

# Агробиотехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (9) 2024 год



DOI 10.12737/2782-490X-2024-3-1

ISSN 2782-490X



---

# АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

---

# AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 1 (9)



Казань, 2024

# Агробиотехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробиотехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 1 (9)

2024 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) 567 - 46 -19

сайт:  
[www.agrobiotech.kazgau.ru](http://www.agrobiotech.kazgau.ru)  
e-mail:  
[agrobiotech@kazgau.com](mailto: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.

Журнал включен  
в Российский индекс  
научного цитирования  
(РИНЦ)

Научные специальности:

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

Публикуется  
4 раза в год

За достоверность информации  
в опубликованных материалах  
ответственность несут  
авторы публикаций

16+

**Главный редактор:**

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

**Заместители главного редактора:**

*Зиганшин Б.Г. – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, первый проректор – проректор по научной работе и цифровой трансформации, Казанский государственный аграрный университет*

*Сержанов И.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Институт агробиотехнологий 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, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*

*Ахметов Т.М. – доктор биологических наук, профессор, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*

*Валидов Ш.З. – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, ФИЦ КазНЦ РАН*

*Васильев М.Н. – доктор ветеринарных наук, доцент, Татарская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*

*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; руководитель центра селекции и семеноводства*

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

*Осилов 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 агробиотехнологий РАН (Россия)*

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

*Каракозов 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, НИЦ НАН Беларуси по животноводству, Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вишеславского (Белоруссия)*

*Надежкин 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 «Биооватик» (Россия)*

*Сальников Э. – доктор биологических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский института почвоведения (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 (СММУТ) (Китай)*

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

©Агробиотехнологии и цифровое земледелие, 2024



№ 1 (9)  
2024 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, Rector, 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, First Vice-Rector – Vice-Rector in Science and Digital Transformation, Kazan State Agrarian University*

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

*Shaïdullin 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 Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*

*Akhmetov T.M. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*

*Validov Sh.Z. – PhD in biology, Senior Researcher, Kazan Scientific Center of Russian Academy of Science*

*Vasilyev M.N. – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*

*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; Head of the Breeding and Seed Center*

*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*

*Panasyuk 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, Rector, 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, Chief Researcher, Research Institute of Soil Science (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)*

© Agrobiotechnologies and digital farming, 2024

## 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) 567 -46 -19

сайт:  
[www.agrobiotech.kazgau.ru](http://www.agrobiotech.kazgau.ru)  
e-mail:  
[agrobiotech@kazgau.com](mailto: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

The journal is included  
to Russian Science  
Citation Index  
(RSCI)

## Scientific specialties:

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

Published  
4 times a year

Authors of publications are  
responsible  
for the accuracy of infor-  
mation  
in published materials

16+



## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОНОМИЯ

	стр.
<b>Амиров М. Ф., Желтухин А. В., Семенов П. Г., Цветков Т. С., Шаракова Г. И.</b> Продуктивность и адаптивность гибридов озимой ржи компании КВС в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	6
<b>Вафина Л. Т., Миникаев Р. В., Вафин Н. Ф., Сочнева С. В., Трофимов Н. В.</b> Влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях АФ «Колос» Тетюшского муниципального района Республики Татарстан.....	13
<b>Давлетов К. Н., Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанов И. М., Гараев Р. И.</b> Влияние отдельных элементов технологии возделывания картофеля сорта гала на урожайность клубней в условиях Закамья Республики Татарстан.....	20
<b>Егорова О. А., Сабирова Р. М., Вафин И. Х., Сафин Р. И.</b> Сравнительная оценка продуктивности различных зернофуражных культур.....	27
<b>Михайлова М. Ю.</b> Отзывчивость гибрида кукурузы Нур на листовые подкормки карбамидом и стимулятором роста изагри вита в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.....	32
<b>Сафин Р. И., Низамов Р. М., Вафин И. Х.</b> Влияние различных сидеральных паров на свойства серой лесной почвы.....	38
<b>Сулейманов С. Р., Сафиоллин Ф. Н., Сулейманов Р. Р., Моговалов И. Ф.</b> Исследование эффективности минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические на яровом рапсе.....	44
<b>Сулейманов С. Р., Сафиоллин Ф. Н., Сулейманов Р. Р., Тахавиев И. Д.</b> Влияние серного бентонита на рост и продуктивность подсолнечника.....	51

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

<b>Ламара М., Ахметов Т. М., Шайдуллин Р. Р., Тюлькин С. В., Зарубежнова Д. В.</b> Полиморфизм генов липидного обмена у коров холмогорской породы татарстанского типа.....	57
<b>Шайдуллин Р. Р.</b> Реализации генетического потенциала молочной продуктивности черно-пестрого скота в условиях крупных животноводческих комплексов.....	63

## CONTENTS

### AGRONOMY

	Pages
<b>Amirov M. F., Zheltukhin A. V., Semenov P. G., Tsvetkov T. S., Sharakova G. I.</b> Productivity and adaptability of KWS winter rye hybrids in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan.....	6
<b>Vafina L. T., Minikaev R. V., Vafin N. F., Sochneva S. V., Trofimov N. V.</b> Influence of basic tillage techniques and fertilizers on the yield of spring wheat in the conditions of AF "Kolos" Tetyushsky municipal district of the Republic of Tatarstan.....	13
<b>Davletov K. N., Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Garaev R. I.</b> The influence of individual elements of the technology of cultivating Gala potatoes on the yield of tubers in the conditions of the Zakamye Region of the Republic of Tatarstan.....	20
<b>Egorova O. A., Sabirova R. M., Vafin I. Kh., Safin R. I.</b> Comparative assessment of the productivity of various grain crops.....	27
<b>Mikhailova M. Yu.</b> Responsiveness of the Nur corn hybrid to foliar top dressing with carbamide and growth stimulant izagri vita in soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan.....	32
<b>Safin R. I., Nizamov R. M., Vafin I. Kh.</b> The influence of various green manure vapors on the properties of gray forest soil.....	38
<b>Suleymanov S. R., Safiollin F. N., Suleymanov R. R., Motovalov I. F.</b> Investigation of the effectiveness of mineral fertilizer with trace elements of Biochar-Agro Technical grade on spring rapeseed.....	44
<b>Suleymanov S. R., Safiollin F. N., Suleymanov R. R., Takhaviev I. D.</b> The influence of sulfur bentonite on the growth and productivity of sunflower.....	51

### ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDECINE

<b>Lamara M., Akhmetov T. M., Shaidullin R. R., Tyulkin S. V., Zarubezhnova D. V.</b> Polymorphism of lipid metabolism genes in Tatarstan-type cows.....	57
<b>Shaydullin R. R.</b> Realization of the genetic potential of milk productivity of black-and-white cattle in large livestock complexes.....	63

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ОЗИМОЙ РЖИ КОМПАНИИ КВС В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****М. Ф. Амиров, А. В. Желтухин, П. Г. Семенов, Т. С. Цветков, Г. И. Шаракова**

**Реферат.** Повышение урожайности зерна озимой ржи, занимающей четвертое место производимого зерна в Республике Татарстан остается актуальным. Цель исследования – выявление наиболее продуктивного гибрида озимой ржи компании ООО «КВС РУС» (KWS) в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан. Полевые опыты и лабораторные исследования проведены в 2022-2023 годы ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агробиохимические показатели серых лесных почв были следующими: содержание в пахотном слое гумуса более 3,0%, подвижного фосфора – очень высокое 250-275 мг/кг (по Кирсанову), обменного калия – повышенное 121-170 мг/кг. Реакция почвенной среды была – близка к нейтральной (рН 6,6). Сухая масса корней и стебля в фазы выхода в трубку и колошения за годы исследования у гибрида озимой ржи Тайо превышали показатели гибридов Авиатор и Раво. В среднем за два года сухая масса колоса у гибрида Авиатор в фазу молочной спелости составила 0,77 г, у Раво 0,74 г, у Тайо 0,81 г. Сравнительно с другими гибридами полевая всхожесть и сохранность всходов к уборке было выше у гибрида Тайо 80,9% и 86,9%. Повышенные показатели по числу продуктивных стеблей на единицу площади 584 шт./м<sup>2</sup>, числу колосков и зерен в 1 колосе по гибриду Тайо в последствии способствовали получению самой высокой биологической урожайности. В благоприятном 2022 году гибриды озимой ржи сформировали высокую урожайность, в частности Авиатор 8,05 т/га, Раво 8,06 т/га, Тайо 8,74 т/га. В 2023 году самую низкую урожайность по опытам получили по гибриду Раво – 5,44 т/га, а по гибриду Авиатор 6,62 т/га. Стабильно высокую урожайность сформировал гибрид Тайо – 7,03 т/га.

**Ключевые слова:** озимая рожь, KWS, сорта, урожайность, структура урожая, всхожесть, сохранность растений.

**Для цитирования:** Амиров М.Ф., Желтухин А.В., Семенов П.Г., Цветков Т.С., Шаракова Г.И. Продуктивность и адаптивность гибридов озимой ржи компании КВС в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 6-12

**Введение.** Озимая рожь в Республике Татарстан занимает четвертое место по валовым сборам зерна. Но урожайность этой культуры по сравнению с другими зерновыми, остается низкой. Поэтому очень важно разработать технологию возделывания этой культуры, адаптированную под условия этого региона [1, 2, 3].

Для увеличения урожайности озимых культур необходимо обеспечить их оптимальными условиями, которые соответствуют биологии сорта или гибрида [4, 5].

Озимая рожь является засухоустойчивой культурой и может возделываться на малоплодородных почвах [6, 7]. Зерно озимой ржи считается ценным из-за большого содержания витаминов и аминокислот. Эту культуру можно использовать как корм в виде зерна или зеленого корма [8, 9]. Рожь является отличным предшественником для последующих культур, так как она подавляет сорную растительность и оставляет после себя большое количество пожнивных и корневых остатков [10, 11, 12].

В последние года получают распространение различные сорта и гибриды озимой ржи. Это связано с их высокими адаптивными свойствами и урожайностью [13, 14, 15].

Основной компанией, которая реализует семена гибридной ржи в РФ является компания ООО «КВС РУС» (KWS). Гибридная рожь селекции КВС имеет высокую способность к кущению, вследствие чего она образует выровненный стеблестой. Так же эти гибриды

имеют хорошие качественные показатели: высокую натуру, массу 1000 семян и число падения. Все эти характеристики обеспечивают получение зерна высокой классности [16, 17, 18].

Цель исследования – сравнение и выявление наиболее продуктивного гибрида озимой ржи компании КВС в почвенно-климатических условиях Предкамья Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводили в 2022-2023 годы на базе ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах с содержанием в пахотном слое гумуса более 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (более 250 мг/кг по Кирсанову), обменного калия повышенное (121-170 мг/кг).

Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6). Метеорологические условия в период вегетации озимой ржи 2021-2022 годы были благоприятными для роста и развития озимой ржи (рис. 1). Условия 2023 года из-за незначительных осадков во второй и третьей декадах июня негативно отразились на продуктивности озимой ржи (рис. 2).

Схема опыта: 1. Гибрид КВС Авиатор нормой высева 2,5 млн всхожих семян на гектар;

2. Гибрид КВС Раво нормой высева 2,5 млн всхожих семян на гектар;

3. Гибрид КВС Тайо нормой высева 2,5 млн всхожих семян на гектар.

## АГРОНОМИЯ

Норма высева гибридов озимой ржи по 2023 году было 3 млн всхожих семян на 1 га. Это связано с тем, что в августе 2022 года не было осадков, верхний слой почвы высох, а сроки посева озимых уходили. В сентябре согласовав с представителем компании КВС было решено увеличить норму с 2,5 до 3,0 млн. и посев проведен 07.09.2022 г.

Полевые опыты закладывались в четырехкратной повторности, делянки размещали последовательно, общая площадь делянок – 30 м<sup>2</sup>, учетная – по 25 м<sup>2</sup>. Предшественник – чистый пар. Уход за посевами проводили в соответствии с требованиями технологии возделывания озимой ржи. В ходе выполнения

исследований проведены наблюдения, учеты и анализы в соответствии с общепринятыми методиками и методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Уборку осуществляли в фазе полной спелости зерна комбайном САМПО-500. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта // 5-е изд. М.: Агротромиздат. - 1985. 351 с.*).

**Результаты и обсуждение.** На опытах были определены биометрические показатели проростков и корней, развитие и распространение корневых гнилей.

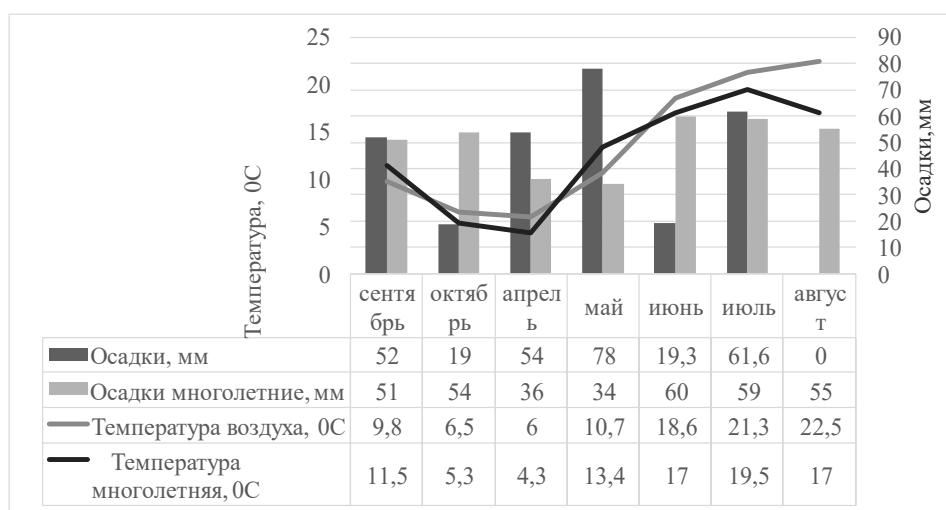


Рис. 1 - Метеорологические условия в период вегетации озимой ржи, 2021-2022 годы

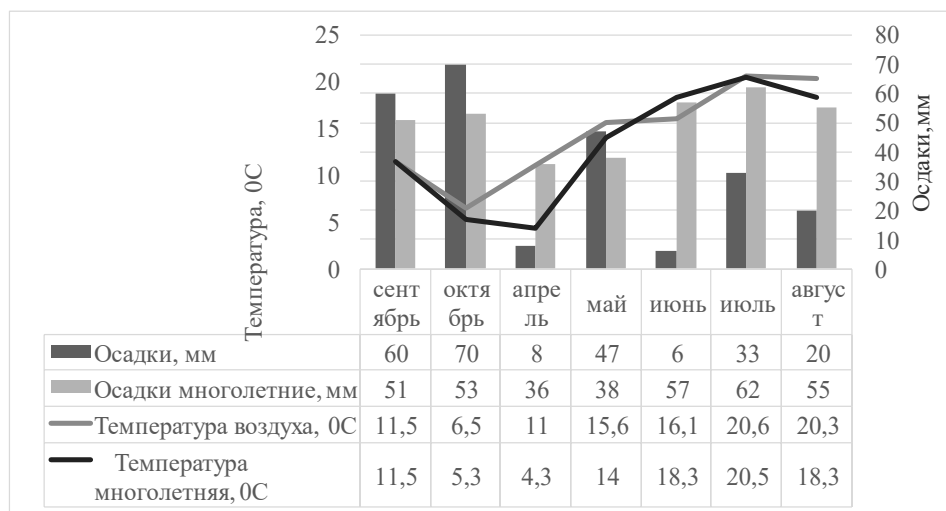


Рис. 2 - Метеорологические условия в период вегетации озимой ржи, 2022-2023 годы

Сравнительно ранее наступление весны, большое количество выпавших осадков в мае 2022 года позволили растениям озимой ржи гибрида Авиатор набрать сухую массу корней 0,62 г, стебля 3,07 г к фазе выхода в трубку, а гибрида Тайо – до 0,64 г и 3,15 г (рис. 3). К фазе колошения эти показатели увеличились у гибрида Авиатор соответственно до 0,66 г и 3,38 г, у гибрида Тайо до 0,70 г и 3,42 г. По

нарастанию сухой массы в эти фазы развития гибрид Раво уступал гибридам Авиатор и Тайо. Небольшое количество выпавших осадков в апреле и высокий температурный режим в мае 2023 года способствовали ускоренному развитию озимой ржи, что повлекло в дальнейшем уменьшению количества сухого вещества в фазе выхода в трубку и колошения по отношению с данными 2022 года (рис. 4).

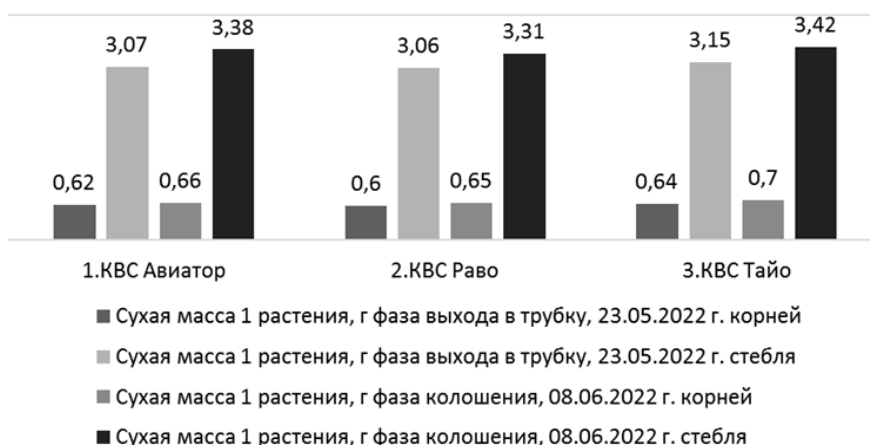


Рис. 3 – Формирование сухой массы растений гибридов озимой ржи, 2022 год

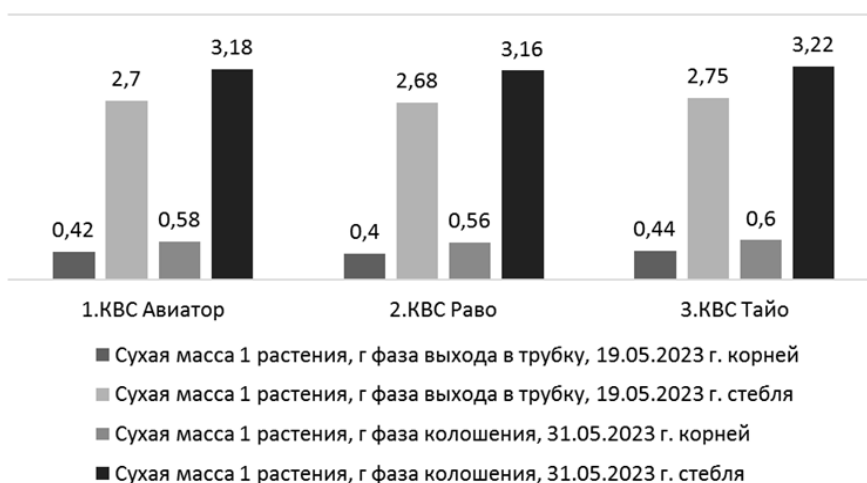


Рис. 4 – Формирование сухой массы растений гибридов озимой ржи, 2023 год

У гибрида Авиатор к фазе выхода в трубку нарастание сухой массы корней составило 0,42 г, стебля 2,70 г, у гибрида Раво 0,40 г и 2,68 г, у Тайо 0,44 г и 2,75 г, к фазе колошения формирование сухой массы растений увеличились, а разница между гибридами

сохранялась. При определении сухой массы растений в фазу молочной спелости, отдельно измеряем массу колоса. В 2022 году сухая масса колоса у гибрида Авиатор в фазу молочной спелости составило 0,92 г, у Раво 0,88 г, у Тайо 0,97 г (рис. 5).

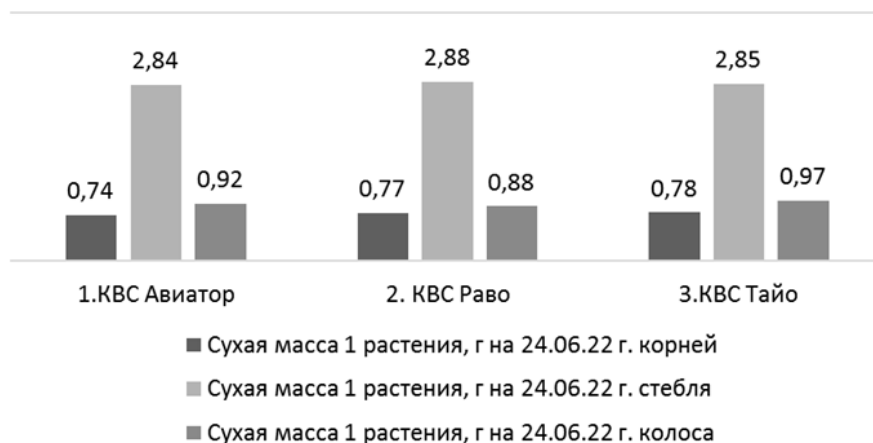


Рис. 5 – Сухая масса растений гибридов озимой ржи в молочную спелость, 2022 год



## АГРОНОМИЯ

В 2023 году недостаточное количество осадков в июне негативно повлияли на нарастание сухой массы растений озимой ржи (рис. 6).

