсАТ, АлАТ, ГГТ, при снижении протромбинового времени, АЧТВ. В 210-230 дней беременности при осложненном ее течении в форме гестоза изменения в крови коров свидетельствуют о наличии воспалительного процесса в органах воспроизводства, эндогенной интоксикации, поражении печени функционального и органического характера, почечной недостаточности, риске развития тромбоза сосудов [15].

Болезни печени у коров вызывают изменение лейкоцитарных индексов и биохимических показателей крови. При цитолизе гепатоцитов средней степени наблюдается умеренное повышение сегментоядерных нейтрофилов и снижение ИСЛМ, тогда как остальные индексы остаются без существенных изменений. При холестазе уже при легкой степени поражения печени отмечается достоверное повышение ЛИИ, ИСЛК, ИСНМ и ИК, снижение ИЛГ и ИСЛМ, а также рост сегментоядерных нейтрофилов и снижение лимфоцитов [16].

Актуальными задачами ветеринарной медицины является коррекция обменных, иммунных и гормональных процессов коров [17]. Использование глубококостельным коровам с анемией биогенного стимулятора на основе гидрофильной криофракции селезенки (BoHCFS) и её сочетания с цитокинами (BoGM-CSF, BoIFN- α , BoIFN- λ) в период вакцинации усиливали спонтанный и стимулированный НСТ-тест, повышало значения фагоцитарного числа и индекса, количество Т- и В-лимфоцитов, уровень общих иммуноглобулинов и бактерицидной активности сыворотки крови [18]. Использование кормовой добавки «АнтиКлос» на основе штамма микроорганизма *Bacillus* sp., а также органических кислот и натуральных растительных веществ (надземные вегетативные части хвойных растений) новотельным коровам улучшало микробиом рубца и повышало среднесуточные надои до 7,5 кг [19]. Лиофилизированная кормовая добавка «Бонака-АПК», обладающая пре-, про-, и метаболитическими свойствами и содержащая большой спектр полезных микроорганизмов, повышала надои до 3,3 кг, массовую долю

белка и жира в молоке [20]. Витаминно-минеральная добавка «Промевит» и белково-витаминный концентрат «Биатис», используемые вместе с основным рационом, повышали удой за лактацию на 17,5%, содержание в молоке жира, белка, кальция и фосфора [21]. Добавка на основе фукусовых водорослей улучшала рацион коров за счет микроэлементов (селена, цинка, железа), витаминов (А, D, E, группы В), а также повышала надой до 11,0% и жирность молока [22].

Целью работы стало изучение влияния иммуностропных препаратов – натрия нуклеината и риботана на состояние обменных процессов и основных показателей иммунитета у коров после отела.

Условия, материалы и методы. Исследования проведены в осенне-зимний период в условиях молочно-товарной фермы сельскохозяйственного производственного кооператива «Нижегородец» Нижегородской области. Объектами исследования выступили 30 стельных коров черно-пестрой голштинизированной породы. С учетом возраста, молочной продуктивности, массы тела подопытных коров разделили поровну на три группы: две опытные и одну контрольную по десять животных в каждой группе. Коровам 1-й опытной группы вводили внутримышечно 0,2% водный раствор натрия нуклеината в дозе 5 мл, однократно; коровам 2-й опытной группы внутримышечно вводили риботан в дозе 5 мл, однократно. Коровы 3-й группы служили контролем, им вводили раствор хлорида натрия 0,9%. Препараты инъектировали за 3-9 суток до отела.

Отбор проб венозной крови осуществляли из хвостовой вены дважды – до введения препаратов и после отела. Клинико-физиологическое состояние оценивали по общепринятым в ветеринарии методикам. Клеточный состав крови изучали с помощью гематологического анализатора HTI Micro-CC-20 Plus (USA), анализ лейкоцитарной формулы путем окраски мазка крови по Романовскому-Гимза. Содержание Т-лимфоцитов в крови определяли методом спонтанного розеткообразования с эритроцитами барана (Е-РОК), В-лимфоцитов – методом розеткообразования с эритроцитами быка в системе ЕАС-РОК. Белковые фракции крови определяли на анализаторе Minisep, Sebia, резервную щелочность крови – диффузным методом с помощью сдвоенных колб по И.П. Кондрахину, уровень глюкозы в безбелковом фильтрате крови – по цветной реакции с ортотолуидином, общий кальций в сыворотке крови – комплексометрическим методом по Уилкинсону, неорганический фосфор в безбелковом фильтрате крови – с ванадат-молибденовым реактивом по Ивановскому, каротин в сыворотке крови – по Кари и Прейсу в модификации Юдкина, малоновый диальдегид (МДА) в крови – по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой (И. П. Кондрахин, 2004).