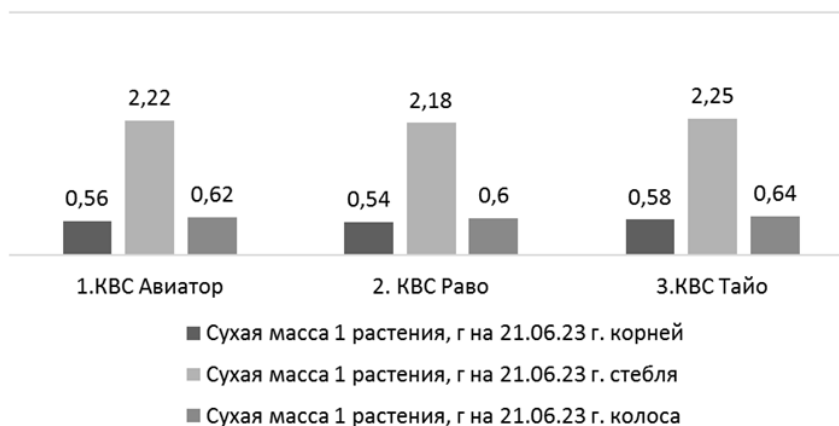


Рис. 6 – Сухая масса растений гибридов озимой ржи в молочную спелость, 2023 год

В фазе молочной спелости по гибриду Авиатор сухая масса корней составила 0,56 г, стебля 2,22 г, колоса 0,62 г, по гибриду Раво соответственно 0,54 г, 2,18 г и 0,60 г, а по Тайо – 0,58 г, 2,25 г и 0,64 г.

При посеве рекомендованными оригинаторами нормами высева для гибридов озимой

ржи в 2,5 млн всхожих семян на 1 га полевая всхожесть у гибридов Авиатор и Тайо составили 79%, у гибрида Раво на 2% меньше, а наименьшая сохранность всходов к уборке 85,3% и коэффициент продуктивной кустистости 3,59 в 2022 году были у гибрида Авиатор (табл. 1).

Таблица 1 – Сохранность всходов гибридов озимой ржи к уборке, 2022 год

Гибриды КВС	Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Коэффициент продуктивной кустистости	Сохранность всходов к уборке, %
Авиатор 2,5 млн/га	197	78,8	168	603	3,59	85,3
Раво 2,5 млн/га	192	76,8	173	636	3,68	90,1
Тайо 2,5 млн/га	198	79,2	174	658	3,78	87,9

При посеве озимой ржи нормой высева 3 млн всхожих семян на га, коэффициент

кустистости у всех трех гибридов уменьшился до 2,39...2,76 в 2023 году (табл. 2).

Таблица 2 – Сохранность всходов гибридов озимой ржи к уборке, 2023 год

Гибриды КВС	Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Коэффициент продуктивной кустистости	Сохранность всходов к уборке, %
Авиатор 3 млн/га	236	78,7	201	555	2,76	85,3
Раво 3 млн/га	236	78,7	195	501	2,57	82,6
Тайо 3 млн/га	248	82,7	213	510	2,39	85,9

Сравнительно с другими гибридами полевая всхожесть и сохранность всходов выше у гибрида Тайо 82,7% и 85,9%.

Сравнивая гибриды озимой ржи по основным элементам структуры в 2022 году обнару-

жили увеличение количества продуктивных стеблей на единице площади у Раво до 636 штук, у Тайо до 658 штук, тогда как у гибрида Авиатор только 603 штук (табл. 3). Длина стебля и масса зерна с 1 колоса были

## АГРОНОМИЯ

наибольшими у гибрида Авиатор, наименьшее число колосков и зерен в колосе, наименьшая масса зерна с 1 колоса были у гибрида Раво. Сравнительно повышенные показатели

по числу продуктивных стеблей, числу колосков и зерен в колосе по гибриду Тайо в последствии способствовало получению самой высокой биологической урожайности.

Таблица 3 – Структура урожая гибридов озимой ржи, 2022 год

Показатель	Гибриды		
	Авиатор	Раво	Тайо
Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м <sup>2</sup>	603	636	658
Длина стебля, см	112	105	102
Длина колоса, см	8	8	8,3
Число колосков в колосе, шт.	23	21	24
Число зерен в колосе, шт.	37	32	41
Масса зерна с 1 колоса, г	1,35	1,29	1,34
Масса 1000 зерен, г	36,5	40,2	32,8
Биологическая урожайность, т/га			
общая	16,85	16,89	18,08
зерно	8,14	8,20	8,82
солома	8,71	8,69	9,26

В 2023 году гибриды озимой ржи не смогли сформировать такое же количество продуктивных стеблей, длину стебля и колоса (табл. 4).

Хорошую адаптацию к неблагоприятным условиям погоды проявили гибриды Тайо и Авиатор, где масса зерна с 1 колоса составили 1,39 г и 1,20 г.

Таблица 4 – Структура урожая гибридов озимой ржи, 2023 год

Показатель	Гибриды		
	Авиатор	Раво	Тайо
Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м <sup>2</sup>	555	501	510
Длина стебля, см	98	85	75
Длина колоса, см	7,4	6,8	7,0
Число колосков в колосе, шт.	23	21	24
Число зерен в колосе, шт.	37	40	41
Масса зерна с 1 колоса, г	1,20	1,11	1,39
Масса 1000 зерен, г	32,4	27,8	33,9
Биологическая урожайность, т/га			
общая	12,83	10,01	12,62
зерно	6,66	5,56	7,09
солома	6,17	4,45	5,53

Анализируя полученную урожайность в 2022 году отметим, что гибриды озимой ржи Авиатор и Раво сформировали высокую урожайность 8,05...8,06 т/га, а гибрид Тайо – 8,74 т/га (табл. 5).

На неблагоприятные условия 2023 года гибрид Раво среагировал резким снижением

урожайности, а именно на 17,8% по сравнению с гибридом Авиатор. Если гибрид Авиатор взять за контроль, урожайность гибрида Раво за два года исследований ниже контроля на 0,59 т/га или на 8%, а урожайность гибрида Тайо на 0,55 т/га или на 7,5% выше контроля.

Таблица 5 – Урожайность зерна гибридов озимой ржи, 2022-2023 годы

Гибриды	Урожайность зерна, т/га			± от 1-го	
	2022 г.	2023 г.	Средняя	т/га	%
Авиатор	8,05	6,62	7,34	-	-
Раво	8,06	5,44	6,75	-0,59	8,0
Тайо	8,74	7,03	7,89	0,55	7,5
НСР <sub>0,05</sub> , т/га	0,22	0,13			

**Выводы.** В условиях Предкамья Республики Татарстан на серых лесных почвах при соблюдении технологий

возделывания ржи возможно получение высоких урожаев гибридами Авиатор 7,34 т/га, Тайо 7,89 т/га.

Литература

1. Лукманов А. А. Урожайность озимой ржи и окупаемость удобрений в лесостепи Республики Татарстан // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 6. С. 35-38.
2. Фитосанитарный мониторинг наиболее вредоносных болезней озимой ржи в республике Татарстан / М. Л. Пономарева, С. Н. Пономарев, Г. С. Маннапова, Л. В. Илалова // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9(150). С. 27-34.
3. Агрехимическое состояние пахотных почв и урожайность озимой ржи ООО «Дуслык» Балтасинского района Республики Татарстан / К. Р. Гарафутдинова, Л. Г. Гаффарова, Е. А. Прищепенко, Г. Ф. Рахманова // Владимирский земледелец. 2020. № 3(93). С. 8-11. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10124>.
4. Хакимов Ш. З. Влияние динамики NPK на дозы внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу // Плодородие. 2021. № 5(122). С. 56-61. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.14>.
5. Амиров М. Ф., Цветков Т. С. Отзывчивость озимой пшеницы на подкормки комплексным концентрированным удобрением в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 4(4). С. 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-12-18>.
6. Шабаев А. И., Бамбышев У. С. Особенности технологии возделывания новых сортов озимой ржи в Поволжье // Сборник трудов конференции: Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии, переработка. Саратов: НИИСХ Юго-Востока. 2008. С. 178-185.
7. Баталова Г. А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3. С. 15-22.
8. Арефин А. А. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность озимой вики с озимой рожью // Вестник КрасГАУ. 2020. № 1(154). С. 159-167. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-1-159-167>.
9. Влияние удобрений и приемов основной обработки почвы на формирование урожайности озимой пшеницы и озимой ржи / А. А. Корчагин, И. Ю. Винокуров, В. В. Шаркевич, Е. М. Ефименкова // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: Монография / Под редакцией В.В. Окоркова. Иваново: «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», 2019. С. 150-153.
10. Технология производства продовольственного зерна озимой ржи / Р. Р. Исмагилов, А. Х. Шакирьянов, Н. И. Лещенко, А. Х. Нугуманов // Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан. Уфа: Гилем, 2012. С.175-180.
11. Исмагилов Р. Р., Нурлыгаянов Р. Б. Производство продовольственного зерна озимой ржи // Земледелие. 2003(6). С. 10-11.
12. Иванов А. П. Рожь. М.: Сельхозиздат, 1961. С. 303
13. Кобяков А. С., Оразева И. В. Особенности технологии возделывания озимой гибридной ржи селекции KWS // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. Майский, 18–19 марта 2020 года. Том 1. Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. С. 31.
14. Урбан Э. П., Гордей С. И., Артюх Д. Ю. Результаты сравнительного изучения элементов технологии возделывания популяционного сорта и гибридов F<sub>2</sub> озимой ржи // Земледелие и селекция в Беларуси. 2023. № 59. С. 80-87.
15. Политова М. Ставка на гибриды // Новое сельское хозяйство. 2020. № 3. С. 38-41.
16. Ториков В. Е., Проничев В. В. Гибриды озимой ржи KWS для центрального региона России // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 20-24.
17. Нурлыгаянов Р. Б. Экологическая оценка сортов и гибридов озимой ржи в условиях северной лесостепной зоне Республики Башкортостан // Российский электронный научный журнал. 2023. № 1(47). С. 83-103. <https://doi.org/10.31563/2308-9644-2023-47-1-83-103>.
18. Кадыров Р. Гибридная рожь. Новый взгляд на привычную культуру // Наше сельское хозяйство. 2020. № 13(237). С. 16-21.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>  
 Семенов Павел Геннадьевич – аспирант, e-mail: sem\_pavel\_97@mail.ru  
 Цветков Тимур Сергеевич – аспирант, e-mail: cvetkovtimur@mail.ru  
 Шаракова Гулия Ильсуровна – магистр, e-mail: sharakovag25@mail.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия  
 Желтухин Александр Викторович — представитель компании ООО «КВС-РУС», e-mail: Alexandr.Zheltukhin@mail.ru  
 Региональный представитель компании по селекции семян сельскохозяйственных культур KWS (КВС), Россия

PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF KWS WINTER RYE HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE ANCESTRAL REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN  
 M. F. Amirov, A. V. Zheltukhin, P. G. Semenov, T. S. Tsvetkov, G. I. Sharakova

**Abstract.** Increasing the grain yield of winter rye, which occupies the fourth place of grain produced in the Republic of Tatarstan, remains relevant. The purpose of the study is to identify the most productive hybrid of winter rye of the KVS company in the conditions of gray forest soils of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan. Field experiments and laboratory studies were conducted in 2022-2023 at Agrobiotechnopark LLC at the Kazan State Agrarian University. Agrochemical indicators of gray forest soils were as follows: the content of humus in the arable layer was more than 3.0 %, mobile phosphorus was very high 250-275 mg/kg (according to Kirsanov), exchangeable potassium was increased 121-170 mg/kg. The reaction of the soil medium was close to neutral (pH 6.6). The dry mass of roots and stems in the phases of tube entry and earing over the years of research in the hybrid of winter rye Tayo exceeded the indicators of

the Aviator and Ravo hybrids. On average, over two years, the dry weight of the ear of the Aviator hybrid in the phase of milk ripeness was 0.77 g, in Equal to 0.74 g, in Tayo 0.81 g. Compared with other hybrids, field germination and safety of seedlings for harvesting were higher in the Tayo hybrid by 80.9 % and 86.9 %. Increased indicators for the number of productive stems per unit area of 584 pcs./m<sup>2</sup>, the number of spikelets and grains in 1 ear for the Tayo hybrid subsequently contributed to obtaining the highest biological yield. In a favorable 2022, winter rye hybrids generated high yields, in particular Aviator 8.05 t/ha, Pravo 8.06 t/ha, Tayo 8.74 t/ha. In 2023, the lowest yield according to experiments was obtained for the Ravo hybrid – 5.44 t/ha, and for the Aviator hybrid - 6.62 t/ha. A consistently high yield was formed by the Tayo hybrid – 7.03 t/ha.

**Key words:** winter rye, KWS, varieties, yield, crop structure, germination, plant safety.

**For citation:** Amirov M.F., Zheltukhin A.V., Semenov P.G., Tsvetkov T.S., Sharapova G.I. Productivity and adaptability of KVS Winter rye hybrids in the Conditions of the Ancestral Region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnology and digital agriculture*. 2024; 1 (9): 6-12

#### References

- Lukmanov A. A. [The yield of winter rye and the payback of fertilizers in the forest-steppe of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Rossijskoj sel'skhozjajstvennoj nauki*. 2017; № 6: 35-38.
- Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. [Phytosanitary monitoring of the most harmful diseases of winter rye in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik KrasGAU*. 2019; 9(150): 27-34.
- Garafutdinova K. R., Gaffarova L. G., Prishchepenko E. A. [Agrochemical condition of arable soils and yield of winter rye LLC Duslyk Baltasinsky district of the Republic of Tatarstan]. *Vladimirskij zemledec*. 2020; 3(93): 8-11. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10124>.
- Khakimov S. Z. [The effect of NPK dynamics on the doses of mineral fertilizers for winter wheat]. *Plodorodie*. 2021; 5(122): 56-61. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.14>.
- Amirov M. F., Tsvetkov T. S. [Responsiveness of winter wheat to fertilizing with a complex concentrated fertilizer in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiologijii i cifrovoe zemledelie*. 2022; 4 (4): 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-12-18>.
- Shabaev A. I., Bambyshev U. S. [Features of the technology of cultivation of new varieties of winter rye in the Volga region]. *Sbornik trudov konferencii: Ozimaja rozh': selekcija, semenovodstvo, tehnologii, pererabotka*. Saratov: Research Institute of the South-East. 2008: 178-185.
- Batalova G.A. [The state and prospects of breeding and cultivation of grain crops in Russia]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2011; 3: 15-22.
- Arefin A. A. [The influence of elements of cultivation technology on the productivity of winter vetch with winter rye]. *Vestnik KrasGAU*. 2020; 1(154): 159-167. DOI 10.36718/1819-4036-2020-1-159-167.
- Korchagin A. A., Vinokurov I. Yu., Sharkevich V. V. Vlijanie udobrenij i priemov osnovnoj obrabotki pochvy na formirovanie urozhajnosti ozimoj pshenicy i ozimoj rzhi [The effect of fertilizers and basic tillage techniques on the formation of winter wheat and winter rye yields]. *Sovremennye tendencii v nauchnom obespechenii agropromyshlennogo kompleksa: Monografija / Pod redakcij V.V. Okorkova*. – Ivanovo: Verhnevolzhskij federal'nyj agrarnyj nauchnyj centr. 2019. 150-153.
- Ismagilov R. R., Shakirzyanov A. H., Leshchenko N. I. [Technology of production of food grain of winter rye]. *Sistema vedenija agropromyshlennogo proizvodstva v Respublike Bashkortostan*. Ufa: Gilem. 2012. 175-180.
- Ismagilov R. R., Nurlygayanov R. B. [Production of winter rye food grain]. *Zemledelie*. 2003(b): 10-11.
- Ivanov A. P. *Rozh' [Rye]*. M.: Sel'hozizdat. 1961. 303.
- Kobyakov A. S., Orazava I. V. [Features of the technology of cultivation of winter hybrid rye of KWS breeding]. *Gorinskie chtenija. Innovacionnye reshenija dlja APK: Materialy Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii. Majskij, 18–19 marta 2020 goda. Tom 1. Majskij: Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.Ja. Gorina*. 2020. 31.
- Urban E. P., Gordey S. I., Artyukh D. Yu. [The results of a comparative study of the elements of the technology of cultivation of the population variety and hybrids Fj of winter rye]. *Zemledelie i selekcija v Belarusi*. 2023; 59: 80-87.
- Politova M. [Bet on hybrids]. *Novoe sel'skoe hozjajstvo*. 2020; 3: 38-41.
- Torikov V. E., Pronichev V. V. [KWS winter rye hybrids for the central region of Russia]. *Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2013; 4: 20-24.
- Nurlygayanov R. B. [Ecological assessment of varieties and hybrids of winter rye in the conditions of the northern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan]. *Rossijskij jelektronnyj nauchnyj zhurnal*. 2023; 1(47): 83-103. <https://doi.org/10.31563/2308-9644-2023-47-1-83-103>.
- Kadyrov R. [Hybrid rye. A new look at familiar culture]. *Nashe sel'skoe hozjajstvo*. 2020; 13(237): 16-21.

#### Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest. There was no funding for the work.

#### Authors:

Amirov Marat Fuatovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Semenov Pavel Gennadievich – postgraduate student, e-mail: sem\_pavel\_97@mail.ru

Tsvetkov Timur Sergeevich – postgraduate student, e-mail: cvetkovtimyr@mail.ru

Sharakova Gulija Ilisurovna – Master's degree, e-mail: sharakovag25@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Zheltukhin Alexander Viktorovich – representative of LLC KVS-RUS, e-mail: Alexandr.Zheltukhin@mail.ru

Regional representative of the agricultural seed breeding company KWC (KVS), Russia.

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ АФ «КОЛОС»  
ТЕТЮШСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**  
Л. Т. Вафина, Р. В. Миникаев, Н. Ф. Вафин, С. В. Сочнева, Н. В. Трофимов

**Реферат.** Исследования по влиянию приемов основной обработки почвы и удобрений на урожайность яровой пшеницы проведены в 2022 году в условиях АФ «Колос» Тетюшского муниципального района Республики Татарстан, на типичных для данной зоны черноземных почвах с агрохимической характеристикой: содержание гумуса 6,2, подвижного фосфора 153 и обменного калия 149 мг на 1 кг почвы. Реакция почвенного раствора - рН (солевая) - 5,8 (по данным почвенной карты и картограмм). Агроклиматические условия вегетационного периода 2022 года были благоприятными для роста и развития яровой пшеницы. Сроки наступления фенологических фаз, продолжительность межфазных периодов не зависела от приемов основной обработки почвы, а удобрения удлинили вегетационный период на 3 дня. По оценке воздействия приемов основной обработки почвы и фонов питания на засоренность посевов выявили общую закономерность – при использовании безотвальной обработки уровень засоренности повышался, а внесение расчетных норм удобрений увеличивал воздушно-сухую массу сорняков. Продолжительность вегетационного периода без удобрений составила 90 дней, на удобренном фоне - 93 дня. Лучшие показатели структуры урожая получены на варианте безотвального рыхления на фоне НРК на 4,0 т/га количество всходов составило 470 шт./м<sup>2</sup>, больше чем на фоне без внесения удобрений на 4 шт./м<sup>2</sup>, количество растений к уборке – 340 шт./м<sup>2</sup>, (больше на 19 шт./м<sup>2</sup>), число продуктивных стеблей – 350 шт./м<sup>2</sup> (больше на 23 шт./м<sup>2</sup>), масса зерна с 1 колоса 1,1 г (больше на 0,5 г), масса 1000 семян 42,3 г (больше на 12,3 г).

**Ключевые слова:** севооборот, яровая пшеница, обработка почвы, отвальная вспашка, безотвальное рыхление.

**Для цитирования:** Вафина Л.Т., Миникаев Р.В., Вафин Н.Ф., Сочнева С.В., Трофимов Н.В. Оценка питательности различных видов кормов, заготовленных из кукурузы, в зависимости от уровня химизации и почвенного покрова Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 13-19

**Введение.** Решение продовольственной проблемы в современных условиях определяется, прежде всего, уровнем развития зернового производства [1, 2, 3]. От него во многом зависит не только эффективность функционирования всего агропромышленного комплекса, но и уровень жизни населения Российской Федерации [4, 5, 6].

Повышением продуктивности зерновых культур отдельно и в севообороте с внесением различных норм удобрений и приемов основной обработки почвы в Республике Татарстан занимались многие ученые [7, 8, 9].

Ключевые положения этих исследований технически и практически обоснованы, прошли широкую производственную проверку [10, 11, 12]. Однако проблемы снижения энергозатрат, степень адаптивности различных систем удобрений и обработки почвы к конкретным условиям, накопления и сохранения продуктивной влаги, снижения засоренности и оптимизации фитосанитарного состояния посевов, агрофизических и агрохимических показателей почвы продолжают волновать ученых и практиков [13, 14, 15]. Вместе с тем, комплексные исследования с внесением различных норм удобрений на плановую урожайность яровой пшеницы по различным приемам основной обработки в условиях выщелоченного чернозема Тетюшского муниципального района Республики Татарстан проводились в недостаточной степени. Это послужило основанием для проведения исследований по оценке влияния фонов питания и

основной обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы, что и определило актуальность исследований.

Формирование высокой урожайности яровой пшеницы с хорошими показателями качества зерна во многом зависит от почвенно-климатических условий зоны и агротехнических приемов возделывания [16, 17, 18]. Особую актуальность принимают вопросы изучения оптимизация питания растений при различных способах основной обработки почвы, на продукционные процессы, протекающие при росте и развитии растений [19, 20, 21].

В связи с этим целью исследований были направлены на оптимизацию питания растений при различных приемах основной обработки почвы на получения высокой урожайности с высокими показателями качества зерна яровой пшеницы.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проведены на выщелоченном черноземе в АФ «Колос» Тетюшского муниципального района Республики Татарстан в зернопаропашном севообороте с чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, картофель, ячмень.

Агроклиматические условия вегетационного периода 2022 года были благоприятными для роста и развития яровой пшеницы.

Содержание гумуса 6,2, подвижного фосфора 153 и обменного калия 149 мг на 1 кг почвы. Реакция почвенного раствора - рН (солевая)- 5,8 (по данным почвенной карты и картограмм).



## АГРОНОМИЯ

Повторность в опыте трехкратная, размещение делянок последовательное. Посевная площадь первого порядка (обработка почвы) 600 м<sup>2</sup>, второго порядка (фон питания) – 108 м<sup>2</sup>, учетная – 75 м<sup>2</sup>.