Исследование бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) осуществляли фото-нефелометрическим методом в модификации О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой (1966) с применением тест-культуры *Escherichia coli* (штамм O111), лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК) – фотоэлектроколориметрическим методом с использованием тест-культуры *Micrococcus lysodeikticus*, фагоцитарной активности нейтрофилов (ФАН) – с использованием тест-культуры *Staph. albus* (также рассчитывали в процентах фагоцитарный индекс (ФИ)).

Анализ крови выполнялись на кафедре «Анатомия, хирургия и внутренние незаразные болезни» ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, лаборатории «Гемохелп» г. Нижний Новгород. Полученный цифровой экспериментальный материал обработан методом вариационной статистики по Стентону Гланцу (1999), с помощью сервисных программ и статистических функций программы Microsoft Excel 2013. Для выявления статистически значимых различий использован критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Оценивали клинико-физиологическое состояние коров до инъектирования препаратов, а также после отела. Температура тела подопытных коров во все периоды исследования находилась в пределах физиологических норм и варьировала в диапазоне $38,20 \pm 0,10 \dots 38,30 \pm 0,12^\circ\text{C}$ у коров контрольной группы, $38,20 \pm 0,13 \dots 38,30 \pm 0,09^\circ\text{C}$ – у коров 1-й опытной группы, $38,10 \pm 0,10 \dots 38,30 \pm 0,14^\circ\text{C}$ – у коров 2-й опытной группы. Частота пульса также не имела достоверной разницы у животных разных групп и изменялась в диапазоне $75,0 \pm 1,14 \dots 77,0 \pm 1,18$ уд./мин. у коров контрольной группы, $75,0 \pm 1,16 \dots 79,0 \pm 1,24$ – у коров 1-й опытной группы и $76,0 \pm 0,90 \dots 78,0 \pm 1,20$ – у коров 2-й опытной группы, т.е. значения указанного параметра находились в пределах физиологических норм у всех исследуемых животных. Частота дыхательных движений также находилась в пределах физиологических норм и была в диапазоне $23,0 \pm 0,42 \dots 24,0 \pm 0,50$ д.дв./мин. у коров контрольной группы, $23,0 \pm 0,47 \dots 24,0 \pm 0,31$ – у коров 1-й опытной группы и $22,0 \pm 0,28 \dots 23,0 \pm 0,54$ д. дв./мин. у коров 2-й опытной группы. Таким образом, при анализе значений температуры тела, пульса и дыхательных движений у коров контрольной, 1-й и 2-й опытных групп пришли к выводу, что все клинико-физиологические показатели как до, так и после отела были в пределах физиологических норм и изменялись в соответствии с состоянием животных. Испытуемые иммуностропные препараты натрия нуклеинат и риботан не оказали негативного влияния на клинико-физиологические показатели организма подопытных коров.

Оценивая показатели белкового спектра

сыворотки крови, установили, что межгрупповые отличия разных фракций белков у подопытных животных до отела отсутствовали (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика общего белка и белковых фракций подопытных коров, ($M \pm m$, $n=10$)
Table 1 – Dynamics of total protein and protein fractions in experimental cows ($M \pm m$, $n=10$)