Посев пшеницы проводили 5 мая сортом Казанская юбилейная с нормой высева 6 млн всхожих зерен на 1 га. Предшественник озимая рожь по чистому пару.

Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на продукционные процессы яровой пшеницы проводили по следующей схеме:

Фактор А - Основная обработка почвы:

1. Отвальная вспашка;
2. Безотвальное рыхление.

Фактор В - Фон питания:

1. Без удобрений;
2. NPK на 3,0 т/га;

3. NPK на 4,0 т/га.

Отвальную вспашку выполняли плугом ПН-4-35, безотвальное рыхление - КТС-3,8. Весной проводили закрытие влаги, предпосевную культивацию, посев и прикапывание почвы общепринятыми орудиями при возделывании зерновых культур. Для посева использовали сорт Казанская юбилейная, семена 1 класса посевного стандарта. Для уничтожения сорняков в фазе кущения зерновых применяли гербицид Гранстар (15-20 г/га).

**Результаты и обсуждение.** Нормы удобрений на 3,0 и 4,0 т/га рассчитывали балансовым методом с учетом результатов почвенной карты и картограмм содержания подвижного фосфора и обменного калия. Расчетные нормы удобрений вносили под предпосевную культивацию в дозе на 3,0 т/га – N<sub>59</sub>P<sub>43</sub>K<sub>28</sub>, на 4,0 т/га - N<sub>117</sub>P<sub>103</sub>K<sub>70</sub> (табл. 1).

Таблица 1 - Расчет норм минеральных удобрений на урожайность 3,0 и 4,0 т зерна пшеницы с 1 га

Показатели	Азот	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Вынос питательных веществ с урожаем на 1 т, кг	35	12	25
*2. Вынос питательных веществ на весь урожай, кг/га	105 / 140	36 / 48	75 / 100
3. Содержится в почве мг,	на 100 г	9,3	15,3
	кг на га	279	459
4. Коэффициент использования элементов питания из почвы, %	25	6	13
5. Будет использовано из почвы, кг/га	69,8	27,5	58,1
*6. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га	35,2 / 70,2	8,5 / 20,5	16,9 / 41,9
7. Коэффициент использования минеральных удобрений, %	60	20	60
*8. Будет внесено минеральных удобрений с учетом коэффициента использования, кг/га	58,7 / 117	42,5 / 102,5	28,2 / 69,8

\*Примечание: в числителе на 3,0 т, в знаменателе на - 4,0 т зерна с 1 га

Сроки наступления фенологических фаз, продолжительность межфазных периодов не зависели от приемов основной обработки почвы, а удобрения удлинили вегетационный период на 3 дня. Посев яровой пшеницы в 2022 году проводили 5 мая, полные всходы появились на 9 день, кущение наступило через 10 дней, выход в трубку – через 26 дней после всходов. Колосшение яровой пшеницы наступило 24 июня, молочная спелость 8 июля и полная спелость зерна 3 августа.

Продолжительность вегетационного периода без удобрений составила 90 дней,

на удобренном фоне - 93 дня.

На полевую всхожесть семян яровой пшеницы большее влияние оказали способы основной обработки почвы, меньше фоны питания. Среднее увеличение числа всходов на вариантах безотвального рыхления, по сравнению с отвальной вспашкой на фоне без удобрений составило 7 шт./м<sup>2</sup>, на расчетном фоне NPK на 3 т/га – на 8 и на фоне NPK на 4 т/га на 12 шт./м<sup>2</sup>. Следовательно, безотвальная обработка и удобренные фоны способствовали повышению полевой всхожести семян (табл. 2).

Таблица 2 - Полевая всхожесть яровой пшеницы по приемам основной обработки почвы и удобрений, шт./м<sup>2</sup>

Фоны питания	Полевая всхожесть		± от удобрений, шт./м <sup>2</sup>	± от отвальной вспашки, шт./м <sup>2</sup>
	шт./м <sup>2</sup>	%		
Отвальная вспашка				
Без удобрений	459	76,5	-	-
NPK на 3,0 т/га	461	76,8	2	-
NPK на 4,0 т/га	463	77,2	4	-
Безотвальное рыхление				
Без удобрений	466	77,7	-	7
NPK на 3,0 т/га	469	78,2	3	8
NPK на 4,0 т/га	470	78,3	4	12

На вариантах безотвального рыхления в связи с созданием лучшего мульчирующего слоя, удерживающий влагу в верхнем слое

почвы и с большей степенью уплотнения почвы, проявился эффект подтягивания влаги из более низких слоев, что способствовало

лучшему прорастанию семян, чем по отвальной вспашке. Полевая всхожесть семян на вариантах отвальной вспашки в зависимости от фонов питания составила 76,5-77,2%, по безотвальной обработке – 77,7-78,3%.

Среднее увеличение числа всходов на вариантах безотвального рыхления, по сравнению с отвальной вспашкой на фоне без удобрений составило 7 шт./м<sup>2</sup>, на расчетном фоне NPK на 3 т/га – на 8 и на фоне NPK на 4 т/га на 12 шт./м<sup>2</sup>. Расчетные нормы удобрений увеличивали число всходов на 2-4 шт./м<sup>2</sup>.

На вариантах безотвального рыхления в связи с созданием лучшего мульчирующего слоя, удерживающий влагу в верхнем слое почвы и с большей степенью уплотнения почвы, проявился эффект подтягивания влаги из более низких слоев, что способствовало лучшему прорастанию семян, чем по отвальной вспашке.

Полевая всхожесть семян на вариантах отвальной вспашки в зависимости от фонов питания составила 76,5-77,2%, по безотвальной обработке – 77,7-78,3%.

Среднее увеличение числа всходов на вариантах безотвального рыхления, по сравнению с отвальной вспашкой на фоне без удобрений составило 7 шт./м<sup>2</sup>, на расчетном фоне NPK на 3 т/га – на 8 и на фоне NPK на 4 т/га на 12 шт./м<sup>2</sup>. Расчетные нормы удобрений увеличивали число всходов на 2-4 шт./м<sup>2</sup>.

Следовательно, безотвальная обработка и удобрительные фоны способствовали повышению полевой всхожести семян.

Таблица 3 - Засоренность посевов яровой пшеницы по приемам основной обработки почвы и фонам питания, шт./м<sup>2</sup>

Фоны питания	Всходы	Уборка	Воздушно-сухая масса, уборка, г/м <sup>2</sup>
<b>Отвальная вспашка</b>			
Без удобрений	51	21	13,8
NPK на 3,0 т/га	46	18	26,3
NPK на 4,0 т/га	41	20	28,7
<b>Безотвальное рыхление</b>			
Без удобрений	55	24	16,5
NPK на 3,0 т/га	52	25	31,7
NPK на 4,0 т/га	48	23	30,2

Следовательно, проведенные исследования по оценке воздействия приемов основной обработки почвы и фонов питания на засоренность посевов выявили общую закономерность – при использовании безотвальной обработки уровень засоренности повышался, а внесение расчетных норм удобрений увеличивал воздушно-сухую массу сорняков.

Интенсивный прирост сухого вещества происходил от фазы колошения до молочной спелости (табл. 4). К концу вегетации отмечалось некоторое снижение величины сухой биомассы растений, что связано с отмиранием и потерей нижних листьев.

Результаты определения накопления сухой органической массы по фазам развития растений показывают, что варианты с отвальной

Варианты с безотвальной обработкой в условиях 2022 года имели преимущество в накоплении сухой биомассы растений по всем фонам питания, а максимальное накопления сухой биомассы растений яровой пшеницы (5,87 т/га) произошло на фоне внесения расчетных норм удобрений на 4,0 т/га.

Максимальная численность сорняков в фазе полных всходов пшеницы отмечалось на вариантах безотвального рыхления: - без удобрений насчитывалось 55 шт./м<sup>2</sup>, на фоне внесения NPK на 3 т/га - 52 шт. и на фоне внесения NPK на 4 т/га 48 шт./м<sup>2</sup>. По отвальной вспашке соответственно - 51, 46 и 41 шт./м<sup>2</sup>.

К уборке численность сорняков уменьшилась в связи с применением гербицидов, но оставалось достаточно высокой, а по вариантам основной обработки и фонам питания закономерность сохранялась та же, а внесение расчетных норм удобрений увеличивала воздушно-сухую массу сорняков.

При внесении удобрений наблюдалась тенденция к увеличению воздушно-сухой массы сорняков, так как удобрения усиливают развитие не только культурных, но и сорных растений. Например, на фоне без удобрений по отвальной вспашке воздушно-сухая масса сорняков составила 13,8 г/м<sup>2</sup>, по удобрениям соответственно 26,3 и 28,7 г/м<sup>2</sup>. По безотвальному рыхлению происходило незначительное превышение воздушно-сухой массы сорняков по сравнению с отвальной вспашкой и по фонам питания составила соответственно 16,5, 31,7 и 30,2 г/м<sup>2</sup> (табл. 3).

вспашкой приводят к снижению их по всем фонам питания. Максимальное накопление сухой биомассы происходило на вариантах внесения расчетных норм минеральных удобрений на 4,0 т/га. В фазе выхода в трубку на фоне NPK на 4,0 т/га прирост сухой биомассы по отвальной вспашке составил 1,34 т/га, в фазе колошения – 3,81 т, в фазе молочной спелости – 5,71 т/га или больше, чем на фоне без удобрений соответственно на 0,27, 1,63 и 1,84 т с 1 га. Варианты с безотвальной обработкой в условиях 2022 года имели преимущество в накоплении сухой биомассы растений по всем фонам питания, а максимальное накопления сухой биомассы растений яровой пшеницы (5,87 т/га) произошло на фоне внесения расчетных норм удобрений на 4,0 т/га.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 4 - Динамика накопления сухой биомассы растений яровой пшеницы по приемам основной обработки почвы и фонам питания, т/га

Фоны питания	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
Отвальная вспашка			
Без удобрений	1,07	2,18	3,87
NPК на 3,0 т/га	1,22	3,66	5,59
NPК на 4,0 т/га	1,34	3,81	5,71
Безотвальное рыхление			
Без удобрений	1,09	2,25	3,98
NPК на 3,0 т/га	1,26	3,78	5,72
NPК на 4,0 т/га	1,37	3,91	5,87

Наибольшая урожайность в зависимости от фона питания получена по вариантам безотвального рыхления 1,99-3,87 т/га (табл. 5).

Таблица 5 - Урожайность яровой пшеницы в зависимости от фонов питания и приемов основной обработки почвы, т/га

Фоны питания	Урожайность, т/га	Прибавка от удобрений, кг/га	+, к отвальной обработке, кг/га	Внесено NPК, кг д. в	Оплата 1 кг д.в. NPК зерном, кг
Отвальная вспашка (В)					
Без удобрений	1,77	-	-	-	-
NPК на 3,0 т/га	2,35	580	-	130	4,46
NPК на 4,0 т/га	3,66	1890	-	290	6,51
Безотвальное рыхление					
Без удобрений	1,99	-	220	-	-
NPК на 3,0 т/га	2,63	640	280	130	4,92
NPК на 4,0 т/га	3,87	1880	210	290	6,48

В результате проведения безотвального рыхления, на фоне без удобрений превышение урожайности пшеницы по сравнению с отвальной вспашкой составило 220 кг/га, а на удобренных фонах – соответственно на 280-210 кг/га.

На фоне внесения расчетных доз удобрений на 3,0 и 4,0 т/га урожайность повысилась по сравнению с фоном без удобрений по отвальной вспашке на 0,58-1,89 т/га, по безотвальному рыхлению на 0,64-1,88 т/га. Оплата единицы удобрений зерном по отвальной вспашке соответственно фонам питания

составила 4,46 и 6,51 по безотвальной обработке – 4,92 и 6,48 кг д.в. NPК.

Следовательно, наибольшая урожайность (3,87 т/га) получено на вариантах безотвального рыхления с внесением расчетных норм удобрений на 4,0 т зерна с 1 га, оплата 1 кг д.в. NPК зерном 6,48 кг/кг. Варианты основной обработки почвы существенного влияния на показатели качества зерна яровой пшеницы не оказали, а внесенные удобрения существенно их повышали. Лучшие показатели качества зерна получены на варианте безотвального рыхления, на фоне NPК на 4,0 т/га (табл. 6).

Таблица 6 - Структура урожая пшеницы по приемам основной обработки и фонам питания

Фоны питания	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>		Сохранность, %	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость	Число зерен и масса зерна с 1 колоса		Масса 1000 зерен, г
	всходы	уборка				шт.	г	
Отвальная вспашка								
Без удобрений	459	309	67,4	312	1,01	20	0,56	28,0
NPК на 3,0 т/га	461	320	69,5	326	1,02	23	0,72	31,1
NPК на 4,0 т/га	463	326	70,4	332	1,02	25	1,04	41,6
Безотвальное рыхление								
Без удобрений	466	321	68,9	327	1,02	20	0,60	30,0
NPК на 3,0 т/га	469	335	71,5	345	1,03	24	0,76	31,7
NPК на 4,0 т/га	470	340	72,3	350	1,03	26	1,10	42,3

Лучшие показатели структуры урожая получены на варианте безотвального рыхления на фоне NPК на 4,0 т/га количество всходов составило 470 шт./м<sup>2</sup>, больше чем на фоне без внесения удобрений на 4 шт./м<sup>2</sup>, количество растений к уборке – 340 шт./м<sup>2</sup>, (больше на 19 шт./м<sup>2</sup>), число продуктивных стеблей –

350 шт./м<sup>2</sup> (больше на 23 шт./м<sup>2</sup>), масса зерна с 1 колоса 1,1 г (больше на 0,5 г), масса 1000 семян 42,3 г (больше на 12,3 г).

Следовательно, лучшие показатели структуры урожая отмечались в варианте безотвального рыхления на фоне NPК на 4,0 т/га.

**Выводы.** 1. Приемы основной обработки

почвы не оказывали влияние на продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы, внесенные удобрения увеличили вегетационный период на 3 дня.

2. Увеличение числа всходов по безотвальному рыхлению по сравнению с отвальной вспашкой на фоне без удобрений составило 7 шт./м<sup>2</sup>, на расчетном фоне NPK на 3 т/га – на 8 и на фоне NPK на 4 т/га на 12 шт./м<sup>2</sup>.

3. Варианты с безотвальной обработкой имели преимущество в накоплении сухой биомассы растений, по сравнению с отвальной вспашкой по всем фонам питания. Максимальное накопление сухой биомассы

происходило на фоне внесения NPK на 4 т/га.

4. При использовании безотвальной обработки уровень засоренности повышалась, а внесение расчетных норм удобрений увеличивало воздушно-сухую массу сорняков.

5. Наибольшая урожайность (3,87 т/га) получено на вариантах безотвального рыхления с внесением расчетных норм удобрений на 4,0 т зерна с 1 га, оплата 1 кг д.в. NPK зерном 6,48 кг/кг.

6. Лучшие показатели структуры урожая и качества зерна получены на вариантах безотвального рыхления с внесением расчетных норм удобрений на 4,0 т/га.

#### Литература

1. Посевные и урожайные качества семян в зависимости от фона питания в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. М. Ганиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 3(37). С. 111-114. <https://doi.org/10.12737/14781>.
2. Влияние отдельных агротехнических приемов на урожайность и качество семян яровой пшеницы в условиях Предволжской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Ф. Ф. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 97-100. <https://doi.org/10.12737/12510>.
3. Влияние элементов технологии на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на черноземных почвах Предволжья Республики Татарстан / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. Р. Сержанова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 3(67). С. 36-44. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-36-44>.
4. Густота посева, полевая всхожесть и структура урожая яровой пшеницы в зависимости от сорта и предпосевной обработки семян / Л. Г. Шашкаров, Г. А. Мефодьев, А. А. Балькин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1(55). С. 132-136. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-132-136>.
5. Миникаев Р. В., Фасхутдинов Ф. Ш. Применение минеральных удобрений и урожайность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 13-15 октября 2021 года. Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. С. 88-91.
6. Михайлова М. Ю., Курбангалиева И. З. Выбор оптимальной системы удобрений под яровую пшеницу в условиях Арского муниципального района Республики Татарстан // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2022. С. 179-192.
7. Влияние агрохимикатов и почвенного покрова Республики Татарстан на устойчивость яровой пшеницы Йолдыз к корневым гнилям и листовым болезням / Р. Х. Габитов, А. А. Лукманов, Ф. Н. Сафиоллин [и др.] // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 96-104.
8. Продуктивность различных видов яровой пшеницы в зависимости от фона питания при различных нормах высева в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, М. Ф. Амиров, И. М. Сержанов [и др.]. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 1(5). С. 46-51. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-46-51>.
9. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах Среднего Поволжья / Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. Г. Манюкова [и др.]. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. 400 с. ISBN 978-5-6044926-7-3.
10. Амиров М. Ф., Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанов И. М. Приемы повышения продуктивности посевов различных видов яровой пшеницы в средней полосе лесостепи Поволжья // Наука, технологии, кадры - основы достижений прорывных результатов в АПК: Сборник научно-практических материалов Международной научно-практической конференции. Казань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса». 2021. С. 194-207.
11. Амиров М. Ф., Сафиуллин А. Я. Отзывчивость яровой мягкой пшеницы на способы основной обработки почвы и фоны питания в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 2. С. 7-11. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-7-11>.
12. Лукманов А. А., Логинов Н. А., Сафиоллин Ф. Н. Технологии возделывания яровой пшеницы на выщелоченных черноземах Среднего Поволжья // Агробиотехнологии. 2022. № 1. С. 3-7. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2022-1-001>.
13. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, A. A. Valiev // International Scientific-Practical Conference: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources. Kazan: EDP Sciences. 2021. P. 00164. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700164>.
14. Assessment of the Influence of Various Agro-Technological Methods on the Development of Diseases, Pests, as Well as on the Lodging of Spring Wheat of the Ulyanovskaya 105 Variety in the Conditions of Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. Garaev, A. Serzhanova // International Scientific-Practical Conference: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources. Vol. 37. Kazan: EDP Sciences. 2021. P. 00166. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700166>.
15. Органическая технология и технические средства обработки почвы в условиях засухи - фундамент развития растениеводства и животноводства / Л. З. Шаррафиев, Н. Ф. Вафин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Аграрная наука

XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2017. С. 182-187.

16. Мониторинг и приемы повышения плодородия почв Республики Татарстан / С. Р. Сулейманов, Р. М. Низамов, Ф. Н. Сафиоллин [и др.] // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 23-26. [https://doi.org/ 10.25680/S19948603.2020.114.07](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.07).

17. Трофимов Н. В., Сочнева С. В., Панасюк М. В. Методика разделения территории Республики Татарстан на агроландшафтные районы на основе зонирования природно-климатических ее условий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № S4-1(55). С. 127-131. [https://doi.org/ 10.12737/2073-0462-2020-127-131](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-127-131).

18. Влияние различных биологических агентов на продуктивность яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья РТ / М. Ф. Амиров, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев [и др.] // Цифровые технологии в подготовке кадров АПК как ключевой фактор повышения его эффективности. Актуальные проблемы противодействия коррупции в системе обеспечения экономической безопасности: Сборник научно-практических материалов международных научно-практических конференций, посвященный XXX-летию Татарского института переподготовки кадров агробизнеса. Казань, 2022. С. 462-468.

19. Михайлова М. Ю., Курбангалиева И. З. Выбор оптимальной системы удобрений под яровую пшеницу в условиях Арского муниципального района Республики Татарстан // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 179-192.

20. Гилаев И. Г., Сабирова Р. М., Шакиров Р. С. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при различных системах удобрения и способах основной обработки почвы // Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гарева. Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2015. С. 189-197.

21. Влияние норм высева яровой пшеницы на урожай и качество зерна в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р. И. Гараев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов [и др.] // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 133-139.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

#### Сведения об авторах:

Вафина Лилия Талгатовна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: [liliya4513@mail.ru](mailto:liliya4513@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0005-4152-2395>

Миникаев Рогать Вагизович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: [ragat@mail.ru](mailto:ragat@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0860-2642>

Вафин Нияз Фоатович - кандидат технических наук, доцент, e-mail: [kgau138@mail.ru](mailto:kgau138@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-0818-8738>

Сочнева Светлана Викторовна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: [sochneva.svl@mail.ru](mailto:sochneva.svl@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0000-3831-6500>

Трофимов Николай Валерьевич - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: [nik.trofimow@mail.ru](mailto:nik.trofimow@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1672-8007>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

### INFLUENCE OF METHODS OF BASIC TILLAGE AND FERTILIZERS ON THE YIELD OF SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF AF "KOLOS" OF THE TETYUSHSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

L. T. Vafina, R. V. Minikaev, N. F. Vafin, S. V. Sochneva, N. V. Trofimov

**Abstract.** Studies on the effect of basic tillage techniques and fertilizers on the yield of spring wheat were conducted in 2022 in the conditions of the AF "Kolos" of the Tetyushsky municipal district of the Republic of Tatarstan, on typical chernozem soils with agrochemical characteristics for this zone: the content of humus 6.2, mobile phosphorus 153 and exchangeable potassium 149 mg per 1 kg of soil. The reaction of the soil solution is pH (salt) - 5.8 (according to the soil map and cartograms). The agro-climatic conditions of the growing season of 2022 were favorable for the growth and development of spring wheat. The timing of the onset of phenological phases, the duration of interphase periods did not depend on the methods of basic tillage, and fertilizers extended the growing season by 3 days. According to the assessment of the impact of basic tillage techniques and nutrition backgrounds on the contamination of crops, a general pattern was revealed – when using non-tillage, the level of contamination increased, and the introduction of calculated fertilizer rates increased the air-dry mass of weeds. The duration of the growing season without fertilizers was 90 days, on a fertilized background - 93 days. The best indicators of the crop structure were obtained on the option of non-fall loosening against the background of NPK by 4.0 t/ha, the number of seedlings was 470 pcs./m<sup>2</sup>, more than against the background without fertilizing by 4 pcs./m<sup>2</sup>, the number of plants for harvesting was 340 pcs./m<sup>2</sup>, (more by 19 pcs./m<sup>2</sup>), the number of productive stems – 350 pcs./m<sup>2</sup> (more by 23 pcs./m<sup>2</sup>), the weight of grain from 1 ear is 1.1 g (more by 0.5 g), the weight of 1000 seeds is 42.3 g (more by 12.3 g).

**Key words:** crop rotation, spring wheat, tillage, dump plowing, fall-free loosening.

**For citation:** Vafina L.T., Minikaev R.V., Vafin N.F., Sochneva S.V., Trofimov N.V. Assessment of the nutritional value of various types of feed prepared from corn, depending on the level of chemicalization and soil cover of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 1 (9): 13-19

#### References

1. Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Ganiev A. M. [Sowing and yield qualities of seeds depending on the nutritional background in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 10. 3(37): 111-114. <https://doi.org/10.12737/14781>.

2. Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Galiev F. F. [The influence of individual agricultural practices on the yield and quality of spring wheat seeds in the conditions of the Volga zone of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 10. 2(36): 97-100. [https://doi.org/ 10.12737/12510](https://doi.org/10.12737/12510).

3. Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanova A. R. [The influence of technology elements on the yield and grain quality of spring wheat on chernozem soils of the Volga region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; 17. 3(67): 36-44. [https://doi.org/ 10.12737/2073-0462-2022-36-44](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-36-44).



4. Shashkarov L. G., Mefodiev G. A., Balykin A. A. [Sowing density, field germination and yield structure of spring wheat depending on the variety and pre-sowing seed treatment]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14, S4-1(55): 132-136. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-132-136>.
5. Minikaev R. V., Faskhutdinov F. Sh. [The use of mineral fertilizers and the yield of spring wheat in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Rol' vuzovskoy nauki v razvitiy agropromyshlennogo kompleksa: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Nizhniy Novgorod, 13-15 oktyabrya 2021 goda*. Nizhniy Novgorod: FGBOU VO Nizhegorodskaya GSKHA. 2021. 88-91.
6. Mikhailova M. Yu., Kurbangalieva I. Z. [Selection of the optimal fertilizer system for spring wheat in the Arsky municipal region of the Republic of Tatarstan]. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2022. 179-192.
7. Gabitov R. Kh., Lukmanov A. A., Safiollin F. N. [The influence of agrochemicals and soil cover of the Republic of Tatarstan on the resistance of spring wheat Yoldyz to root rot and leaf diseases]. *Biologicheskaya zashchita rasteniy s ispol'zovaniyem genomnykh tekhnologiy: Sbornik nauchnykh trudov po materialam I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2022. 96-104.
8. Shaikhutdinov F. Sh., Amirov M. F., Serzhanov I. M. [Productivity of various types of spring wheat depending on the nutritional background at different seeding rates in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoye zemledeliye*. 2023; 1(5): 46-51. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-46-51>.
9. Minikaev R. V., Shaikhutdinov F. Sh., Manyukova I. G. [Improving the soil cultivation system in agricultural landscapes of the Middle Volga region]. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2021. 400. ISBN 978-5-6044926-7-3.
10. Amirov M.F., Shaikhutdinov F.Sh., Serzhanov I.M. [Techniques for increasing the productivity of crops of various types of spring wheat in the middle zone of the forest-steppe of the Volga region]. *Nauka, tekhnologii, kadry - osnovy dostizheniy proryvnykh rezul'tatov v APK: Sbornik nauchno-prakticheskikh materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kazan': Federal'noye gosudarstvennoye byudzhetnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya «Tatarskiy institut perepodgotovki kadrov agrobiznesa»*. 2021. 194-207.
11. Amirov M. F., Safiullin A. Ya. [Responsiveness of spring soft wheat to methods of basic tillage and nutritional background in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoye zemledeliye*. 2022; 2: 7-11. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-7-11>.
12. Lukmanov A. A., Loginov N. A., Safiollin F. N. [Technologies for cultivating spring wheat on leached chernozems of the Middle Volga region]. *Agrokhimicheskiy vestnik*. 2022; 1: 3-7. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2022-1-001>.
13. Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Garaev R. I. [The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan]. *International Scientific-Practical Conference: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources*. Kazan: EDP Sciences. 2021. P. 00164. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700164>.
14. Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Garayev R. [Assessment of the Influence of Various Agro-Technological Methods on the Development of Diseases, Pests, as Well as on the Lodging of Spring Wheat of the Ulyanovskaya 105 Variety in the Conditions of Predkamye of the Republic of Tatarstan]. *International Scientific-Practical Conference: Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources*. Vol. 37. Kazan: EDP Sciences. 2021. P. 00166. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213700166>.
15. Sharafiev L. Z., Vafin N. F., Ziganshin B. G. [Organic technology and technical means of soil cultivation in drought conditions - the foundation for the development of crop production and livestock farming]. *Agrarnaya nauka XXI veka. Aktual'nyye issledovaniya i perspektivy: Trudy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2017. 182-187.
16. Suleymanov S. R., Nizamov R. M., Safiollin F. N. [Monitoring and methods for increasing soil fertility in the Republic of Tatarstan]. *Plodorodiye*. 2020; 3(114): 23-26. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.07>.
17. Trofimov N. V., Sochneva S. V., Panasyuk M. V. [Methodology for dividing the territory of the Republic of Tatarstan into agrolandscape areas based on zoning of its natural and climatic conditions]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14, S4-1(55): 127-131. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-127-131>.
18. Amirov M. F., Serzhanov I. M., Garaev R. I. [The influence of various biological agents on the productivity of spring wheat in the conditions of gray forest soils of the Predkamye region of the Republic of Tatarstan]. *Tsifrovyye tekhnologii v podgotovke kadrov APK kak klyuchevoyy faktor povysheniya yego effektivnosti. Aktual'nyye problemy protivodeystviya korruptsii v sisteme obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti: Sbornik nauchno-prakticheskikh materialov mezhdunarodnykh nauchno-prakticheskikh konferentsiy, posvyashchenny KHKKKH-letiyu Tatarskogo instituta perepodgotovki kadrov agrobiznesa*. Kazan'. 2022. 462-468.
19. Mikhailova M. Yu., Kurbangalieva I. Z. [Selection of the optimal fertilizer system for spring wheat in the Arsky municipal region of the Republic of Tatarstan]. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2022. 179-192.
20. Gilaev, I. G., Sabirova R. M., Shakirov R. S. [Yield and grain quality of spring wheat with various fertilizer systems and methods of basic soil cultivation]. *Sovremennyye tekhnologii vyrashchivaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchennykh, posvyashchennoy pamyati R.G. Gareyeva*. Kazan': OOO "Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy". 2015. 189-197.
21. Garaev R. I., Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M. [The influence of spring wheat seeding rates on the yield and quality of grain in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Biologicheskaya zashchita rasteniy s ispol'zovaniyem genomnykh tekhnologiy: Sbornik nauchnykh trudov po materialam I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2022. 133-139.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest. There was no funding for the work.

**Authors:**

Vafina Lilia Talgatovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: [liliya4513@mail.ru](mailto:liliya4513@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0005-4152-2395>  
 Minikaev Rogat Vagizovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: [ragat@mail.ru](mailto:ragat@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0860-2642>  
 Vafin Niyaz Foatovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: [kgau138@mail.ru](mailto:kgau138@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-0818-8738>  
 Sochneva Svetlana Viktorovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: [sochneva.svl@mail.ru](mailto:sochneva.svl@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0000-3831-6500>  
 Trofimov Nikolay Valerievich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: [nik.trofimow@mail.ru](mailto:nik.trofimow@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1672-8007>  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
КАРТОФЕЛЯ СОРТА ГАЛА НА УРОЖАЙНОСТЬ КЛУБНЕЙ  
В УСЛОВИЯХ ЗАКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****К. Н. Давлетов, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев**

**Реферат.** Приведена оценка влияния различных площадей и фона питания на урожайность картофеля в условиях Закамья Республики Татарстан. Установлено, что на выщелоченных черноземах по мере увеличения числа высаживаемых клубней на различных фонах питания с 30 до 60 тыс. штук/га урожайность клубней картофеля сорта Гала в среднем за 2 года повышалась с 25,2 до 29,2 т/га на контроле, на фоне с удобрениями с 31,0 до 34,8 и 32,4-38,7 т/га. Однако, максимальный урожай за вычетом массы посадочного материала 25,2-31,1 и 35,1 т/га имел четкий выраженный максимум при некоторой оптимальной норме посадки – 50 тыс. клубней/га. Влияние фона питания на число стеблей одного куста было незначительным, однако, в пересчете на единицу площади число стеблей на фоне  $N_{60}P_{60}K_{90}$  при густоте посадки 50 тыс. клубней превышало контроля (без удобрений) на 3,41 тыс. шт., а на фоне  $N_{60}P_{60}K_{90} + 60$  т навоза эта разница составила 4,38 тыс. шт., что в конечном итоге отразилось при формировании урожая клубней. Наибольшая ассимиляционная поверхность – 44,6-46,7 тыс.м<sup>2</sup>/га была отмечена на удобренных вариантах опыта при густоте посадки 60 тыс. клубней на 1 га. Превышение по сравнению с контролем составила 6,3-8,4 тыс.м<sup>2</sup>/га. Применение удобрений при возделывании картофеля привело к некоторому снижению содержания крахмала в клубнях на 1,4-2,1 % при густоте посадки 50 тыс. клубней на 1 га. По мере увеличения густоты посадки независимо от фона питания содержание крахмала увеличилось на 1,1 % на контроле, и 0,8-0,9 % на удобренных фонах.

**Ключевые слова:** площадь питания, удобрения, густота посадки, урожай, содержание крахмала.

**Для цитирования:** Давлетов К.Н., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Гараев Р.И. Влияние отдельных элементов технологии возделывания картофеля сорта гала на урожайность клубней в условиях Закамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 1 (9). С. 20-26

**Введение.** Среди агротехнических мероприятий, направленных на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, важная роль принадлежит научно-обоснованной густоте посадки, способа посадки с помощью которых создаются оптимальные площади питания растений [1, 2, 3].

Развитие механизации, введения новых сортов и особенно увеличение применения удобрений, стимуляторов роста заставляют постоянно уточнить рекомендации по оптимальным площадям питания и способам посадки картофеля [4, 5].

Один из основных приемов повышения урожайности картофеля – рациональное использование площадей под картофель, т.е. установление такой густоты стояния растений и способов размещения этих растений на площади, при которой формируется наиболее высокий урожай с наименьшими затратами труда и средств [6, 7, 8].

Для получения хорошего урожая картофеля, как показано практикой передовых хозяйств Удмуртии, норма расхода посадочного материала должна составлять не менее 3,0-3,5 т с 1 га. Исследованиями установлено, что уменьшение этой нормы до 2,0 т на 1 га ведет к снижению урожая клубней на 3,5-4,6 т с 1 га [9, 10, 11].

Густоту посадки картофеля устанавливают в зависимости от типа почвы, ее плодородия и влагообеспеченности, а также целей возделывания и биологических особенностей сорта. Ранние сорта, образующие менее мощные кусты, высаживают несколько гуще, чем

позднеспелые. Чем богаче почва питательными веществами и чем лучше она обеспечена влагой, тем больший эффект можно ожидать от загущения посадки [12, 13, 14].

Правильное установление площадей питания картофеля дает возможность улучшать водообеспеченность растений в период формирования клубней. Почти повсеместно в районах недостаточного увлажнения уровень эффективного плодородия почвы в основном определяется запасами почвенной влаги. В то же время использование созданного плодородия почвы в значительной мере определяется полнотой стояния растений [15, 16, 17].

Цель исследований – выявление оптимальной площади питания растений для получения максимального урожая клубней картофеля сорта Гала.

**Условия, материалы и методы.** Опыты проводили в 2021-2022 годы в полях севооборота КФХ «Давлетов Н.Г.» по разработанной нами единой схеме.

Схема опыта:

1. Естественный фон (контроль);
2.  $N_{60}P_{60}K_{90}$ ; 3.  $N_{60}P_{60}K_{90} +$  навоз 60 т/га.

На каждом фоне питания испытывали густоту посадки 30, 40, 50 и 60 тыс. клубней на 1 га. Почва выщелоченный чернозем среднесуглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусового горизонта (пахотный слой) 25-27 см рН солевой вытяжки – 5,9-6,2. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном горизонте колебался в пределах 5,6-5,9%, доступного подвижного фосфора – 240-246 мг/кг, обменного калия –

232-234 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Предшественником для объекта исследований в оба года была озимая пшеница, которая возделывалась после удобренного чистого пара. Основная обработка почвы на опытных участках проводилась после внесения навоза согласно рекомендациям по возделыванию картофеля в Республике Татарстан.

Из минеральных удобрений, вносимых в почву весной под культивацию, применяли аммиачную селитру, диаммофос и 40 % калийную соль. Общая площадь делянки 144 м<sup>2</sup>, учетная 124 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. Глубина заделки посадочного материала в почву 10 см. Семенной материал средней фракции (65-70 г) первой репродукции.

С междурядьем 75 см гребнеобразующим культиватором нарезали четырехрядные гребни. Посадку проводили по схеме 75×25 см на картофелесажалке HASSLA. Перед посадкой клубни в течение двух недель подвергали воздушно-тепловому обогреву.

Протравливание клубней проводили препаратом «Максим» при посадке. В борьбе против сорняков использовали гербицид Зенкер в дозе 1 л/га. Против болезней фитофторозы использовали фунгицид «Ридомил голд МЦ» (2,5 кг/га) и другие медьсодержащие препараты, против личинок колорадского жука инсектицид «Актара» (0,06 кг/га). Агротехнические мероприятия по уходу за посевами состояли из трехкратного боронования (два до всходов и одно по всходам), одного рыхления междурядий и двукратного окучивания.

Гидротермические условия вегетации картофеля в 2021 г. в целом характеризовались как удовлетворительно благоприятно для роста и развития растений. Температурный режим был повышенный, по сравнению

со среднемноголетней, на 4<sup>0</sup>С и осадки выпадали неравномерно по месяцам. В августе дожди практически отсутствовали (ГТК-0,1). За вегетационный период ГТК составил 0,55.

Погодные условия вегетации 2022 г. находились на среднемноголетнем уровне. ГТК – 1,95, что положительно воздействовало на развитие клубней картофеля.

За вегетационный период была проведена три полива в фазу бутонизации и в период клубнеобразования. Урожай клубней убирали в первый декаде сентября по всем вариантам отдельно.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б.А. Доспехову (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта // 5-е изд. М.: Агрпроиздат. - 1985. 351 с.) с использованием программ для Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** В оба года исследований на всех фонах питания при всех нормах посадки всходы появились в один срок – в 2021 году 26 мая, а в 2022 году 30 мая. Однако, дальнейшие фенологические фазы наступали по-разному. Загущение посадок от 30 до 60 тыс. клубней ускорило начало бутонизации на 1-3 дня, цветение на 1-4, отмирание ботвы на 2-7 дней. Увеличение густоты посадки на всех фонах питания несколько сокращало продолжительность прохождения растениями межфазные периоды. В зависимости от густоты посадки продолжительность от фазы цветения до начала отмирания ботвы в 2021 году составило 41-43 дня, 2022 году 45-47 дней. Продолжительность вегетационного периода 105-110 дней соответственно.

Независимо от фона питания в годы исследований густота посадки оказала заметное влияние на число взошедших растений (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние фона и площади питания на полевую всхожесть и биологическую стойкость растений картофеля сорта Гала

Фон питания	Посажено клубней, тыс.шт. на 1 га	Взошло растений, тыс.шт. на 1 га	Полевая всхожесть, %	Растений к уборке, тыс.шт. на 1 га	Выпало		Сохранилось, %
					растений шт. на 1 га	%	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2021 г.</b>							
Контроль (без удобрений)	30	29,7	99,1	29,4	300	1,0	99,0
	40	39,4	98,7	38,9	460	1,3	98,7
	50	49,0	98,0	48,1	900	1,8	98,2
	60	58,0	97,4	56,2	1800	3,1	96,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	29,9	99,3	29,7	200	0,7	99,3
	40	39,5	98,9	39,1	400	1,0	99,0
	50	49,3	98,7	48,5	800	1,6	98,4
	60	58,8	98,0	57,2	1600	2,7	97,3
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	29,8	99,2	29,6	200	0,7	99,3
	40	39,6	98,9	39,1	500	1,3	98,7
	50	49,1	98,1	48,4	700	1,4	98,6
	60	58,7	97,8	57,3	1400	2,4	97,6
HCP <sub>05</sub> А В АВ		2,17		1,06			
		1,44		1,26			
		1,44		1,24			

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2022 г.</b>							
Контроль (без удобрений)	30	29,5	98,3	29,2	350	1,0	99,0
	40	39,2	98,0	38,7	480	1,3	98,7
	50	48,8	97,6	47,8	955	2,0	98,0
	60	57,5	95,8	55,6	1900	3,3	96,7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	29,6	98,8	29,3	280	1,0	99,0
	40	39,4	98,5	38,9	466	1,3	98,7
	50	49,0	98,0	48,1	920	1,8	98,2
	60	57,6	96,0	55,8	1770	3,1	96,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	29,6	98,6	29,3	278	1,0	99,0
	40	39,3	98,3	38,8	467	1,3	98,7
	50	48,8	97,6	47,9	949	1,8	98,2
	60	57,7	96,2	55,9	1730	3,0	96,9
HCP <sub>05</sub> А В АВ		2,03		0,8			
		2,64		1,05			
		1,04		1,05			
<b>Средняя за 2 года</b>							
Контроль (без удобрений)	30	29,6	98,7	29,3	300	1,0	99,0
	40	39,5	98,7	38,8	700	1,8	98,2
	50	48,9	97,8	47,9	1000	2,0	98,0
	60	57,7	96,2	55,9	1600	3,1	96,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	29,7	99,0	29,5	200	0,7	99,3
	40	39,5	98,7	39,0	500	1,3	98,7
	50	49,2	98,4	48,3	900	1,8	98,2
	60	58,2	97,0	56,5	1700	2,9	97,1
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	29,7	99,0	29,4	300	1,0	99,0
	40	39,5	98,8	38,9	600	1,5	98,5
	50	49,0	98,0	48,4	900	1,8	98,2
	60	58,2	97,0	56,5	1600	2,7	97,3

В оба года исследования фон питания не оказал существенного влияния на полевую всхожесть картофеля. В среднем за 2 года на контрольном варианте опыта, при густоте посадки 50 тыс. клубней на гектар, полевая всхожесть составила 97,8%, на удобренных вариантах 98,0-98,4% соответственно. Густота посадки оказала влияние на число взшедших растений как в 2021, так и 2022 годах. На всех фонах питания с увеличением густоты посадки наблюдалось постепенное снижение полевой всхожести картофеля. В среднем за 2 года на всех фонах питания по мере увеличения густоты посадки с 30 до 60 тыс. клубней число запланированных всходов снизилось на контроле от 98,7 до 96,2%, на удобренных фонах – 99,0-97,0%, то есть снижение составило 2,0-2,5%.

На удобренных фонах питания наблюдалась тенденция увеличения сохранности растений к уборке. Густота посадки оказала определенное влияние на сохранность растений картофеля к уборке. Число сохранившихся растений на всех фонах питания по мере увеличения их количества на единицу площади снижалась больше.

Так, в среднем за 2 года при густоте посадки 30 тыс. клубней на неудобренном фоне (контроль) к уборке сохранилось 29,3 тыс. штук/га или 99,0%, выпало 300 растений от всходов, при посадке 60 тыс. клубней сохранилось 55,9 тыс. штук/га или 96,9%, а количество выпавших растений за вегетацию

составило 1800 шт./га. На удобренных вариантах при внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 29,5; 99,3; 200; 56,5; 97,1; 1700; N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + 60 т/га навоза – 29,4; 99,0; 300 и 56,6; 973; 1600, соответственно.

Основным компонентом в формировании продуктивности клубней является число стеблей на единице площади, которое определяется числом стеблей на один куст. В среднем за два года на всех фонах питания количество стеблей на один куст при увеличении числа растений на единицу площади несколько снижалось, однако, следует отметить, что при пересчете на единицу площади их количество увеличивалось (табл. 2).

Влияние фона питания на число стеблей одного куста было незначительным, однако в пересчете на 1 га число стеблей на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> при густоте посадки 50 тыс. клубней превышало контроля на 3,41 тыс. шт., а на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + навоз 60 т/га эта разница составила 4,38 тыс. шт., что в конечном счете отразилось при формировании урожая клубней картофеля.

Повышение густоты посадки значительно уменьшило количество стеблей на один куст, но в связи с большим количеством растений на 1 га, их число увеличивалось, и самой большей оно было при густоте посадки 60 тыс. клубней и составило на контроле 255,46 тыс. шт. на га, на фонах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 259,34 шт. и N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + навоз 60 т/га – 259,79 тыс. шт. на 1 га.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 2 – Число стеблей растений картофеля сорта Гала в зависимости от фона и площадей питания, 2021-2022 годы

Фон питания	Густота посадки, тыс. клубней/га	Число стеблей	
		на 1 куст, шт.	на 1 га, тыс. штук
Контроль (без удобрений)	30	5,33	156,17
	40	5,26	204,10
	50	4,89	234,23
	60	4,57	255,46
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	5,35	157,83
	40	5,29	206,31
	50	4,92	237,64
	60	4,59	259,34
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	5,37	157,88
	40	5,31	206,56
	50	4,93	238,61
	60	4,59	259,79

Площадь ассимиляционной поверхности в посевах картофеля – один из важнейших факторов, определяющих величину урожая [18]. Поэтому особенно большое значение имеют исследования, позволяющие установить влияние густоты стояния растений картофеля

при различных уровнях питания на формирование листовой поверхности. В наших опытах анализ динамики развития листовой поверхности показал, что удобрения оказали положительное влияние в увеличении площади листьев растений картофеля (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика нарастания площади листьев картофеля сорта Гала в зависимости от фона и площади питания, тыс.м<sup>2</sup>/га, 2021-2022 годы

Фон питания	Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Фаза развития			
		бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	уборка
Контроль (без удобрений)	30	25,2	29,3	27,1	13,6
	40	26,7	31,6	30,3	16,4
	50	29,1	36,0	34,3	16,9
	60	31,5	38,3	35,7	17,3
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	26,8	32,4	30,2	15,4
	40	30,5	35,9	32,8	17,5
	50	33,6	41,0	38,6	19,0
	60	37,5	44,6	41,0	20,7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	27,6	33,5	31,3	15,9
	40	31,8	37,2	33,6	18,2
	50	35,0	42,8	39,5	19,7
	60	38,9	46,7	42,8	20,9

Максимальная площадь листьев, как на удобренных, так и на контроле, отмечена в фазу цветения картофеля. Наибольшей листовой поверхностью 44,6-46,7 тыс. м<sup>2</sup>/га обладали растения на удобренных фонах питания при густоте посадки 60 тыс. клубней на 1 га.