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
до отела			
Общий белок, г/л	80,0 $\pm$ 0,45	80,60 $\pm$ 0,71	80,20 $\pm$ 0,60
Альбумины, г/л	34,80 $\pm$ 0,17	34,70 $\pm$ 0,19	34,70 $\pm$ 0,22
Альфа-глобулины, г/л	11,40 $\pm$ 0,34	11,50 $\pm$ 0,28	11,30 $\pm$ 0,15
Бета-глобулины, г/л	10,40 $\pm$ 0,22	10,50 $\pm$ 0,30	10,40 $\pm$ 0,24
Гамма-глобулины, г/л	23,40 $\pm$ 0,34	23,90 $\pm$ 0,18	23,80 $\pm$ 0,25
после отела			
Общий белок, г/л	78,50 $\pm$ 0,65	81,20 $\pm$ 0,58*	81,40 $\pm$ 0,80*
Альбумины, г/л	32,80 $\pm$ 0,30	34,10 $\pm$ 0,27*	34,30 $\pm$ 0,25*
Альфа-глобулины, г/л	14,40 $\pm$ 0,32	13,80 $\pm$ 0,52	13,50 $\pm$ 0,34
Бета-глобулины, г/л	10,40 $\pm$ 0,18	10,50 $\pm$ 0,20	10,60 $\pm$ 0,32
Гамма-глобулины, г/л	20,90 $\pm$ 0,14	22,70 $\pm$ 0,25*	22,90 $\pm$ 0,34*

Примечание: * — различия между контрольной и опытной группами достоверны при $p < 0,05$
Note: * — differences between the control and experimental groups are significant at $p < 0.05$

После отела уровень общего белка у коров контрольной группы понижался, а у коров 1-й и 2-й опытных групп повышался. В то же время уровень общего белка у коров 1-й опытной группы был достоверно выше по сравнению с контролем на 2,70 г/л, а у коров 2-й опытной — на 2,90 г/л. Отмеченное повышение уровня общего белка свидетельствует об улучшении синтеза различных фракций белков в организме на фоне использования натрия нуклеината и риботана. Уровень альбуминов сыворотки крови понижался после отела у всех подопытных коров, однако интенсивность снижения была несколько ниже у коров 1-й и 2-й опытных групп. В то же время содержание альбуминов по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы было достоверно больше на 1,30 г/л, а у коров 2-й опытной группы — на 1,50 г/л. Повышение данной фракции белка свидетельствует о способности используемых препаратов усиливать синтез альбуминов в печени коров.

Содержание альфа-глобулинов после отела у всех подопытных коров повышалось, но интенсивность повышения у коров 1-й и 2-й опытных групп была ниже по сравнению с коровами-аналогами контрольной группы. Так, в контрольной группе повышение составило 3,0 г/л, в 1-й опытной группе — 2,30 г/л, во 2-й опытной — 2,20 г/л. Достоверной разницы в содержании этих белков в сыворотке крови у животных разных групп не было.

В динамике после отела содержание бета-глобулинов сыворотки крови почти не

изменилось у подопытных коров. Содержание этих белков в сыворотке крови у животных разных групп было сходным. После отела уровень гамма-глобулиновой фракции белка понижался у подопытных коров, что связано с активным поступлением этих белков в молоко. У коров 1-й и 2-й опытных групп гамма-глобулинов было достоверно больше по сравнению с контролем соответственно на 1,80 и 2,0 г/л.

Оценивая показатели резервной щелочности, глюкозы, общего кальция, неорганического фосфора, каротина, малонового диальдегида установили, что межгрупповые отличия указанных показателей у подопытных коров до отела отсутствовали (табл. 2). Уровень резервной щелочности у подопытных коров после отела понижался, однако этот показатель был достоверно выше по сравнению с контролем у животных 1-й опытной группы на 3,50 об. % CO_2 (7,29%), у животных 2-й опытной группы — на 4,80 об. % CO_2 (10,0%).

Концентрация глюкозы в крови у подопытных коров после отела снижалась, однако этот показатель был достоверно выше по сравнению с контролем у животных 1-й опытной группы на 0,20 ммоль/л (8,69%), а у коров 2-й опытной группы — на 0,25 ммоль/л (10,86%). Установленная динамика повышения содержания глюкозы в крови после отела свидетельствует об активизации углеводного обмена организма коров на фоне использования натрия нуклеината и риботана.