Разница по сравнению с контролем составила 6,3-8,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наивысший урожай клубней картофеля в среднем за 2 года получен на фоне внесения минеральных удобрений в сочетании с органикой при густоте посадки 60 тыс. клубней на 1 га (табл. 4).

Таблица 4 – Зависимость урожая картофеля сорта Гала от густоты посадки на различных фонах питания, 2021-2022 годы

Фон питания	Густота посадки, тыс. клубней/га	Урожай, т/га		Средний урожай за 2 года		
		2021 г.	2022 г.	т/га	после вычета посадочных клубней	
					т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Контроль (без удобрений)	30	24,7	25,6	25,2	23,3	100
	40	26,5	27,2	26,9	24,3	104,3
	50	28,0	28,9	28,5	25,9	108,4
	60	28,6	29,8	29,2	25,3	109,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	29,5	32,4	31,0	29,1	100
	40	30,7	33,8	32,3	29,7	102,1
	50	33,6	35,0	34,3	31,1	106,9
	60	34,0	35,6	34,8	30,9	106,2



1	2	3	4	5	6	7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	31,3	33,5	32,4	30,4	100
	40	32,7	36,1	34,4	31,8	104,6
	50	35,9	40,7	38,3	35,1	115,5
	60	36,3	41,2	38,7	34,8	114,3
НСР <sub>05</sub>	А	0,044	0,049			
	В	0,049	0,075			
	АВ	0,049	0,075			

По годам не наблюдаются резкие колебания в урожаях клубней, несмотря на различия погодных условий, так как 2021 год характеризовался засушливыми условиями во время вегетации картофеля. Искусственное дождевание в фазе бутонизации и клубнеобразования нивелировали недостаток влаги в почве, что в конечном итоге отразилось на урожайности клубней картофеля.

Внесение удобрений под картофель позволило значительно увеличить его урожайность. В среднем за 2 года при густоте посадки 50 тыс. шт. клубней на га на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> прибавка урожая к контролю составила 5,8 т/га, а на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + навоз 60 т/га – 9,8 т/га соответственно.

Урожайность клубней зависела от площади питания растений картофеля, то есть от ее оптимальности. На всех фонах питания в оба года исследований наибольшая статистически

доказанная урожайность формировала на контроле 28,0-28,9 т/га при густоте посадки 50 тыс. шт. клубней на га, на фоне с удобрениями – 33,6-35,0 и 35,9-40,7 т/га соответственно.

При высаживании картофеля различной густотой, немаловажное значение имеет урожайность за вычетом массы посадочных клубней. На всех фонах питания при вычете веса посадочного материала наивысший урожай был отмечен при густоте посадки 50 тыс. шт. клубней на га, на контроле – 25,3 т/га, на фоне с удобрениями – 31,1-35,1 т с га. Необходимо отметить, что по мере увеличения густота посадки до 60 тыс. клубней урожайность за вычетом семян снизилась на 0,2-0,3 т с га по сравнению с густотой посадки 50 тыс. клубней/га.

На изучаемых вариантах было определено содержание крахмала в клубнях (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Гала (2021-2022 годы)

Фон питания	Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Число растений, тыс. на 1 га	Среднее за 1 года	
			процент крахмала	выход крахмала (т с 1 га)
Контроль (без удобрений)	30	29,3	13,7	3,45
	40	38,8	13,9	3,78
	50	47,9	14,5	4,19
	60	55,9	14,8	4,41
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30	29,5	12,6	4,08
	40	39,0	12,8	4,33
	50	48,3	13,1	4,59
	60	56,5	13,4	4,77
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + навоз 60 т/га	30	29,4	11,8	3,95
	40	38,9	12,1	4,37
	50	48,4	12,4	5,10
	60	56,6	12,7	5,23

Применение удобрений привело к снижению содержания крахмала в клубнях на 1,4-2,1% при густоте посадки 50 тыс. клубней на 1 га, однако сбор крахмала с единицы площади при этом повысился на 0,40-0,91 т за счет увеличения урожая по сравнению с контролем. По мере повышения густоты посадки на всех фонах питания несколько повышалось содержание крахмала и особенно значительно сбор крахмала с 1 га.

**Выводы.** Наибольшая прибавка урожая

клубней наблюдалась при густоте посадки 50 тыс. клубней от совместного применения удобрений – 4,0 т/га.

Следовательно, творческий подход к применению густоты посадки, совместное применение органических и минеральных удобрений при выращивании картофеля с учетом почвенных и климатических условий, биологических особенностей сорта позволит в каждом хозяйстве значительно повысить урожай клубней и увеличить их рентабельность.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

#### Литература

1. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье / З. И. Усанова, Н. В. Самогаева, В. В. Филин [и др.]. Тверь: ООО "Издательство "Триада", 2013. 528 с. ISBN

978-5-94789-600-8.

2. Картофель. Выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер [и др.]. Москва: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2016. 458 с. ISBN 978-5-903209-17-0.

3. Владимиров В. П., Гайнутдинов М. Т., Чекмарев П. А. Расчетные дозы удобрений и формирование запланированного урожая картофеля в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 4(34). С. 111-115. <https://doi.org/10.12737/7741>.

4. Шабанов А. Э., Киселев А. И., Зебрин С. Н. Продуктивность и качество новых сортов картофеля в зависимости от приемов агротехники // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 1. С. 30-31.

5. Формирование урожайности клубней картофеля в зависимости от площади питания на серой лесной почве Республики Татарстан / Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Шайхутдинов, Л. М. Егоров, А. Р. Шарапова // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 32-36. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-32-36>.

6. Орехов С. В., Сержанов И. М., Егоров Л. М. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от применения микроудобрений на основе меди, цинка и марганца в условиях Предкамья Республики Татарстан // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 324-331.

7. Владимиров В. П., Егоров Л. М., Аппаков В. И. Сидеральная культура - эффективный предшественник для картофеля // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. Т. 7. № 3(25). С. 101-105.

8. Возделывание картофеля с использованием элементов биологической системы земледелия на серой лесной почве лесостепи Среднего Поволжья / В. П. Владимиров, А. Н. Кшиникаткина, К. В. Владимиров, Л. М. Егоров // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 42-44. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.13>.

9. Исследование эффективности применения органоминеральных удобрений при выращивании картофеля / Т. И. Бурмистрова, Л. Н. Сысоева, Т. П. Алексеева, Н. М. Трунова // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 5. С. 32-33.

10. Егоров Л. М., Симаков Е. А. Влияние орошения на продуктивность отечественных сортов картофеля в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 26-31. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-26-31>.

11. Обоснование и определение параметров бороздообразователя картофелесажалки / М. Н. Калимуллин, Д. Т. Халиуллин, И. Х. Гайфуллин, Р. Р. Хамитов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 3(67). С. 84-89. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-84-89>.

12. Особенности развития регионального сельского хозяйства в современных условиях / Ф. Н. Мухаметгалеев, А. Р. Валиев, Ф. Н. Авхадиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 3(67). С. 144-153. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-144-153>.

13. Анализ и тенденции развития сельского хозяйства в условиях цифровизации / А. К. Субаева, М. Н. Калимуллин, М. М. Низамутдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 135-141. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-135-141>.

14. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. Т. 17, № 1(65). С. 9-14. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-9-14>.

15. Использование программного комплекса при оптимизации проведения посевных работ по критериям эффективности / Н. И. Семушкин, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 2(28). С. 84-90.

16. Проблемы утилизации и переработки органических отходов сельского хозяйства / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков [и др.] // Agricultural machinery 2018: VI international scientific congress, 25.06 – 28.06.2018, Burgas, Bulgaria, Burgas, 25–28 июня 2018 года. Том 2. Burgas: Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering INDUSTRY 4.0, 2018. С. 201-202.

17. Современные энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве / Б. Г. Зиганшин, Ю. Х. Шогенов, И. Х. Гайфуллин [и др.]. Казань: КГАУ, 2018. 276 с.

18. Каюмов, М.К. Справочник по программированию продуктивности полевых культур / М. К. Каюмов. М.: Россельхозиздат, 1982. 288 с.

**Сведения об авторах:**

Давлетов Камиль Насихович - аспирант, e-mail: [davletov\\_nasim@mail.ru](mailto:davletov_nasim@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-0132-4741>.

Шайхутдинов Фарит Шарипович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: [faritshay@kazgau.com](mailto:faritshay@kazgau.com), <https://orcid.org/0009-0006-1423-4846>.

Сержанов Игорь Михайлович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: [igor.serzhanov@mail.ru](mailto:igor.serzhanov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1758-0622>.

Гараев Разиль Ильсурович - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: [rass112@mail.ru](mailto:rass112@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-7774-6553>.

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

**THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATING GALA POTATOES ON THE YIELD OF TUBERS IN THE CONDITIONS OF THE ZAKAMYE REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**K. N. Davletov, F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev**

**Abstract.** An assessment is made of the influence of different areas and nutrition background on potato yields in the Trans-Kama region of the Republic of Tatarstan. It was established that on leached chernozems, as the number of

planted tubers on different nutritional backgrounds increased from 30 to 60 thousand pieces/ha, the yield of potato tubers of the Gala variety increased on average over 2 years from 25,2 to 29,2 t/ha in the control, against the background with fertilizers from 31,0 to 34,8 and 32,4-38,7 t/ha. However, the maximum yield minus the mass of planting material 25,2...31,1 and 35,1 t/ha had a clear, pronounced maximum at a certain optimal planting rate - 50 thousand tubers/ha. The influence of the nutrition background on the number of stems of one bush was insignificant, however, in terms of per unit area, the number of stems on the background  $N_{60}P_{60}K_{90}$  with a planting density of 50 thousand tubers exceeded the control (without fertilizers) by 3,41 thousand pieces, and on the background  $N_{60}P_{60}K_{90}$  + 60 tons of manure, this difference amounted to 4,38 thousand pieces, which ultimately was reflected in the formation of the tuber harvest. The largest assimilation surface - 44,6...46,7 thousand  $m^2/ha$  was noted in the fertilized variants of the experiment with a planting density of 60 thousand tubers per 1 ha. The excess compared to the control was 6,3...8,4 thousand  $m^2/ha$ . The use of fertilizers when cultivating potatoes led to a slight decrease in the starch content in tubers by 1,4...2,1% at a planting density of 50 thousand tubers per 1 ha. As the planting density increased, regardless of the nutritional background, the starch content increased by 1,1% on the control, and 0,8...0,9% on the fertilized backgrounds.

**Key words:** feeding area, fertilizers, planting density, yield, starch content.

**For citation:** Davletov K.N., Shaikhutdinov F.Sh., Serzhanov I.M., Garaev R.I. The influence of individual elements of the technology of cultivating Gala potatoes on the yield of tubers in the conditions of the Zakamye Region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 1 (9): 20-26

**Conflict of interests**

The authors declare no conflicts of interest. There was no funding for the work.

**References**

1. Usanova Z. I., Samotaeva N. V., Filin V. V. Teoriya i praktika sozdaniya vysokoproduktivnykh posadok kartofelya v Tsentral'nom Nechernozem'e [Theory and practice of creating highly productive potato plantings in the Central Non-Chernozem region]. Tver: OOO "Izdatel'stvo "Triada". 2013. 528. ISBN 978-5-94789-600-8.
2. Shpaar D., Bykin A., Dreger D. Kartoffel'. Vyrashchivanie, uborka, khranenie [Potatoes. Cultivation, harvesting, storage]. Moskva: OOO «DLV AGRODELO». 2016. 458. ISBN 978-5-903209-17-0.
3. Vladimirov V.P., Gainutdinov M.T., Chekmarev P.A. [Calculated doses of fertilizers and formation of the planned potato harvest in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014; 9. 4(34): 111-115. <https://doi.org/10.12737/7741>.
4. Shabanov A. E., Kiselev A. I., Zebrin S. N. [Productivity and quality of new potato varieties depending on agricultural techniques]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011; 1: 30-31.
5. Minikaev R. V., Shaikhutdinov F. Sh., Egorov L. M. [Formation of potato tuber yield depending on the area of nutrition on gray forest soil of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie. 2023; 4(8): 32-36. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-32-36>.
6. Orekhov S. V., Serzhanov I. M., Egorov L. M. [Productivity of potato varieties depending on the use of micronutrients based on copper, zinc and manganese in the conditions of the Ancestors of the Republic of Tatarstan]. Sovremennye dostizheniya agrarnoi nauki: Nauchnye trudy vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi pamyati zasluzhennogo deyatelya nauki i tekhniki RF, professora, akademika akademii Agrarnogo obrazovaniya, laureata Gosudarstvennoi premii RF v oblasti nauki i tekhniki, zasluzhennogo izobretatelya SSSR Gainanova Khazipa Sabirovicha, Kazan', 26 fevralya 2021 goda. Tom 1. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2021. 324-331.
7. Vladimirov V. P., Egorov L.M., Appakov V.I. [Sideral culture is an effective precursor for potatoes]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012; 7. 3(25): 101-105.
8. Vladimirov V. P., Kshnikatkina A. N., Vladimirov K. V. [Potato cultivation using elements of the biological system of agriculture on the gray forest soil of the forest-steppe of the Middle Volga region]. Plodorodie. 2020; 3(114): 42-44. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.13>.
9. Burmistrova T. I., Sysoeva L. N., Alekseeva T. P. [Investigation of the effectiveness of the use of organomineral fertilizers in potato cultivation]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012; 5: 32-33.
10. Egorov L. M., Simakov E. A. [The influence of irrigation on the productivity of domestic potato varieties in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie. 2023; 4(8): 26-31. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-26-31>.
11. Kalimullin M. N., Khaliullin D. T., Gayfullin I. H. [Substantiation and determination of the parameters of the potato planter furrower]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; 17. 3(67): 84-89. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-84-89>.
12. Mukhametgaliev F. N., Valiev A. R., Avkhadiyev F. N. [Features of the development of regional agriculture in modern conditions]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; 17. 3(67): 144-153. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-144-153>.
13. Subaeva A. K., Kalimullin M. N., Nizamutdinov M. M. [Analysis and trends in the development of agriculture in the context of digitalization]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; 17. 1(65): 135-141. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-135-141>.
14. Ganiev A. S., Sibagatullin F. S., Ziganshin B. G. [The use of fertilizers from chicken manure for growing organic products]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; 17. 1(65): 9-14. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-9-14>.
15. Semushkin N. I., Ziganshin B. G., Valiev A. R. [The use of a software package for optimizing sowing operations according to efficiency criteria]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013; 8. 2(28): 84-90.
16. Gayfullin I. H., Ziganshin B. G., Rudakov A. I. [Problems of utilization and processing of organic agricultural waste]. Agricultural machinery 2018: VI international scientific congress, 25.06 – 28.06.2018, Burgas, Bulgaria, Burgas, 25–28 iyunya 2018 goda. Tom 2. Burgas: Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering INDUSTRY 4.0. 2018. 201-202.
17. Ziganshin B. G., Shogenov Yu. Kh., Gayfullin I. H. [Modern energy-saving technologies in agriculture]. Kazan: KGAU. 2018. 276.
18. Kayumov M. K. Spravochnik po programmirovaniyu produktivnosti polevykh kul'tur [Handbook on programming productivity of field crops]. M.: Rossel'khozizdat. 1982. 288.

**Authors:**

Davletov Kamil Nasikhovich - ostgraduate student, e-mail: davletov\_nasim@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0132-4741>  
 Shaikhutdinov Farit Sharipovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faritshay@kazgau.com, <https://orcid.org/0009-0006-1423-4846>  
 Serzhanov Igor Mikhailovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1758-0622>  
 Garaev Razil Ilsurovich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, mail: rass112@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7774-6553>  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ  
ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР

О. А. Егорова, Р. М. Сабирова, И. Х. Вафин, Р. И. Сафин

**Реферат.** Целью исследований была оценка продуктивности и кормовой ценности (содержания в зерне и выхода белка) различных зернофуражных культур. В задачи исследований входило выявить виды и сорта зернофуражных культур, обеспечивающие максимальный выход растительного белка с 1 га посевов. В качестве объектов исследований выступали яровой двурядный ячмень, яровой многорядный пленчатый ячмень, яровой многорядного голозерный ячмень, яровая тритикале. Исследования проводились в 2023 году на хорошо окультуренной, серой лесной почве среднесуглинистого состава в условиях развития периодически засушливых явлений. Использовались стандартные технологии возделывания зернофуражных культур. Среди ярового зернофуражного ячменя наибольшие показатели по урожайности, содержанию белка и его сбору с 1 га были для сорта многорядного пленчатого ячменя Тевкеч. Достоверных различий по урожайности между сортами двурядного пленчатого ячменя (Раушан, Орлан) не установлено. Максимальное содержание белка в зерне (на 6,7% выше, чем у стандарта) среди сортов ячменя было у многорядного голозерного ячменя сорта Ергенинский голозерный, благодаря чему сбор белка в данном варианте был на уровне сортов двурядного ячменя и незначительно уступал показателям для многорядного пленчатого ячменя сорта Тевкеч. Сорта яровой тритикале УКРО и Тимур уступали по содержанию белка в зерне всем вариантам с яровым ячменем. Сорт Орден значительно выделялся среди других сортов яровой тритикале по содержанию белка, а благодаря высокой урожайности, при его использовании было получено максимальное количество (0,77 т) растительного белка с 1 га посевов. В результате исследований было установлено, что среди изучаемых зернофуражных культур в условиях 2023 года преимущество имела яровая тритикале сорта Орден.

**Ключевые слова:** кормопроизводство, зернофуражные культуры, яровой ячмень, яровая тритикале.

**Для цитирования:** Егорова О.А., Сабирова Р.М., Вафин И.Х., Сафин Р.И. Сравнительная оценка продуктивности различных зернофуражных культур //Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. 1(9). С. 27-31

**Введение.** Продуктивность сельскохозяйственных животных, в большей степени зависит от обеспеченности кормами, чем от генетических характеристик и условий содержания [1]. Вместе с тем, анализ состояния кормопроизводства как в стране, так и в Республике Татарстан позволяет сделать вывод о том, что при относительном решении задачи количественного обеспечения потребностей сельскохозяйственных животных, еще значительной проблемой остается вопрос соответствующего качества кормов [2, 3]. Кроме того, занимая практически большую часть посевных площадей, кормовые культуры, зачастую возделываются с использованием устаревших агротехнологий, что ведет к недобору как урожая, так и качества кормов [4].

Значительной проблемой в кормопроизводстве страны и Татарстана остается дефицит в них растительного белка [5, 6, 7], что ведет как к перерасходу кормов, так и к низкой их отдачей. Для Татарстана дефицит в кормах белка оценивается на уровне 10-12% [8], что значительно снижает потенциальную продуктивность животных. Значительную роль в обеспечении потребности животных в белках играют зернофуражные культуры [9, 10, 11].

Среди зернофуражных культур в Республике Татарстан наиболее распространен яровой пленчатый ячмень (в среднем за период 2007-2022 годы площади посева составили 417,6 тыс. га). Площади под овес

остаются стабильными и составляют порядка 62 тыс. га. Кроме того, на кормовые цели используется яровая пшеница и другие зерновые культуры. Существенной проблемой при производстве зерновых зернофуражных культур остается низкая их урожайность (для ярового ячменя в среднем 2,92 т/га) и высокая вариабельность показателей, что связано с развитием засух [12].

Вместе с тем, в последние годы появились и новые перспективные виды зерновых зернофуражных культур – яровая тритикале, яровой многорядный ячмень, яровой голозерный ячмень и др.

Яровая тритикале отличается высокой продуктивностью, устойчивостью к болезням и вредителям, а также высоким содержанием белка [13], что делает ее перспективной кормовой культурой как для производства зернофуража, так и для использования в составе различных кормосмесей [14, 15].

Значительный интерес представляет и многорядные ячмени. В частности, в Республике Татарстан создан сорт многорядного пленчатого ярового ячменя Тевкеч, отличающийся высокой продуктивностью и качественными характеристиками (содержанием белка) при использовании на кормовые цели, при этом превосходя показатели стандартного двурядного ячменя сорта Раушан [16, 17]. Перспективными, в том числе для птицеводства являются сорта голозерного многорядного ячменя

## АГРОНОМИЯ

*H. vulgare L. subsp. vulgare convar. coeleste (L.) A. Trof.* [18, 19]. Характерной особенностью данного ячменя является низкая пленчатость и высокое содержание белка [20], что особенно ценно для питания птиц [21].

В связи с вышеизложенным, целью исследований была оценка эффективности различных зернофуражных яровых культур. В задачи исследований входило изучение продуктивности различных зернофуражных культур и оценка накопления в их зерне белков.

**Условия, материалы и методы.** Полевые опыты закладывались на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ в селекционном севообороте в 2023 году. Почва участков – серая лесная среднесуглинистая высокоокультуренная (содержание гумуса

(по Тюрину) – 3,0%, подвижного фосфора очень высокое; обменного калия повышенное; реакция почвенного раствора близка к нейтральной). Условия вегетации в год исследования были периодически засушливыми.

Варианты опыта представлены в таблице 1. Площадь опытных делянок – 25 м<sup>2</sup>, площадь учетных делянок – 20 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Размещение делянок – систематическое, однорядное последовательное. Азофоска в норме 150 кг/га вносились под предпосевную культивацию. Посев был выполнен 27 апреля 2023 г рядовым способом механической селекционной сеялкой Wintersteiger, на глубину 5-6 см, с нормой высева 5,0 млн. в.с./га. Посев всех сортов осуществлялся семенами репродукции ЭС.

Таблица 1 – Схема полевого опыта в 2023 году

№	Культура	Сорт	Селекционный центр
1.	Яровой ячмень двурядный (стандарт)	Раушан	ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН
2.	Яровой ячмень двурядный	Орлан	Самарский НИИСХ
3.	Ячмень многорядный пленчатый	Тевкеч	ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН
4.	Ячмень многорядный голозерный	Ергенинский голозерный	Волгоградский ГАУ
5.	Яровая тритикале	УКРО	НИИСХ ЦЧП, Воронежский ГАУ
6.	Яровая тритикале	Тимур	ФГБНУ «Национальный Центр зерна им. П.П. Лукьяненко»
7.	Яровая тритикале	Орден	ФГБНУ «Национальный Центр зерна им. П.П. Лукьяненко»

Лабораторные исследования качественных характеристик зерна проводились в лабораторном комплексе Агроэкологического Центра ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»

с использованием соответствующих ГОСТ.

**Результаты и обсуждение.** Данные по урожайности зерна после первичной очистки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность различных зернофуражных культур, т/га, 2023 год

Культура	Сорт	Урожайность, т/га	Прибавка к стандарту, т/га
Яровой ячмень двурядный	Раушан (стандарт)	4,26	
	Орлан	4,39	0,13
Ячмень многорядный пленчатый	Тевкеч	4,46	0,20
Ячмень многорядный голозерный	Ергенинский голозерный	2,89	-1,37
Яровая тритикале	УКРО	4,01	-0,25
	Тимур	4,52	0,26
	Орден	4,74	0,48
НСР <sub>05</sub>		0,21	

В условиях засушливого 2023 года, ранний срок посева зернофуражных культур позволил сформировать достаточно высокие урожаи фуражного зерна. Среди изучаемых сортов пленчатого двурядного и однорядного ярового ячменя, достоверных различий по урожайности не отмечалось, но при этом некоторое преимущество имел сорт Тевкеч.

Яровой ячмень сорта Ергенинский голозерный значительно уступал по урожайности всем зернофуражным культурам, что связано с его сильным полеганием. Так, при сравнении со стандартным сортом двурядного пленчатого ярового ячменя сорта Раушан, при выращивании сорта Ергенинский голозерный, урожайность упала на 1,37 т/га.

Сорта яровой тритикале Тимур и Орден сформировали урожай, который достоверно превышал показатели для стандартного сорта Раушан, причем максимальная урожайность среди всех изучаемых зернофуражных культур отмечалась при использовании сорта Орден (прибавка 0,48 т/га). В тоже время, для сорта УКРО отмечается более низкий выход урожая с 1 га, в сравнении с сортами двурядного и многорядного ярового ячменя.

Вместе с тем, необходимо отметить, что при выращивании ячменя, часть урожая составляют пленки. В связи с этим, для более точной оценки урожайности зернофуражных необходимо учитывать и пленчатость (табл. 3).

## АГРОНОМИЯ

Таблица 3 – Пленчатость (%) и урожайность (т/га) с ее учетом для различных зернофуражных культур, 2023 год

Культура	Сорт	Пленчатость, %	Урожайность с учетом пленчатости, т/га	Прибавка к стандарту, т/га
Яровой ячмень двурядный	Раушан (стандарт)	8,7	3,89	
	Орлан	8,6	4,01	0,12
Ячмень многорядный пленчатый	Тевкеч	8,2	4,09	0,20
Ячмень многорядный голозерный	Ергенинский голозерный	2,1	2,83	-1,06
Яровая тритикале	УКРО	0	4,01	0,12
	Тимур	0	4,52	0,63
	Орден	0	4,74	0,85

С учетом пленчатости, преимущество яровой тритикале как зернофуражной культуры еще более увеличивается. Так, при выращивании сорта яровой тритикале Тимур прирост урожайности к показателям для стандартного

сорта ярового ячменя Раушан был на 0,63 т/га, а для сорта Орден – на 0,85 т/га.

Для всех кормовых культур особое значение имеет содержание белка в зерне и его сборы (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание белка (%) и валовые сборы белка с 1 га для различных зернофуражных культур, т/га, 2023 год

Культура	Сорт	Массовая доля белка, в пересчете на сухое вещество, %	Сбор белка, т/га
Яровой ячмень двурядный	Раушан (стандарт)	13,0	0,64
	Орлан	13,2	0,67
Ячмень многорядный пленчатый	Тевкеч	14,1	0,73
Ячмень многорядный голозерный	Ергенинский голозерный	19,7	0,66
Яровая тритикале	УКРО	12,6	0,59
	Тимур	12,7	0,67
	Орден	13,9	0,77

Необходимо отметить, что в условиях 2023 года содержание белка в зерне всех изучаемых культур было несколько ниже обычного, что было связано с особенностями агрометеорологических условий в период налива зерна. При сравнении сортов двурядных пленчатых ячменей можно отметить отсутствие значительных различий как по содержанию белка в зерне, так и по валовому сбору белка с 1 га. В тоже время, у многорядного пленчатого ячменя сорта Тевкеч содержание белка в зерне было значительно (на 1,1%) выше, чем у стандартного сорта Раушан, а с учетом разницы в урожайности, в данном варианте выход белка с 1 га вырос на 14%. Для многорядного голозерного ячменя сорта Ергенинский голозерный содержание белка в зерне было на 6,7% выше, чем у стандарта, причем несмотря на более низкую урожайность, сбор белка в данном варианте был на уровне других вариантов с двурядным ячменем и уступал только значениям для многорядного пленчатого ячменя сорта Тевкеч. Сорта яровой тритикале УКРО и Тимур уступали по содержанию белка в зерне всем вариантам с яровым ячменем, а по выходу белка с 1 га были на их уровне. В тоже время, сорт яровой тритикале Орден значительно выделялся среди других сортов данной культуры по содержанию белка (прирост на 1,2-1,3%), а благодаря высокой

урожайности именно в данном варианте было получено максимальное количество белка с 1 га посевов – 0,77 т/га, что на 20,3% выше, чем у стандартного зернофуражного ярового ячменя сорта Раушан.

**Выводы.** Среди ярового зернофуражного ячменя наибольшие показатели по урожайности, содержанию белка и его сбору с 1 га были для сорта многорядного пленчатого ячменя Тевкеч.

Максимальное содержание белка в зерне (на 6,7% выше, чем у стандарта) среди сортов ячменя было у многорядного голозерного ячменя сорта Ергенинский голозерный, благодаря чему сбор белка в данном варианте был на уровне сортов двурядного ячменя и незначительно уступал показателям для многорядного пленчатого ячменя сорта Тевкеч.

Сорта яровой тритикале УКРО и Тимур уступали по содержанию белка в зерне всем вариантам с яровым ячменем. Сорт Орден значительно выделялся среди других сортов яровой тритикале по содержанию белка, а благодаря высокой урожайности, при его использовании было получено максимальное количество (0,77 т) растительного белка с 1 га посевов.

Таким образом, среди изучаемых зернофуражных культур в условиях 2023 года преимущество имела яровая тритикале сорта Орден.

Литература

1. Хализова З. Н., Зыков С. А. Состояние и перспективы развития отрасли кормопроизводства в России // Эффективное животноводство. 2019. № 3(151). С. 14-18.
2. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России // Кормопроизводство. 2022. № 10. С. 3-8.
3. Миронкина А. Ю., Жучковский А. П. Состояние кормопроизводства в России // Проблемы и перспективы развития АПК и сельских территорий: Сборник материалов международной научной конференции. 28 апреля 2022 года. Том 2. Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2022. С. 153-157.
4. Тихомиров С. В., Сазонова Е. А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Сб. трудов по материалам национальной научно-практической конференции. Том Часть II. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. С. 272-276.
5. Зарипова Л. П., Гибадуллина Ф. С. Состояние и пути решения проблемы кормового белка в Республике Татарстан // Кормопроизводство. 2009. № 3. С. 2-5.
6. Радовня В. А. О традиционных проблемах отечественного кормопроизводства // Наше сельское хозяйство. 2023. № 17(313). С. 4-11.
7. Бобкова Г., Менькова А. Протеиноэнергетический концентрат в рационе скота // Животноводство России. 2020. № 11. С. 43-46.
8. Зарипова Л. П., Гибадуллина Ф. С. Пути увеличения производства кормового белка в Республике Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 11. С. 36-37.
9. Динамика мирового производства ячменя / Н. В. Репко, К. В. Сухинина, Д. Н. Сердюков и др. // Научный журнал КубГАУ. 2022. №179. С.222-231. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-179-013>.
10. Векленко В. И., Камени Дьёп Брис, Халим Ахмади Абдул Ахмад Состояние и перспективы развития производства кормовых культур в Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 193-199.
11. Сельманович В. Л., Шестаков Ю. Н., Шибко А. Э. К проблеме производства полноценного зернофуража // Эпоха науки. 2020. №23. С.3-7 <https://doi.org/10.24411/2409-3203-2020-12301>.
12. Засухоустойчивость сортов яровой ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3(71). С. 4-11. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2022\\_3\\_4-11](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_3_4-11).
13. Абделькави Р. Н. Ф., Соловьев А. А. Оценка генотипов яровой тритикале по продолжительности фенологических фаз, урожайности и качеству зерна // Кормопроизводство. 2019. № 11. С. 27-31.
14. Урожайность и качество зерна тритикале яровой в лесостепной зоне Республики Бурятия / М. Д. Дабаева, Т. Б. Тодорхоева, О. Ю. Давыдова и др. // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2018. № 4(53). С. 174-178.
15. Леконцева Т. А. Изучение сортов яровой тритикале в условиях Волго-Вятского региона // Вестник Вятской ГСХА. 5 2021. № 2(8). С. 3.
16. Высокопродуктивный сорт многорядного ячменя Тевкеч для возделывания на кормовые цели / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4(72). С. 12-20. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2022\\_4\\_12-20](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_4_12-20).
17. Блохин В. И., Ланочкина М. А., Ганиева И. С., И. С. Малафеева И. С. Патент на селекционное достижение № 11623. 18.10.2019
18. Изучение голозерных сортов яровой ячменя в условиях Северного Кавказа / Э. С. Дорошенко, Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова, В. С. Сидоренко // Зернобобовые и крупяные культуры. 8 2019. № 2(30). С. 131-139. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11103>.
19. Качанов А. А., Мастеров А. С Яровой голозерный ячмень на полях Республики Беларусь // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: Сборник статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции, Горки, 26–27 января 2022 года. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 105-109.
20. Лукина К. А., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г. Голозерный ячмень: систематика, селекция и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022. Т. 26. № 6. С. 524-536. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-64>.
21. Дадашко В. В., Ромашко А. К., Зинкевич В. Л. Продуктивные качества кур при использовании в комбикормах районированного сорта голозерного ячменя // Известия Национальной академии наук Беларуси. Сер. аграр. наук. 2010. №2:9497.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

*Работа выполнена по заказу МСХ и П РТ в рамках НИР «Разработка приемов повышения эффективности кормопроизводства в Предкамье Республики Татарстан».*

Сведения об авторах:

Егорова Ольга Алексеевна – аспирант, e-mail: egorova.615@mail.ru

Сабинова Разина Мавлетгараевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru

Вафин Ильшат Хафизович – старший преподаватель, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1415-0734>

Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF VARIOUS GRAIN CROPS

O. A. Egorova, R. M. Sabirova, I. Kh. Vafin, R. I. Safin

**Abstract.** The purpose of the research was to assess the productivity and feed value (grain content and protein yield) of various grain feed crops. The objectives of the research were to identify types and varieties of grain forage crops that provide the maximum yield of vegetable protein from 1 hectare of crops. The objects of research were spring two-row barley, spring multi-row chaffy barley, spring multi-row hullless barley, and spring triticale. The research was carried out in 2023 on well-cultivated, gray forest soil of medium loamy composition under conditions of periodically dry conditions. Standard technologies for cultivating grain forage crops were used. Among spring grain feed barley, the highest indicators

for yield, protein content and its collection per 1 ha were for the multi-row chaffy barley variety Tevkech. No significant differences in yield between varieties of two-row chaffy barley (Raushan, Orlan) have been established. The maximum protein content in grain (6.7% higher than the standard) among the barley varieties was in the multi-row hulless barley variety Ergeninsky holozerny, due to which the protein collection in this variant was at the level of two-row barley varieties and was slightly inferior to the indicators for multi-row chaffy barley Tevkech varieties. The spring triticale varieties UKRO and Timur were inferior in grain protein content to all variants with spring barley. The Orden variety stood out significantly among other spring triticale varieties in terms of protein content, and due to its high yield, its use resulted in the maximum amount (0.77 t) of vegetable protein being obtained from 1 hectare of crops. Thus, among the studied grain forage crops in the conditions of 2023, spring triticale of the Orden variety had an advantage.

**Key words:** feed production, grain feed crops, spring barley, spring triticale

**For citation:** Egorova O.A., Sabirova R.M., Vafin I.Kh., Safin R.I. Comparative assessment of the productivity of various grain forage crops. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 1(9): 27-31

#### References

- Khalizova Z. N., Zykov S. A. [State and prospects for the development of the feed production industry in Russia]. *Effektivnoye zhitovnovodstvo*. 2019. 3(151):14-18.
- Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I., Kostenko S. I. [Current state and challenges for the feed production industry in Russia]. *Kormoproizvodstvo*. 2022; 10: 3-8.
- Mironkina A. YU., Zhuchkovskiy A. P. [The state of feed production in Russia]. *Problemy i perspektivy razvitiya APK i sel'skikh territoriy: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Smolensk, 28 aprelya 2022 goda. Tom 2*. Smolensk: FGBOU VO Smolenskaya GSKHA. 2022: 153-157.
- Tikhomirov S. V., Sazonova Ye. A. [The importance of feed production in agriculture]. *Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhitovnovodstva: Sb. trudov po materialam natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tom Chast' II*. Bryansk: Bryanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2022: 272-276.
- Zaripova L. P., Gibadullina F. S. [Status and ways to solve the problem of feed protein in the Republic of Tatarstan]. *Kormoproizvodstvo*. 2009; 3: 2-5.
- Radovnya V. A. [On traditional problems of domestic feed production]. *Nashe sel'skoye khozyaystvo*. 2023; 17(313): 4-11.
- Bobkova G., Men'kova A. [Protein energy concentrate in the diet of livestock]. *Zhitovnovodstvo Rossii*. 2020; 11: 43-46.
- Zaripova L. P., Gibadullina F. S. [Ways to increase the production of feed protein in the Republic of Tatarstan]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2008; 11: 36-37.
- Repko N. V., Sukhinina K. V., Serdyukov D. N. [Dynamics of world barley production]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. 2022; 179: 222-231. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-179-013>.
- Veklenko V. I., Kameni D'yop Bris, Khalim Akhmedi Abdul Akhmad [State and prospects for the development of forage crop production in the Kursk region]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2023; 2: 193-199.
- Selmanovich V. L., Shestakov YU. N., Shibeko A. E. [On the problem of producing high-grade grain fodder]. *Epokha nauki*. 2020; 23: 3-7 <https://doi.org/10.24411/2409-3203-2020-12301>.
- Blokhin V. I., Nikiforova I. YU., Ganiyeva I. S. [Drought resistance of spring barley varieties in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022; 3(71): 4-11. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2022\\_3\\_4-11](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_3_4-11).
- Abdelkavi R. N. F., Solovyev A. A. [Assessment of spring triticale genotypes based on the duration of phenological phases, yield and grain quality]. *Kormoproizvodstvo*. 2019; 11: 27-31.
- Dabayeva M. D., Todorkhoyeva T. B., Davydova O. YU. [Yield and grain quality of spring triticale in the forest-steppe zone of the Republic of Buryatia]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2018; 4(53): 74-178.
- Lekontseva T. A. [Study of spring triticale varieties in the conditions of the Volga-Vyatka region]. *Vestnik Vyatskoy GSKHA*. 2021. 2(8):3.
- Blokhin V.I., Nikiforova I.YU., Ganiyeva I.S. [Highly productive variety of multi-row barley Tevkech for cultivation for feed purposes]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022; 4(72): 12-20. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2022\\_4\\_12-20](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_4_12-20).
- Blokhin V. I., Lanochkina M. A., Ganiyeva I. S., Malafeyeva YU. V. Patent for selection achievement № 11623. 18.10.2019
- Doroshenko E. S., Filippov Ye. G., Dontsova A. A., Sidorenko V. S. [Study of naked varieties of spring barley in the conditions of the North Caucasus]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*. 2019; 2(30): 131-139. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11103>.
- Kachanov A. A., Masterov A. S [Spring naked barley in the fields of the Republic of Belarus]. *Tekhnologicheskiye aspekty vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: Sbornik statey po materialam XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Gorki, 26–27 yanvarya 2022 goda. Gorki: Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya*. 2022: 105-109.
- Lukina K. A., Kovaleva O. N., Loskutov I. G. [Naked barley: taxonomy, selection and prospects for use]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2022; 26 (6): 524-536. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-64>.
- Dadashko V. V., Romashko A. K., Zinkevich V. L [Productive qualities of chickens when using a zoned variety of hulless barley in compound feeds]. *Izv. Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Ser. agrar. nauk*. 2010; 2: 9497.

#### Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

**The work was carried out by order of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan within the framework of the research project “Development of methods for increasing the efficiency of feed production in the Predkamyne region of the Republic of Tatarstan”.**

#### Authors:

Egorova Olga Alekseevna – graduate student of the Department, e-mail: egorova.615@mail.ru  
 Sabirova Razina Mavletgaraevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru  
 Vafin Ilshat Khafizovich – senior lecturer, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-1415-0734](http://orcid.org/0000-0002-1415-0734)  
 Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural Sciences, head of the department, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.



**ОТЗЫВЧИВОСТЬ ГИБРИДА КУКУРУЗЫ НУР НА ЛИСТОВЫЕ ПОДКОРМКИ  
КАРБАМИДОМ И СТИМУЛЯТОРОМ РОСТА ИЗАГРИ ВИТА  
В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**  
М. Ю. Михайлова

**Реферат.** Кормовой потенциал универсального по использованию раннеспелого гибрида кукурузы Нур изучался в условиях Предкамья Республики Татарстан на серых лесных тяжелосуглинистых почвах. Содержание гумуса в пахотном слое характеризовалось как повышенное 4,4%, подвижного фосфора как очень высокое - более 377 мг/кг, обменного калия повышенное – 124 мг/кг. Почва обладала близкой к нейтральной реакцией среды (рН 6,3). Метеорологические условия 2023 года характеризовались как засушливые с недостатком осадков в течение вегетации кукурузы. Для получения высококачественных кормов из кукурузы были изучены разные системы питания кукурузы: без удобрений, фон N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>, фон N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> + листовая подкормка карбамидом в фазу 5-7 листьев, фон N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> + листовая подкормка Изагри Вита в фазу 5-7 листьев, фон N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> + листовая подкормка Изагри Вита в фазу 5-7 листьев и формирование початка. Изагри Вита – это стимулятор роста с микроэлементами. Улучшение условий питания кукурузы удлиняет период вегетации на 2-3 дня. Кукуруза положительно отзывается на внесение минеральных удобрений и проведение листовой подкормки карбамидом. Данный прием обеспечивает формирование наибольшей высоты растений (159,7 см) и площади листьев (42,19 тыс. м<sup>2</sup>/га). Наибольшая надземная масса сформировалась на варианте фон NPK + Изагри Вита 44,50 т/га. Биометрические показатели кукурузы также улучшались на удобренных фонах питания. Наибольшая урожайность зеленой массы была получена на вариантах фон NPK и фон NPK + Изагри Вита (2 фазы) (45,81 и 41,88 т/га). Прибавка урожайности от внесенных минеральных удобрений составила 16,25 и 12,31 т/га. Лучшее питание кукурузы обеспечивает получение более питательного корма из кукурузы. На варианте фон NPK отмечалась наибольшая массовая доля сухого вещества (86,3%), сырой клетчатки (35,0%), и фон NPK + Изагри Вита, где массовая доля азота составила 20,5 г/кг, сырого протеина 128,2 г/кг, фосфора 1,0%.

**Ключевые слова:** кукуруза, удобрения, листовая подкормка, корма, питательная ценность, система удобрений.

**Для цитирования:** Михайлова М.Ю. Кукуруза – важная культура отрасли кормопроизводства Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 32-37

**Введение.** Кукуруза – важная кормовая культура в Республике Татарстан. Она является основной культурой, обеспечивающей отрасль кормопроизводства концентрированными и сочными кормами [1, 2, 3]. Увеличение кормов происходит за счет увеличения общего выхода кормовых культур. Ежегодное возделывание кукурузы обеспечивает устойчивое производство кормов по годам в регионе [4]. В сравнении с другими кормовыми культурами кукуруза способна формировать высокий и стабильный урожай даже в экстремальных погодных условиях. Потепление климата, а также повторяющиеся засухи и дефицит влаги приводят к тому, что все больше площадей засеивается кукурузой, способной на удобренных фонах противостоять стрессовым условиям [5, 6]. Выбор гибрида важен для накопления обменной энергии в силосных конвейерах. Раннеспелые гибриды раскрывают лучше свой генетический потенциал [7, 8]. Кукуруза положительно отзывается на внесение минеральных удобрений. Высота растений увеличивается на 20%, площадь листьев на 22-83%, накопление биомассы на 18-61%. В следствие урожайность повышается на 20,5-63,4% [9, 10, 11]. Кукуруза положительно отзывается на листовые подкормки, особенно цинком в течение вегетации. При этом улучшаются ростовые показатели (высота растений увеличивается на 2,6-7,3%),

урожайность зеленой массы увеличивается на 10,2-31,4% [12, 13, 14]. Оптимальные сроки скашивания зеленой массы кукурузы обеспечивают отрасль кормопроизводства хорошо усвояемым питательным силосом. Этот период приходится на фазу молочно-восковой спелости зерна. Уборка в данный период приведет к увеличению выхода готового силоса из зеленой массы на 10-12%, содержания кормовых единиц на 6-10%, переваримого протеина на 7-11%, сахара на 1,6-2,0%, по сравнению с более ранними и поздними сроками уборки [15]. Включение в технологию возделывания кукурузы бактериальных препаратов, особенно на фонах минеральных удобрений, положительно сказывается на формировании урожайности [16, 17, 18]. Все перечисленные приемы имеют свою специфику в зависимости от разных почвенно-климатических территорий.