Таблица 2 – Биохимические показатели сыворотки крови подопытных коров, (M±m, n=10)
Table 2 – Biochemical parameters of blood serum in experimental cows (M±m, n=10)

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
до отела			
Резервная щелочность, об. % CO ₂	53,40±0,78	53,20±1,24	53,30±1,10
Глюкоза, ммоль/л	2,67±0,08	2,70±0,09	2,68±0,12
Общий кальций, ммоль/л	2,64±0,06	2,63±0,05	2,65±0,06
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,44±0,07	1,43±0,06	1,45±0,05
Каротин, мг/%	0,42±0,10	0,41±0,07	0,43±0,08
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	1,25±0,13	1,28±0,15	1,26±0,10
после отела			
Резервная щелочность, об. % CO ₂	48,0±0,70	51,50±1,13*	52,80±1,08*
Глюкоза, ммоль/л	2,30±0,06	2,50±0,10*	2,55±0,10*
Общий кальций, ммоль/л	2,38±0,07	2,55±0,09*	2,60±0,08*
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,50±0,05	1,71±0,08*	1,78±0,09*
Каротин, мг/%	0,35±0,09	0,40±0,12	0,42±0,11
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	1,72±0,50	1,50±0,06*	1,45±0,09*

Примечание: * — различия между контрольной и опытной группами достоверны при $p < 0,05$
Note: * — differences between the control and experimental groups are significant at $p < 0.05$

Уровень общего кальция в сыворотке крови у подопытных коров после отела понижался, однако, такая динамика была менее выражена у коров 1-й и 2-й опытных групп. Кроме того, уровень общего кальция был достоверно выше по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы на 7,14%, а у коров 2-й опытной группы – на 9,24%. Уровень неорганического фосфора в сыворотке крови у подопытных коров после отела повышался. В то же время уровень неорганического фосфора был достоверно выше по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы на 14,0%, а у коров 2-й опытной группы – на 18,66%. Повышение уровней общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови свидетельствует о том, что иммуностропные препараты натрия нуклеинат и риботан стимулировали минеральный обмен организма коров-матерей.

В ходе опыта установлено, что уровень каротина понижался у всех подопытных коров. Однако этот процесс был менее выражен у коров 1-й и 2-й опытных групп, и содержание каротина после отела у животных указанных групп было выше по сравнению с контролем, однако разница была статистически недостоверной. Таким образом, иммуностропные препараты натрия нуклеинат и риботан, инъецируемые коровам перед отелом, не оказали влияния на обмен каротина в организме, но возможно способствовали сохранению его более высокого содержания в сыворотке крови.

После отела уровень малонового диальдегида (МДА) в крови подопытных коров повышался, при этом значения данного показателя были ниже у коров 1-й опытной группы на 12,79%, а у коров 2-й опытной группы – на 15,69%, что свидетельствует о снижении интенсивности образования продуктов перекисного окисления липидов.

Установлено, что после отела коровы

1-й опытной группы имели достоверно большее количество лейкоцитов на 8,98%, а коровы 2-й опытной группы – на 12,35%. Относительное количество эозинофилов после отела было больше у коров 1-й опытной группы на 0,60%, у коров 2-й опытной – на 0,90% по сравнению с контролем. Относительное количество палочкоядерных нейтрофилов крови после отела у коров 1-й опытной группы было меньше на 2,50%, а у коров 2-й опытной группы – на 3,20% по сравнению с контролем. Относительное количество сегментоядерных нейтрофилов у коров 1-й опытной группы после отела было больше на 1,20%, а у коров 2-й опытной группы – на 1,0% по сравнению с контролем. Абсолютное количество сегментоядерных нейтрофилов в этот период было больше по сравнению с контролем в 1-й опытной группе на 12,32%, а во 2-й опытной – на 15,47%. Относительное количество лимфоцитов после отела у коров 1-й опытной группы было больше на 1,0%, а у коров 2-й опытной группы – на 1,50% по сравнению с контролем. Абсолютное количество лимфоцитов в этот период было больше по сравнению с контролем в 1-й опытной группе на 11,24%, а во 2-й опытной – на 16,02%. Относительное количество моноцитов после отела у коров 1-й опытной группы было больше на 0,30%, а у коров 2-й опытной группы – на 0,10% по сравнению с контролем. У коров 1-й и 2-й опытных групп после отела имелся более низкий индекс нейтрофилы / лимфоциты соответственно на 5,37 и 8,60%.

Было проведено определение и подсчет количества Т- и В-лимфоцитов крови подопытных коров. Анализируя содержание относительного и абсолютного количества Т- и В-лимфоцитов крови установили, что межгрупповые отличия у подопытных животных до отела отсутствовали. После отела происходило понижение Т- и В-лимфоцитов

у подопытных коров. Однако у коров 1-й опытной группы относительное и абсолютное количество Т-лимфоцитов было больше на 6,36 и 18,77%, а у коров 2-й опытной группы – на 8,18 и 25,76% соответственно. Также у коров 1-й опытной группы относительное и абсолютное количество В-лимфоцитов было больше на 8,01 и 20,45%, а у коров

2-й опытной группы – на 8,49 и 27,27% соответственно.