**Цель исследований.** Изучение кормового потенциала кукурузы для обеспечения отрасли животноводства качественными кормами.

**Условия, материалы и методы.** Опыты закладывались в условиях Предкамья Республики Татарстан на опытных полях Казанского ГАУ (ООО «Агробиотехнопарк») в 2023 году. Почва опытного участка серая лесная тяжелосуглинистая. Основные агрохимические характеристики почвы: содержание гумуса по Тюрину 4,4%, подвижного

фосфора > 377 мг/кг и обменного калия 124 мг/кг по Кирсанову. Реакция почвенной среды рН 6,3. Изучение действия разных систем питания на кукурузе в рамках опытов отрасли кормопроизводство проводилось в 2023 году. Закладывался однофакторный опыт.

Схема опыта:

Контроль (без удобрений);

Фон NPK;

Фон NPK+листовая подкормка карбамид 5 кг/га в фазу 5-7 листьев;

Фон NPK+листовая подкормка Изагри Вита 1 л/га в фазу 5-7 листьев;

Фон NPK+ листовые подкормки Изагри Вита 1 л/га в фазы 5-7 листьев и формирования початка.

Общая площадь опытного участка – 770 м<sup>2</sup>. Площадь варианта – 154 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная. Технология возделывания кукурузы на кормовые цели общепринятая для Республики Татарстан. Внесение минеральных удобрений разбросным методом (азофоска 100 кг/га). Посев проводили 4 мая 2023 года пневматической сеялкой Весна 8 (Фаворит), норма высева 80 тыс. шт./га всхожих семян. Листовая подкормка карбамидом проводилась с нормой 5 кг/га и Изагри Вита 1 л/га в фазу 5-7 листьев (16.06.2023 г.) и формирование початка (12.07.2023 г.). Изагри Вита – стимулятор роста оказывает помощь растениям в борьбе с негативным влиянием окружающей среды. Препарат стимулирует рост растений, повышает урожайность, а также способствует скорому развитию сельскохозяйственных культур. Содержит в своем составе аминокислоты в биоактивной L-форме 15%, серу 9,34%, цинк 2,51%, магний 2,28%, медь 1,92%, железо 0,40%, марганец 0,37%, молибден 0,22%, бор 0,16%, кобальт 0,11%. Высевали раннеспелый гибрид Нур, включенный в государственный реестр

по Средневолжскому региону. Раннеспелый, холодостойкий, трёхлинейный гибрид универсального направления использования. Гибрид создан с целью производства зерна, зерно-стержневой массы и силоса восковой спелости в регионах с ограниченным периодом вегетации. Отличается устойчивостью к прикорневому полеганию, стеблевым гнилям и фузариозу початка, а также к повреждению кукурузным стеблевым мотыльком.

2023 год оказался неблагоприятным по метеорологическим показателям. Если в мае выпало 46,79 мм осадков (больше среднеголетних данных на 8,79 мм), то в июне выпало лишь 6,08 мм, что меньше среднеголетних данных на 50,92 мм. В июле количество осадков составило половина от среднеголетних данных 33,07 мм. В августе осадков выпало 20,44 мм. Держалась жаркая, сухая погода. Температура была выше нормы на 3-4°С.

**Результаты и обсуждение.** Изучаемые приемы возделывания кукурузы на кормовые цели повлияли на продолжительность основных межфазных периодов ее развития (табл. 1).

Продолжительность периода посев – всходы в среднем по вариантам опыта проходил в течение 12 дней. От всходов до появления на растениях 7-8 листьев прошло в среднем от 33 до 35 дней. Этот период оказался более коротким на контрольном варианте. Данный период был самым продолжительным. Период 7-8 листьев – выметывание длился 19-22 дня. Период выметывание – молочная спелость длился 27-30 дней. Погодные условия существенно повлияли на прохождение межфазных периодов. Если в начале длительность межфазных периодов увеличилась, то к фазе выметывание развитие растений ускорилось. Именно в этот период стояла жаркая погода без осадков.

Таблица 1 – Продолжительность межфазных периодов гибрида кукурузы Нур, дней

Вариант	Фенологические периоды развития кукурузы			
	Посев – всходы	Всходы – 7-8 листьев	7-8 листьев – выметывание	Выметывание – молочная спелость
Контроль	12	33	19	27
Фон NPK	12	35	20	28
Фон NPK + карбамид	12	35	22	30
Фон NPK + Изагри Вита	12	35	20	27
Фон NPK + Изагри Вита (2 фазы)	12	35	20	28

Кормовая ценность кукурузы выражается в формировании хорошо развитого отдельного растения. Поэтому проводился учет средней высоты посевов кукурузы, их надземная масса и площадь листьев в фазу формирования початков (табл. 2). Наибольшая высота растений была достигнута на варианте фон NPK + карбамид – 159,7 см, что на 8 см больше контрольного варианта. Наименьшая высота растений была получена на варианте

с двойной листовой подкормкой Изагри Вита – 121,3 см. Меньше контрольного варианта на 20,4 см. Максимальная надземная масса также была сформирована на вариантах с одной листовой подкормкой Изагри Вита 44,50 т/га и на варианте с карбамидом 43,50 т/га. Минимальная надземная масса также была получена на варианте с двумя листовыми подкормками Изагри Вита. Изучаемые системы удобрений в посевах кукурузы

## АГРОНОМИЯ

благоприятно повлияли на формирование площади листьев. Наименьшая площадь листьев была получена на контрольном варианте – 21,61 тыс. м<sup>2</sup>/га. На остальных вариантах прибавка от применения удобрений составила 11,36 тыс. м<sup>2</sup>/га (фон NPK), 20,58 тыс. м<sup>2</sup>/га (фон NPK + карбамид),

11,55 тыс. м<sup>2</sup>/га (фон NPK + Изагри Вита), 9,52 тыс. м<sup>2</sup>/га (фон NPK + Изагри Вита 2 фазы).

Отмечается положительное действие полного минерального удобрения и одной листовой подкормки карбамидом и Изагри Вита на ростовые показатели кукурузы.

Таблица 2 – Высота растений, надземная масса и площадь листьев кукурузы в фазу формирования початков

Вариант	Высота растений, см	Надземная масса, т/га	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га
Контроль	141,7	36,00	21,61
Фон NPK	140,3	42,38	32,97
Фон NPK + карбамид	159,7	43,50	42,19
Фон NPK + Изагри Вита	139,7	44,50	33,16
Фон NPK + Изагри Вита (2 фазы)	121,3	35,88	31,13

Ценное кукурузное зерно повышает питательность ее зеленой массы. Биометрические показатели кукурузы представлены в таблице 3.

Озерненность початков варьировала от 320,1 до 412,6 шт. Наибольшая озерненность отмечалась на варианте фон NPK. Наибольшая масса початков была получена на удобренном фоне минеральными удобрениями и двумя листовыми подкормками Изагри Вита – 141,0 г. Наименьшая масса початков

была получена на варианте фон NPK + карбамид – 105,0 гр. Выход зерна по вариантам опыта составил 75,7% на варианте фон NPK + Изагри Вита (2 фазы); фон NPK + карбамид – 79,1%, на контроле – 80,9%, фон NPK + Изагри Вита 81,7%. И наибольший выход зерна был получен на варианте фон NPK 84,8%. Масса 1000 зерен наименьшая была получена на варианте фон NPK + карбамид – 276,6 г и наибольшая – на варианте фон NPK + Изагри Вита (2 фазы) – 330,7 г.

Таблица 3 – Биометрические показатели кукурузы

Варианты	Озерненность початка, шт.	Масса початка, г	Выход зерна с початка, %	Масса 1000 зерен, г
Контроль	342,4	120,1	80,9	314,0
Фон NPK	412,6	127,8	84,8	319,5
Фон NPK + карбамид	335,9	105,0	79,1	276,6
Фон NPK + Изагри Вита	320,1	111,4	81,7	298,3
Фон NPK + Изагри Вита (2 фазы)	324,6	141,0	75,7	330,7

Основной сочный кукурузный корм – силос. Урожайность зеленой массы сильно зависела от условий питания кукурузы (табл. 4). Учет проводился в фазу молочно-восковой спелости зерна.

Если на контрольном варианте

урожайность зеленой массы кукурузы была получена в размере 29,56 т/га, то на удобренных вариантах отмечалось получение прибавки урожайности. Наибольшая урожайность была получена на варианте фон NPK – 45,81 т/га.

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы кукурузы, т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га
Контроль	29,56	-
Фон NPK	45,81	16,25
Фон NPK + карбамид	33,75	4,19
Фон NPK + Изагри Вита	33,88	4,32
Фон NPK + Изагри Вита (2 фазы)	41,88	12,31
НСР <sub>05</sub>	2,65	

Прибавка урожайности от внесения азотосилоски составила 16,25 т/га. Также хорошая величина урожайности зеленой массы кукурузы была получена на варианте фон NPK + Изагри Вита (2 фазы) – 41,88 т/га. Прибавка урожайности на данном варианте составила 12,31 т/га. На вариантах фон NPK + Изагри Вита и фон NPK + карбамид урожайность зеленой массы была практически одинаковой (33,88 и

33,75 т/га). Прибавка урожайности от внесения карбамида составила 4,19 т/га, а от проведения одной листовой подкормки Изагри Вита составила 4,32 т/га. Питательный режим кукурузы оказывает влияние на качество получаемой зеленой массы (табл. 5). Качество зеленой массы кукурузы оценивалось по массовым долям сухого вещества, азота, сырого протеина, сырой клетчатки, сырой золы, кальция,

фосфора и сырого жира. Массовая доля сухого вещества увеличивалась на удобренных фонах, кроме варианта фон NPK + Изагри Вита (2 фазы). Массовая доля азота увеличилась от внесенных удобрений на 2,3 г/кг на варианте фон NPK, на 3,2 г/кг на варианте фон NPK + Изагри Вита и на 2,0 г/кг на варианте фон NPK + Изагри Вита (2 фазы). Увеличение массовой доли азота не произошло на варианте фон NPK + карбамид. Массовая доля сырого протеина также увеличивалась на всех удобренных вариантах, кроме варианта, где применяли карбамид. Содержание сырой клетчатки

варьировало от 13,0 до 35,0%. Массовая доля сырой золы на удобренных фонах уменьшалась с 4,3% на контрольном варианте до 3,6% на варианте фон NPK, до 2,6% на варианте фон NPK + карбамид, до 2,1% на варианте фон NPK + Изагри Вита и до 3,1% на варианте фон NPK + Изагри Вита (2 фазы). Массовая доля кальция не зависела от систем питания кукурузы. Массовая доля фосфора увеличивалась на варианте с карбамидом и одной листовой подкормкой Изагри Вита. Массовая доля сырого жира также увеличивалась на удобренных вариантах.

Таблица 5 – Качество зеленой массы кукурузы

Вариант	Массовая доля							
	сухого вещества, %	азота, г/кг	сырого протеина, г/кг	сырой клетчатки, %	сырой золы, %	кальция, %	фосфора, %	сырого жира, %
Контроль	85,0	17,3	108,4	32,0	4,3	0,4	0,2	16,5
Фон NPK	86,3	19,6	122,5	35,0	3,6	0,3	0,1	17,3
Фон NPK + карбамид	86,0	16,6	103,6	13,0	2,6	0,3	0,6	16,7
Фон NPK + Изагри Вита	85,3	20,5	128,2	14,0	2,1	0,4	1,0	17,0
Фон NPK + Изагри Вита (2 фазы)	81,7	19,3	120,6	27,0	3,1	0,4	0,1	17,6

**Выводы.** После проведенных исследований по выявлению кормового потенциала гибрида кукурузы Нур от разных систем удобрений были получены следующие результаты. Внесение удобрений и проведение листовых подкормок карбамидом и Изагри Вита увеличивают продолжительность основных межфазных периодов кукурузы на 2-3 дня. При оценке ростовых показателей наибольшая высота растений (159,7 см) и площадь листьев (42,19 тыс. м<sup>2</sup>/га) получены на варианте фон NPK + карбамид. Наибольшая надземная масса сформировалась на варианте фон NPK + Изагри Вита 44,50 т/га. Оценка

биометрических показателей кукурузы на разных фонах питания показала, что наибольшие значения были получены на вариантах фон NPK и фон NPK + Изагри Вита (2 фазы). Наибольшая урожайность зеленой массы была получена на вариантах фон NPK и фон NPK + Изагри Вита (2 фазы) (45,81 и 41,88 т/га). Прибавка урожайности на данных вариантах составила 16,25 и 12,31 т/га. Улучшение условий питания кукурузы повышает качественные показатели зеленой массы, создавая благоприятные условия для получения высококачественных кормов их кукурузы. Особенно на вариантах фон NPK и фон NPK + Изагри Вита.

**Литература**

1. Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, А. А. Лукманов [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2023. № 115. С. 199-223. DOI 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223.
2. Михайлова М. Ю. Приемы и тенденции возделывания кукурузы на кормовые цели в регионах Российской Федерации // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 1(1). С. 18-21. <https://doi.org/10.12737/-2022-1-1-18-21>.
3. Зернофуражные культуры в кормопроизводстве / О. Т. Андреева, Н. Г. Пилипенко, Л. П. Сидорова, Н. Ю. Харченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 28-35. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-3-3>.
4. Малицкая Н. В., Шойкин О. Д., Аужанова М. А. Выход разноцелевого урожая кормовых культур в Акмолинской области Казахстана // Аграрный вестник Урала. 2022. № 1(216). С. 21-38. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-216-01-21-38>.
5. Максютов Н. А., Зенкова Н. А. Устойчивость кормовых культур к засухе в зависимости от фона питания в степном Предуралье Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5(85). С. 70-74. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-85-5-70-74>.
6. Табаленкова Г. Н., Дымова О. В., Головки Т. К. Продуктивность и состав биомассы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми // Аграрный вестник Урала. 2020. № 3 (194). С. 57-65. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-194-3-57-65>.
7. Михайлова М. Ю. Анализ продуктивности и адаптивности гибридов кукурузы ФГБНУ «ВНИИ кукурузы» в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 1(5). С. 34-38. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-34-38>.

8. Влияние средств химизации на формирование урожая зеленой массы кукурузы с початками молочно-восковой спелости / И. Ф. Яхин, Р. Х. Габитов, М. М. Хисматуллин [и др.] // *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*. 2023. № 2(6). С. 44-51. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-44-51>.
9. Таланов И. П., Михайлова М. Ю. Влияние расчетных норм минеральных удобрений на формирование зеленой массы гибридов кукурузы в условиях Предволжья РТ // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2015. Т. 10, № 1(35). С. 137-140. <https://doi.org/10.12737/11418>.
10. Невзоров А. И. Влияние различных доз и способов внесения минеральных удобрений на рост и развитие растений кукурузы на силос // *Наука и Образование*. 2020. Т. 3, № 2. С. 335.
11. Драчев Н. А., Миронова К. А., Кравченко В. А. Влияние минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность кукурузы на силос в условиях Липецкой области // *Агропромышленные технологии Центральной России*. 2019. № 1(11). С. 67-71. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2018-11-67-71>.
12. 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, Г. С. Миннуллин // *Вестник Курганской ГСХА*. 2023. № 2(46). С. 34-41.
13. Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н. Влияние некорневой подкормки растений удобрением Батр Цинк на формирование урожая кукурузы в Ставропольском крае // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. № 6. С. 19-21. <https://doi.org/10.31857/S250026722060047>.
14. Вильдфлуш И. Р., Цыганов А. Р., Мосур С. С. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность кукурузы // *Плодородие*. 2022. № 2(125). С. 16-18. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.125.04>.
15. Система конвейерного производства кормов в Самарской области: структура, урожайность, кормовая ценность / Н. Н. Ельчанинова, В. Г. Васин, А. В. Васин [и др.] // *Кормопроизводство*. 2017. № 9. С. 7-12.
16. Основные направления интенсификации технологий производства кормовых культур в условиях Алтайского края / А. П. Дробышев, В. П. Олешко, В. И. Усенко [и др.] // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019. № 8(178). С. 5-14. EDN VRLNOQ.
17. Применение меди и цинка на посевах кукурузы / Б. Г. Ахияров, Д. Р. Исламгулов, Р. Р. Абдулвалеев [и др.] // *Вековое растениеводство: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры растениеводства, Пермь, 15 декабря 2023 года*. Пермь: ИПЦ Прокрость. 2023. С. 6-11.
18. Васильченко С. А., Метлина Г. В., Лактионов Ю. В. Влияние применения биопрепаратов и микро-элементного удобрения Органомикс на урожайность зерна кукурузы на юге Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 5(77). С. 81-85. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-77-5-81-85>.

#### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы осуществлялось в рамках гранта МСХ и П РТ (договор № 17-23-НИР от 09.06.2023 г).

#### Сведения об авторах:

Михайлова Марина Юрьевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: marisha.m.u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0894-9275>  
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

### RESPONSIVENESS OF THE NUR CORN HYBRID TO FOLIAR TOP DRESSING WITH CARBAMIDE AND GROWTH STIMULANT IZAGRI VITA IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN M. Y. Mikhailova

**Abstract.** The feed potential of the universal early-maturing hybrid corn Nur was studied in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan on gray forest heavy loamy soils. The content of humus in the arable layer was characterized as increased by 4.4%, mobile phosphorus as very high - more than 377 mg/kg, exchangeable potassium increased - 124 mg/kg. The soil had a medium reaction close to neutral (pH 6.3). Meteorological conditions in 2023 were characterized as arid with a lack of precipitation during the growing season of corn. To obtain high-quality feed from corn, different corn nutrition systems were studied: without fertilizers, background  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , background  $N_{16}P_{16}K_{16}$  + urea leaf dressing in the 5-7 leaf phase, background  $N_{16}P_{16}K_{16}$  + Izagri Vita leaf dressing in the 5-7 leaf phase, background  $N_{16}P_{16}K_{16}$  + Izagri Vita leaf dressing in the 5-7 leaf phase and cob formation. Izagri Vita is a growth stimulant with trace elements. Improving the nutritional conditions of corn extends the growing season by 2-3 days. Corn responds positively to the application of mineral fertilizers and carrying out leaf fertilization with carbamide. This technique ensures the formation of the highest plant height (159.7 cm) and leaf area (42.19 thousand  $m^2/ha$ ). The largest aboveground mass was formed on the von NPK+ variant Izagri Vita 44.50 t/ha. Biometric indicators of corn also improved on fertilized food backgrounds. The highest yield of green mass was obtained on the variants background NPK and background NPK + Izagri Vita (2 phases) (45.81 and 41.88 t/ha). The increase in yield from the applied mineral fertilizers amounted to 16.25 and 12.31 t/ha. Better nutrition of corn provides a more nutritious feed from corn. The NPK background variant had the highest mass fraction of dry matter (86.3%), crude fiber (35.0%), and NPK background + From graphite, where the mass fraction of nitrogen was 20.5 g/kg, crude protein 128.2 g/kg, phosphorus 1.0%.

**Key words:** corn, fertilizers, foliar feeding, feed, nutritional value, fertilizer system.

**For citation:** Mikhailova M.Yu. Corn is an important crop in the feed production industry of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 1 (9): 32-37

#### References

1. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Lukmanov A. A. [Productivity of corn Ross 140 depending on the level of chemicalization of zonal soils of the Republic of Tatarstan]. *Bjulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*. 2023; 115: 199-223. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-199-223>.
2. Mikhailova M. Yu. [Techniques and trends of corn cultivation for fodder purposes in the regions of the Russian Federation]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2022; 1(1): 18-21. <https://doi.org/10.12737/-2022-1-1-18-21>.
3. Andreeva O. T., Pilipenko N. G., Sidorova L. P. [Grain forage crops in feed production]. *Sibirskij vestnik sel'skhozajstvennoj nauki*. 2020; 50/3: 28-35. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-3-3>.
4. Malitskaya N. V., Shoikin O. D., Auzhanova M. A. [The output of a multi-purpose crop of forage crops in the

Akmola region of Kazakhstan]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2022; 1(216): 21-38. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-216-01-21-38>.

5. Maksyutov N. A., Zenkova N. A. [Resistance of forage crops to drought depending on the background of nutrition in the steppe urals of Orenburg region]. *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 5(85): 70-74. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-85-5-70-74>.

6. Tabalenkova G. N., Dymova O. V., Golovko T. K. [Productivity and composition of maize biomass in the conditions of the central agro-climatic region of the Komi Republic]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2020; 3(194): 57-65. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-194-3-57-65>.

7. Mikhailova M. Yu. [Analysis of productivity and adaptability of corn hybrids of the Federal State Budgetary Institution "Corn Research Institute" in soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 1(5): 34-38. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-34-38>.

8. Yakhin I. F., Gabitov R. H., Khismatullin M. M. [The influence of chemicalization agents on the formation of a harvest of green mass of corn with ears of milk-wax ripeness]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 2(6): 44-51. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-44-51>.