Оценивая основные показатели неспецифической резистентности: БАСК, ЛАСК, ФАН, ФИ коров-матерей установили, что межгрупповые отличия указанных показателей у подопытных коров до отела отсутствовали (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели неспецифической резистентности крови подопытных коров, (M±m, n=10)

Table 3 – Indicators of nonspecific blood resistance in experimental cows (M±m, n=10)

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
до отела			
БАСК, %	54,46±1,54	54,53±1,49	54,90±1,81
ЛАСК, %	18,50±0,58	18,60±0,66	18,70±0,71
ФАН, %	50,50±0,74	50,80±0,86	50,60±0,80
ФИ	8,20±0,58	8,30±0,56	8,20±0,55
Общие иммуноглобулины, мг/мл	23,20±0,44	23,70±0,10	23,50±0,39
после отела			
БАСК, %	47,80±1,46	51,50±1,32*	52,10±1,24*
ЛАСК, %	15,10±0,48	16,50±0,34*	17,50±0,32*
ФАН, %	45,10±0,52	47,0±0,70*	48,80±0,74*
ФИ	6,50±0,31	7,40±0,28*	7,90±0,22*
Общие иммуноглобулины, мг/мл	20,80±0,10	22,60±0,12*	22,80±0,22*
Примечание: БАСК – бактерицидная активность сыворотки крови, ЛАСК – лизоцимная активность сыворотки крови, ФАН – фагоцитарная активность нейтрофилов, ФИ – фагоцитарный индекс			

Примечание: * — различия между контрольной и опытной группами достоверны при $p < 0,05$

Note: * — differences between the control and experimental groups are significant at $p < 0.05$

Бактерицидная активность сыворотки крови у всех подопытных коров после отела снижалась. При этом уровень БАСК был выше по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы на 3,70%, а у коров 2-й опытной – на 4,30%. Лизоцимная активность сыворотки крови у всех подопытных коров после отела также снижалась. При этом уровень ЛАСК был выше по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы на 1,40%, а у коров 2-й опытной – на 2,40%. Фагоцитарная активность нейтрофилов крови у всех подопытных коров после отела снижалась. При этом уровень ФАН был выше по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы на 1,90%, а у коров 2-й опытной – на 3,70%. Фагоцитарный индекс крови у всех подопытных коров после отела снижался. При этом уровень ФИ был выше по сравнению с контролем у коров 1-й опытной группы на 0,90 (13,84%), а у коров 2-й опытной – на 1,40 (21,53%).

Выводы. На основании полученных результатов было установлено, что иммуно-тропные препараты натрия нуклеинат и риботан, инъецированные глубокостельным коровам перед отелом, повышали содержание общего белка сыворотки крови за счет альбуминов и гамма-глобулинов, уровни глюкозы, общего кальция, неорганического фосфора, резервной щелочности крови, а также понижали уровень малонового диальдегида. Натрия нуклеинат и риботан повышали бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови, фагоцитарную активность нейтрофилов и фагоцитарный индекс. В совокупности указанные эффекты свидетельствуют об улучшении белкового, углеводного, минерального обменов, активизации клеточных и гуморальных факторов иммунной системы и неспецифической резистентности. Более выраженным эффектом обладал препарат риботан.

Литература

- Донник И.М., Чеченихина О.С., Смирнова Е.С. Стрессоустойчивость коров чернопестрой породы зоны Урала // Аграрный вестник Урала. 2022. № 11(226). С. 25–37. doi:10.32417/1997-4868-2022-226-11-25-37.
- Оценка влияния генотипа на лактационную деятельность первотелок голштинской породы / Н.Л. Игнатова, Д.В. Упинина, Л.В. Ефимова и др. // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2026. №1 (36). С. 96-101. doi: 10.48612/vch/dmf2-k9bm-bn1m.
- Оценка острой и хронической токсичности нового иммуностропного препарата / Е.Н. Виктор, Р.Р. Фалыхов, Л.П. Гладких и др. // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2026. №1 (36). С.84-88. doi: 10.48612/vch/3rzh-9d78-b915.
- Молянова Г.В., Максимов В.И., Григорьев В.С. Физиолого-биохимическое влияние естественного минерала цеолита воднита на статус коров в природных условиях среднего Поволжья // Ученые записки

Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2018. Т. 235. № 3. С. 141-147. doi: 10.31588/2413-4201-1883-235-3-141-147.

5. Гематологические показатели в период сухостоя и характер течения родов и послеродового периода у коров / Х. Б. Баймишев, М. Х. Баймишев, В. А. Гусева и др. // Инновации, современные тенденции развития животноводства и зоотехнической науки: методы, технологии, экологическая безопасность производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. 2025. С. 114-118.

6. Свободнорадикальное окисление липидов и антиоксидантная защита при мастите у коров в запуске и в послеродовой период / В. И. Зимников, О. Б. Павленко, О. В. Фенич и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2025. № 3 (32). С. 113-124. doi: 10.65173/2541-8203.2025.32.3.010.

7. Морфобиохимические показатели крови коров черно-пестрой породы в зависимости от уровня молочной продуктивности / В.А. Плешков, А.Н. Миронов, С.Г. Лысенко и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 1 (243). С. 64-69. doi: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-64-69.

8. Сергеев И.В., Сычева Л.В. Переваримость питательных веществ и использование в организме дойных коров, потреблявших травяную муку из лезвие сафлоровидной // Пермский аграрный вестник. 2019. №3 (27). С. 132-139.

9. Обмен веществ в организме суксунских коров в фазу стабилизации лактации / Сычева Л.В., Юнусова О.Ю., Никулина Н.Б. и др. // Пермский аграрный вестник. 2025. № 2 (50). С.154-159. doi: 10.47737/2307-2873_2025_50_154.

10. Хромова Л. Г., Байлова Н. В., Ткачёва Ю. А. Оценка молочной продуктивности, качества молока и метаболического статуса коров голштинской породы // Ветеринарный фармакологический вестник. 2026. № 1 (34). С. 116-130. doi: 10.65173/2541-8203.2026.14.51.009.

11. Сравнительный анализ физико-химических и биохимических свойств молока коров в зависимости от возраста и периода лактации / О. Б. Павленко, В. Ю. Сулин, В. И. Зимников и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2024. № 1 (26). С. 146-163. doi: 10.17238/issn2541-8203.2024.1.146.

12. Маркеры ранней диагностики гипоксического состояния плода при развитии эмбриопатий у коров / В. И. Михалёв, Г. Г. Чусова, Н. А. Стрельников и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2025. № 3 (32). С. 146-158. doi: 10.65173/2541-8203.2025.32.3.013.

13. Показатели биохимического статуса крови коров, предрасположенных к развитию внутриутробной гипоксии плода / В. И. Михалёв, Г. Г. Чусова, Е. М. Степанов и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2025. № 2 (31). С. 136-146.

14. Показатели функционального состояния эритроцитов беременных коров при развитии эмбриопатий / В. И. Михалёв, В. Ю. Сулин, Г. Г. Чусова и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2025. № 1 (30). С. 127-136.

15. Морфобиохимический статус крови коров с физиологическим и осложненным течением гестации / В. И. Михалёв, В. Н. Скориков, Г. Г. Чусова и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2024. № 1 (26). С. 76-87. doi: 10.17238/issn2541-8203.2024.1.76.

16. Изменения морфологического состава крови у крупного рогатого скота при патологиях печени / Е. О. Кузнецова, А. И. Белоусов, О. Ю. Опарина и др. // Ветеринарный фармакологический вестник. 2025. № 4 (33). С. 147-163. doi: 10.65173/2541-8203.2025.33.4.014.

17. Состояние прооксидантно-антиоксидантной системы у коров с разным клиническим статусом во время беременности / Г.А. Востроилова, П.А. Паршин, М.С. Жуков и др. // Международный вестник ветеринарии. 2023. №1. С. 301-311. doi: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.301.

18. Влияние применения биогенного стимулятора и цитокинов на иммунологический статус стельных коров с экстрагенитальной патологией (анемия) / П.А. Паршин, Ю.Н. Бригадиров, И.Т. Шапошников и др. // Международный вестник ветеринарии. 2026. №1. С. 396-405. doi: 10.52419/issn2072-2419.2026.1.396.

19. Состав микрофлоры химуса пищеварительной системы и молочная продуктивность коров в период раздоя под влиянием комплексного биопрепарата / Е. А. Ылдырым, Л. А. Ильина, В. А. Филиппова и др. // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 01. С. 46-58. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-46-58.

20. Результаты применения кормовой добавки пробиотического действия для повышения продуктивности дойных коров / Е. Ю. Облогина, Н. Н. Забашта, Е. Н. Головкин и др. // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 01. С. 98-107. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-98-107.

21. Быкова О. А., Теплякова Н. В., Косилов В. И. Молочная продуктивность крупного рогатого скота при использовании натуральных кормовых добавок // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 04. С. 597-605. doi: 10.32417/1997-4868-2025-25-04-597-605.

22. Мудрук С.С., Карпенко Л.Ю. Влияние фукусковых водорослей на показатели качества молока и продуктивность коров // Международный вестник ветеринарии. 2025. №1. С. 311-316. doi: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.311.

References

1. Donnik IM, Chechenikhina OS, Smirnova ES. [Stress resistance of black-and-white cows of Ural zone]. Agrarnyy vestnik Urala. 2022; 11 (226). 25-37 p. doi: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-25-37.

2. Ignateva NL, Upinina DV, Efimova LV. [Evaluation of the influence of genotype on lactation activity of Holstein first-calf heifers]. Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2026; 1 (36). 96-101 p. doi: 10.48612/vch/dmf2-k9bm-bn1m.

3. Viktorov EN, Falyakhov RR, Gladkikh LP. [Evaluation of acute and chronic toxicity of a new immunotropic drug]. Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2026; 1 (36). 84-88 p. doi: 10.48612/vch/3rzh-9d78-b915.

4. Molyanova GV, Maksimov VI, Grigorev VS. [Physiological and biochemical influence of the natural mineral zeolite vodnite on the status of cows under natural conditions of Middle Volga region]. Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Bauman. 2018; Vol.235. 3. 141-147 p. doi: 10.31588/2413-4201-1883-235-3-141-147.

5. Baymishev KhB, Baymishev MKh, Guseva VA. [Hematological parameters during dry period and the nature of the course of parturition and the postpartum period of cows. Innovations, modern trends in the development of

animal husbandry and zootechnical science: methods, technologies, environmental safety of production and processing of agricultural products]. Sb. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 2025; 114-118 p.

6. Zimnikov VI, Pavlenko OB, Fenich OV. [Free radical oxidation of lipids and antioxidant protection in mastitis of cows during the dry and postpartum periods]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2025; 3 (32). 113-124 p. doi: 10.65173/2541-8203.2025.32.3.010.

7. Pleshkov VA, Mironov AN, Lysenko SG. [Morphobiochemical parameters of blood of Black-and-White cows depending on the level of milk productivity]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025; 1 (243). 64-69 p. doi: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-64-69.

8. Sergeev IV, Sycheva LV. [Nutrient digestibility and utilization in the bodies of dairy cows fed Leuzea carthamoides grass meal]. Permskiy agrarnyy vestnik. 2019; 3 (27). 132-139 p.

9. Sycheva LV, Yunusova OYu, Nikulina NB. [Metabolism in Suksun cows during the lactation stabilization phase]. 2025; 2 (50). 154-159 p. doi: 10.47737/2307-2873_2025_50_154.

10. Khromova LG, Baylova NV, Tkacheva YuA. [Evaluation of milk productivity, milk quality and metabolic status of Holstein cows]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2026; 1 (34). 116-130 p. doi: 10.65173/2541-8203.2026.14.51.009.

11. Pavlenko OB, Sulin VYu, Zimnikov VI. [Comparative analysis of physicochemical and biochemical properties of cows' milk depending on age and lactation period]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2024; 1 (26). 146-163 p. doi: 10.17238/issn2541-8203.2024.1.146.

12. Mikhalev VI, Chusova GG, Strelnikov NA. [Markers for early diagnosis of fetal hypoxia in the development of embryopathies in cows]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2025; 3 (32). 146-158 p. doi: 10.65173/2541-8203.2025.32.3.013.

13. Mikhalev VI, Chusova GG, Stepanov EM. [Indicators of the biochemical status of cows' blood predisposed to the development of intrauterine fetal hypoxia]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2025; 2(31). 136-146 p.

14. Mikhalev VI, Sulin VYu, Chusova GG. [Indicators of the functional state of erythrocytes of pregnant cows during the development of embryopathies]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2025; 1 (30). 127-136 p.

15. Mikhalev VI, Skorikov VN, Chusova GG. [Blood morphobiochemical status of cows with physiological and complicated gestation]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2024; 1 (26). 76-87 p. doi: 10.17238/issn2541-8203.2024.1.76.

16. Kuznetsova EO, Belousov AI, Oparina OYu. [Changes in the morphological composition of blood in cattle with liver pathologies]. Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. 2025; 4 (33). 147-163 p. doi: 10.65173/2541-8203.2025.33.4.014.

17. Vostroilova GA, Parshin PA, Zhukov MS. [The state of the prooxidant-antioxidant system in cows with different clinical status during pregnancy]. Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii. 2023; 1. 301-311 p. doi: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.301.

18. Parshin PA, Brigadirov YuN, Shaposhnikov IT. [Impact of a biogenic stimulant and cytokines application on the immunological status of pregnant cows with extragenital pathology (anemia)]. Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii. 2026; 1. 396-405 p. doi: 10.52419/issn2072-2419.2026.1.396.

19. Yldyrym EA, Ilna LA, Filippova VA. [Composition of chyme's microflora of the digestive system and milk productivity of cows during the milking period under the influence of a complex biological product]. Agrarnyy vestnik Urala. 2024; Vol.24. 01. 46-58 p. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-46-58.

20. Oblogina EYu, Zabashita NN, Golovko EN. [Results of using a probiotic feed additive to increase the productivity of dairy cows]. Agrarnyy vestnik Urala. 2024; Vol.24. 01. 98-107p. doi:10.32417/1997-4868-2024-24-01-98-107.

21. Bykova OA, Teplyakova NV, Kosilov VI. [Dairy productivity of cattle using natural feed additives]. Agrarnyy vestnik Urala. 2025; Vol.25. 04. 597-605 p. doi: 10.32417/1997-4868-2025-25-04-597-605.

22. Mudruk SS, Karpenko LYu. [Influence of fucus algae on milk quality indicators and cow productivity]. Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii. 2025; 1. 311-316 p. doi: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.311.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Кляпнев Андрей Владимирович – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии, хирургии и внутренних незаразных болезней Нижегородского государственного агротехнологического университета им. Л. Я. Флорентьева (603107, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д. 97, корпус 1), e-mail: a_klyapnev@mail.ru, ORCID 0000-0003-3151-6766

Семенов Владимир Григорьевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии Чувашского государственного аграрного университета (428003, Российская Федерация, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29), e-mail: semenov_v.g@list.ru, ORCID 0000-0002-0349-5825

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 04.05.2026; одобрена после рецензирования 21.05.2026; принята к публикации 25.05.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Klyapnev Andrey Vladimirovich – Ph.D. of Biological sciences, Associate Professor, Associate Professor of Anatomy, Surgery and Internal Non-Communicable Diseases Department of Nizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L.Ya.Florentyev (97, building 1, Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation), e-mail: a_klyapnev@mail.ru, ORCID 0000-0003-3151-6766

Semenov Vladimir Grigorevich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Morphology, Obstetrics and Therapy Department of Chuvash State Agrarian University (29 K. Marx Street, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation), e-mail: semenov_v.g@list.ru, ORCID 0000-0002-0349-5825

The authors have reviewed and approved the final manuscript.

Submitted 04.05.2026; revised 21.05.2026; accepted 25.06.2026.

Научный журнал

**Агробιοтехнологии
и цифровое земледелие**
№ 2 (18), 2026 г.

Редактор – Михайлова Л.В.
Технический редактор – Салахова Г.Р.
Коррекция переводов – Исламова Л.Р.
Корректор – Барсукова Р.С.

Формат 60x84/8. Тираж 500. Дата выхода в свет: 22.07.2026 год
Печать офсетная. Усл. п. л. 6,6 Заказ 29. Цена свободная.
Издательство Казанского ГАУ / 420015 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.
Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД № 06342 от 28.11.2001.
Отпечатано в типографии Казанского ГАУ.
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.
Казанский государственный аграрный университет