9. Talanov I. P., Mikhailova M. Yu. [The influence of calculated norms of mineral fertilizers on the formation of green mass of corn hybrids in the conditions of the Pre-Volga region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 10, 1(35): 137-140. <https://doi.org/10.12737/11418>.

10. Nevzorov A. I. [The influence of various doses and methods of applying mineral fertilizers on the growth and development of corn plants on silage]. *Nauka i Obrazovanie*. 2020; 3, 2: 335.

11. Drachev N. A., Mironova K. A., Kravchenko V. A. [The influence of mineral fertilizers on soil fertility and corn yield on silage in the Lipetsk region]. *Agropromyshlennye tehnologii Central'noj Rossii*. 2019; 1(11): 67-71. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2018-11-67-71>.

12. Mikhailova M. Yu., Gilyazov M. Y., Nizamov R. M., [The role of macro- and micro fertilizers in increasing the yield and quality of the green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2023; 2(46): 34-41.

13. Bagrintseva V. N., Ivashenko I. N. [The effect of foliar fertilization of plants with Batr Zinc fertilizer on the formation of corn harvest in the Stavropol Territory]. *Rossijskaja sel'skhozjajstvennaja nauka*. 2022; 6: 19-21. <https://doi.org/10.31857/S2500262722060047>.

14. Wildfluh I. R., Tsyganov A. R., Mosur S. S. [The influence of organic, macro-, micro-fertilizers and growth regulator on the photosynthetic activity of crops and corn productivity]. *Plodorodie*. 2022; 2(125): 16-18. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.125.04>.

15. Yelchaninova N. N., Vasin V. G., Vasin A. V. [Conveyor feed production system in the Samara region: structure, yield, feed value]. *Kormoproizvodstvo*. 2017; 9: 7-12.

16. Drobyshev A. P., Oleshko V. P., Usenko V. I. [The main directions of intensification of technologies for the production of forage crops in the Altai Territory]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 8(178): 5-14.

17. Akhmyarov B. G., Islamgulov D. R., Abdolvaleev R. R. *Primenenie medi i cinka na posevah kukuruzy: Vekovoe rastenievodstvo: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 100-letiju kafedry rastenievodstva, Perm', 15 dekabrya 2023 goda*. [The use of copper and zinc in corn crops]. Perm': IPC Prokrost. 2023; 6-11.

18. Vasilchenko S. A., Metlina G. V., Laktionov Yu. V. [The influence of the use of biopreparations and Organomix microelement fertilizer on the yield of corn grain in the south of the Rostov region]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2021; 5 (77): 81-85. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-77-5-81-85>.

#### Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. Financing of the work was carried out within the framework of a grant from the Ministry of Agriculture and the Republic of Tatarstan (Agreement No. 17-23-NIR dated 06/09/2023).

#### Author:

Mikhailova Marina Yurievna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: marisha.m.u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0894-9275>  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ НА СВОЙСТВА  
СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ****Р. И. Сафин, Р. М. Низамов, И. Х. Вафин**

**Реферат.** Приводятся результаты исследований, проведенных в 2023 году на полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Целью исследований была оценка влияния различных сидеральных паров на агрофизические свойства и фитопатологическое состояние серой лесной среднесуглинистой почвы. В задачи исследований входило изучение характера изменений в ряде агрофизических параметров (плотность сложения, запасы продуктивной влаги, структурность) и в численности некоторых почвенных фитопатогенов при использовании чистого и различных сидеральных паров. В качестве парозанимающих сидератов выступали – гречиха, вико-овсяная смесь, горох, горчица белая, редька масличная. Контролем служил чистый пар. Опыты проводились в рамках многолетнего производственного стационара. Площадь, отводимая на каждый вариант составила 1,5 га. Повторность в опыте трехкратная. Почва опытных полей – высококультурная, серая лесная среднесуглинистая. Агротехнология возделывания сидеральных культур проводилась согласно рекомендациям. Заделка сидератов с бобовыми культурами проводилась в фазу их бутонизации; гречихи и капустных сидератов – в период начала цветения. Заделка сидератов, особенно горчицы белой, привела к снижению плотности сложения почвы до 1,00. Наибольшая структурность почвы также была в варианте с горчицей белой (76,2%). Применение в качестве сидератов горчицы белой и гороха привело, в сравнении с чистым паром, к увеличению накопления продуктивной влаги в почве на 20 мм. Заделка гречихи и горчицы белой способствовало полному очищению почвы от фитопатогенных грибов. В целом, среди изучаемых парозанимающих сидератов, наилучшие показатели по агрофизическим и фитопатологическим свойствам почвы были достигнуты при использовании горчицы белой.

**Ключевые слова:** сидераты, парозанимающие сидераты, агрофизические свойства почвы, почвенные фитопатогенные грибы

**Для цитирования:** Сафин Р.И., Низамов Р.М., Вафин И.Х. Влияние различных сидеральных паров на свойства серой лесной почвы // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. 1(9). С. 38-43

**Введение.** Современные тенденции в разработке эффективных систем земледелия предполагают максимальное использование природных ресурсов, т.е. их биологизацию [1, 2]. Применение приемов биологизации оказывает положительное влияние на различные свойства почвы, в том числе на ее биологическую активность [3]. В настоящее время в качестве приемов биологизации земледелия активно используются – многолетние травы; управление (менеджмент) соломы и растительных остатков; внесение органических и органоминеральных удобрений; применение биопрепаратов [4, 5, 6].

Одним из наиболее важных приемов биологизации земледелия является использование различных сидеральных культур, оказывающих многостороннее влияние на различные свойства сельскохозяйственных почв [7, 8, 9]. К числу наиболее распространенных сидератов, в различных регионах России, относятся парозанимающие [10, 11, 12]. В качестве парозанимающих сидератов могут выступать различные сельскохозяйственные культуры и их смеси. Так, достаточно много исследований было посвящено изучению влияния различных капустных растений (рапс, горчица белая, редька масличная), используемых в качестве парозанимающих сидератов, на различные свойства почв и продуктивность последующих сельскохозяйственных культур [13, 14, 15]. Высокая эффективность горчицы как сидеральной культуры в пару

показана в целом ряде работ [16, 17]. На Среднем Урале высокую эффективность показало использование смеси бобовых (горох) и зерновых (овес) в качестве парозанимающего сидерата под озимую рожь [18]. Возможно использование и гороха в чистом виде как сидеральной культуры [19]. К числу перспективных сидератов для использования в пару можно отнести и гречиху [20, 21]. Особенно ценным свойством данной культуры является способность ее корневой системы переводить недоступные формы почвенного фосфора в доступные, что имеет существенное значение для последующих культур севооборота. При изучении влияния различных сидератов, наибольшее внимание уделяется вопросам изменения под их влиянием в агрохимических параметрах почв. В меньшей степени изучаются изменения в агрофизических свойствах и накоплении почвенной инфекции фитопатогенов, вызывающих корневые гнили. В связи с вышеизложенным, целью исследований была оценка влияния различных сидеральных паров на агрофизические свойства и фитопатологическое состояние серой лесной среднесуглинистой почвы. В задачи исследований входило изучение характера изменений в ряде агрофизических параметров (плотность сложения, запасы продуктивной влаги, структурность) почвы и в численности почвенных фитопатогенных микроорганизмов, вызывающих корневые гнили, при использовании чистого и различных сидеральных паров.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились в 2023 году на стационарном полевом опыте Агробиотехнопарка Казанского ГАУ на серой лесной почве со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину – 3,0%, подвижного фосфора очень высокое; обменного калия повышенное; рНКС1 – 6,6.

Агроклиматические параметры вегетационного периода 2023 года отличались периодически засушливыми явлениями. За вегетацию выпало лишь 40,9% осадков от нормы, а температура воздуха, в большинстве случаев, была выше среднемесячных значений.

Схема полевого опыта:

1. Чистый пар (контроль);
2. Гречиха на сидерат (сорт Батыр, норма высева 50 кг/га);
3. Редька масличная на сидерат (сорт Альфа, норма высева 15 кг/га);
4. Горчица белая на сидерат (сорт Рапсодия, норма высева 20 кг/га);
5. Овес + вика на сидерат (овес сорт Рысак, вика – сорт Льговская 22, норма высева овса 2,5 млн. в.с./га., вики – 0,5 млн. в.с./га. весовая норма высева овса – 90 кг/га, вики – 40 кг/га);

6. Горох на сидерат (сорт Усатый кормовой, норма высева – 200 кг/га).

Общая площадь каждого варианта составила 1,5 га. В 2022 на участке выращивался яровой ячмень. Агротехнологии возделывания сидеральных культур были рекомендованными для зоны.

Заделка сидератов с бобовыми культурами проводилась в фазу их бутонизации; гречихи и капустных сидератов – в период начала цветения. Заделка проводилась с использованием двукратного дискования в разных направлениях дискатором.

Лабораторные исследования проводились в лабораторном комплексе Центра агроэкологических исследований ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. Определение агрофизических свойств почвы проводили по общепринятым методам [22]. Определение численности почвенных фитопатогенных грибов проводилось методом разведений с использованием твердых питательных сред Чапека и Сабуро.

**Результаты и обсуждение.** Одним из основных агрофизических показателей состояния почвы является ее плотность сложения (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика плотности сложения почвы в слое 0-20 см при использовании различных сидератов, г/см<sup>3</sup>, 2023 год

Вариант	Слой почвы			В среднем
	20.06.2023	17.07.2023	17.09.2023	
Чистый пар	1,04	1,11	1,14	1,10
Парозанимающие сидераты				
Гречиха	1,25	1,33	1,25	1,28
Редька масличная	1,18	1,28	1,18	1,21
Горчица белая	0,92	0,94	1,14	1,00
Вико-овсяная смесь	1,14	1,17	1,24	1,18
Горох	1,21	1,20	1,1	1,17

Примечание: оптимальные показатели для сельскохозяйственных культур – 1,0-1,3 г/см<sup>3</sup>

Результаты оценки показали, что использование в качестве сидерата горчицы белой, ведет к снижению плотности сложения почвы в сравнении с чистым паром. В тоже время, в варианте с гречихой на сидерат отмечается некоторое увеличение данного показателя. Однако, в целом, и на варианте с гречихой и во всех других вариантах с сидератами,

значения плотности сложения были в пределах оптимальных для большинства сельскохозяйственных культур параметров (от 1,00 до 1,28 г/см<sup>3</sup>), т.е. переуплотнение почвы не отмечалось.

Для оценки воздушного и водного режима почвы, важной характеристикой является общая пористость (табл. 2).

Таблица 2 – Общая пористость почвы при использовании различных сидератов, %, 2023 год

Вариант	Слой почвы			Оценка
	0-10 см	10-20 см	0-20 см	
Чистый пар	60,39	52,88	56,64	отличная
Парозанимающие сидераты				
Гречиха	55,4	49,68	52,54	удовлетворительная
Редька масличная	51,51	57,37	54,44	удовлетворительная
Горчица белая	56,32	56,42	56,37	отличная
Вико-овсяная смесь	51,04	54,3	52,67	удовлетворительная
Горох	58,63	56,31	57,47	отличная

Примечание: шкала оценки (по Н.А. Качинскому) – 55-65% – отличная; 50-55% - удовлетворительная; 50% – неудовлетворительная.

Как видно из таблицы 2, использование гороха, горчицы белой и чистого пара привело к тому, что пористость почвы была

на отличном уровне (56,37-57,47%), тогда как на вариантах с гречихой, редькой масличной и вико-овсяной смесью она была



## АГРОНОМИЯ

на удовлетворительном уровне (52,54; 54,44 и 52,67 соответственно).

Для агрономической оценки состояния почв, особо важно знать ее

структурное состояние, и, в первую очередь, содержание агрономически ценных агрегатов, определяемых методом сухого просивания (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициент структурности почвы (содержание агрономически ценных агрегатов, %, 2023 год)

Вариант	Слой почвы			Оценка
	0-10 см	10-20 см	0-20 см	
Чистый пар	60,93	61,93	61,43	хорошее
Парозанимающие сидераты				
Гречиха	68,43	75,62	72,02	хорошее
Редька масличная	68,09	71,74	69,91	хорошее
Горчица белая	70,56	81,83	76,20	хорошее
Вико-овсяная смесь	62,39	51,36	56,87	удовлетворительное
Горох	71,76	67,50	69,63	хорошее

Примечание: шкала оценки (по С.И. Долгову и П.У. Бахтину, 1966) – более 80% - отличное; 60-80% - хорошее; 40-60% - удовлетворительное; 20-40% - неудовлетворительное; менее 20% - плохое

Результаты оценки показали, что использование сидератов (за исключением вико-овсяной смеси), приводило к росту содержания агрономически ценных агрегатов в почве, по сравнению с вариантом с чистым паром.

Наибольшая структурность почвы была при использовании в качестве сидерата горчицы белой и составила в слое 0-20 см 76,2%. Водный режим почвы характеризуется показателями запасов продуктивной влаги (табл. 4) и влагоемкостью (табл. 5).

Таблица 4 – Запасы продуктивной влаги в почве при использовании различных сидератов (20.06.2023), мм

Вариант	Слой почвы			Оценка
	0-20 см	0-50 см	0-100 см	
Чистый пар	18,27	55,68	117,20	удовлетворительные
Парозанимающие сидераты				
Гречиха	17,35	61,69	114,90	удовлетворительные
Редька масличная	17,35	61,69	114,90	удовлетворительные
Горчица белая	17,09	60,07	137,67	хорошие
Вико-овсяная смесь	16,40	35,85	71,92	плохие
Горох	13,35	74,73	137,07	хорошие

Примечание: шкала оценки запасов продуктивной влаги в слое 0-100 см (по А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной, 1986) – больше 160 мм – очень хорошие; 130-160 мм - хорошие; 90-130 мм - удовлетворительные; 60-90 мм - плохие; меньше 60 мм – очень плохие

Данные по запасу продуктивной влаги показали, что использование в качестве сидератов горчицы белой и гороха привело к увеличению данного показателя (137,07-137,67 мм) в сравнении с чистым паром (117,2 мм). После гречихи и редьки масличной запасы продуктивной влаги были на уровне значений чистого пара, а в варианте с вико-овсяной смесью, показатели были

значительно ниже (71,92 мм) и оценивались как плохие.

Необходимо отметить, что засушливые явления в конце июня и в июле привели к резкому снижению запасов влаги в почве по всем вариантам до критического уровня (оценка запасов – очень плохие – плохие).

Численность фитопатогенных грибов, представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Численность фитопатогенных грибов в почве при использовании различных сидератов, \*10<sup>3</sup> КОЕ, 2023 г.

Вариант	Общая численность	Виды грибов
Чистый пар	1,3±0,06	<i>Botrytis sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> -
Парозанимающие сидераты		
Гречиха	0	-
Редька масличная	0,1±0,001	<i>Fusarium sp.</i> -
Горчица белая	0	-
Вико-овсяная смесь	1,6±0,08	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Alternaria sp.</i>
Горох	1,8±0,10	<i>Botrytis sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> -

Данные оценки показали, что использование в качестве сидератов гречихи и горчицы

белой способствует полному очищению почв от фитопатогенных грибов, тогда как после

гороха и вико-овсяной смеси отмечается увеличение численности фитопатогенных грибов в сравнении с чистым паром на 23-40%.

**Выводы.** Заделка сидератов привела к снижению плотности сложения почвы. Минимальные показатели плотности сложения отмечались в вариантах с горчицей белой и горохом на сидерат. Использование гороха на сидерат и горчицы белой привело к тому, что пористость почвы была на отличном уровне. Наибольшая структурность почвы была при использовании в качестве сидерата горчицы

белой. Использование в качестве сидератов горчицы белой и гороха привело к увеличению накопления влаги в почве в сравнении с чистым паром.

Использование в качестве сидератов гречи и горчицы белой способствовало полному очищению почвы от фитопатогенных грибов.

Таким образом, среди изучаемых парозанимающих сидератов, наилучшие показатели по агрофизическим и фитопатологическим свойствам почвы были достигнуты при использовании горчицы белой.

#### Литература

1. Башкин В. Н. Современные проблемы биологизации земледелия // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 2. С. 180-191. DOI 10.29003/m3026.0514-7468.2022\_44\_2/180-191.
2. Основа биологизации земледелия сельскохозяйственных агроландшафтов / Н. В. Долгополова, Е. В. Малышева, А. В. Нагорных и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 7. С. 6-11.
3. Бобкова Ю. А., Никулин А. С. Свойства почвы и развитие растений в зависимости от применяемого элемента биологизации земледелия // Вестник сельского развития и социальной политики. 2020. № 2(26). С. 35-40.
4. Евстратова Л. П., Николаева Е. В., Евсеева Г. В. Эффективность использования многолетних трав в решении проблемы биологизации земледелия республики Карелия // Биосфера. 2022. Т. 14, № 3. С. 156-162. DOI 10.24855/biosfera.v14i3.687.
5. Бондаренко Н. А., Антонова О. И. Биологическая активность почв при внесении соломы и препаратов, ускоряющих её разложение // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (196). С. 26-33.
6. Зинченко М. К., Зинченко С. И. Биологическая диагностика экологического состояния серой лесной почвы в условиях интенсивной агрогенной нагрузки // Земледелие. 2023. № 1. С. 14-18. DOI 10.24412/0044-3913-2023-1-14-18.
7. Лошаков В. Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 30-42. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-30-42.
8. Битов Х. А., Бжеумыхов В. С. Влияние сидеральных культур на ферментативную активность почвы // Вестник аграрной науки. 2023. № 2(101). С. 6-11. DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.2.6.
9. Стабилизация плодородия почвы и повышение продуктивности севооборотов / В. Ю. Скороходов, Ю. В. Кафтан, А. А. Зоров и др. // Плодородие. 2022. № 5(128). С. 16-20. DOI 10.25680/S19948603.2022.128.04.
10. Бахвалова С. А., Федорова А. В. Сидераты и урожайность яровой пшеницы // Плодородие. 2021. № 2 (119). С. 36-38. DOI 10.25680/S19948603.2021.119.09.
11. Смурув С. И., Попова Т. В. Оценка различных видов культур и их сочетаний в качестве парозанимающих сидератов // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 11. С. 74-77.
12. Комарова Н. А. Значение различных паров в изменении плотности светло-серой лесной почвы и урожайности культур севооборота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 2(63). С. 58-63. DOI 10.30766/2072-9081.2018.63.2.58-63.
13. Стародубцев В. В., Виноградов Д. В. Использование ярового рапса в качестве парозанимающей культуры под озимую пшеницу // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. № 3(31). С. 107-110.
14. Пилипенко Н. Г., Андреева О. Т. Влияние редьки масличной в занятых и сидеральных парах на фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в полевом севообороте // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 4(20). С. 253-260.
15. Пегова Н. А. Урожайность и фитосанитарное состояние последних культур севооборота яровой пшеницы и ячменя // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 61-70. DOI 10.26897/0021-342X-2022-1-61-70.
16. Сравнительная эффективность различных систем удобрения и сидерата на продуктивность культур звена севооборота / Т. И. Володина, А. Н. Левченкова, Н. С. Козлов, В. Ю. Иванова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3(44). С. 16-25.
17. Пегова Н. А., Тронина Л. О. Влияние вида пара и основной обработки почвы в севообороте на биологические свойства пахотного слоя // Агротехнический вестник. 2021. № 6. С. 3-8. DOI 10.24412/1029-2551-2021-6-001.
18. Биологические свойства чернозёма оподзоленного при использовании различных сидеральных культур по системе органического земледелия на Среднем Урале / М. Ю. Карпухин, В. В. Чулкова, В. А. Чулков, Э. Р. Батыршина // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3(43). С. 16-25. DOI 10.52463/22274227\_2022\_43\_16.
19. Чадаев И. М., Гурин А. Г. Аккумуляция элементов питания зернобобовыми культурами используемых в качестве предшественника // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 1(33). С. 59-63. DOI 10.24411/2309-348X-2020-11157.
20. Нечаев Л. А., Гольшшин Л. В. Определение оптимального варианта использования сидератов под озимую пшеницу на основе морфометрического анализа параметров флагового листа // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 3(7). С. 65-74.
21. Казанбеков И. А., Котлярова Е. Г., Титовская А. И. Водный режим и продуктивность сидератов в зависимости от основной обработки чернозема типичного // Вестник аграрной науки. 2017. № 6(69). С. 9-15.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

*Работа выполнена в рамках НИР «Комплексная многолетняя оценка эффективности применения приемов биологизации, снижения углеродного следа и агрометеорологического мониторинга в зернопаропропашных севооборотах Республики Татарстан».*

**Сведения об авторах:**

Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Низамов Рустам Мингазиевич – доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: nizamovr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5436-9351>

Вафин Ильшат Хафизович – старший преподаватель, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1415-0734>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

**THE INFLUENCE OF VARIOUS GREEN MANURE VAPORS ON THE PROPERTIES OF GRAY FOREST SOI**

**R. I. Safin, R. M. Nizamov, I. Kh. Vafin**

**Abstract.** The results of research conducted in 2023 on the fields of the Agrobiotechnopark of Kazan State Agrarian University are presented. The purpose of the research was to assess the influence of various green manure fallows on the agrophysical properties and phytopathological state of gray forest medium-loamy soil. The objectives of the research included studying the nature of changes in a number of agrophysical parameters (density, reserves of productive moisture, structure) and in the abundance of some soil phytopathogens when using pure and various green manure fallows. The steam-taking green manures were buckwheat, vetch-oat mixture, peas, white mustard, and oilseed radish. Pure steam served as control. The experiments were carried out within the framework of a long-term production hospital. The area allocated for each option was 1.5 hectares. The experiment was repeated three times. The soil of the experimental fields is highly cultivated, gray forest medium loamy. The agricultural technology for cultivating green manure crops was carried out according to the recommendations. The incorporation of green manure with legumes was carried out during their budding phase; buckwheat and cabbage green manure - during the beginning of flowering. The incorporation of green manure, especially white mustard, led to a decrease in soil density to 1.00. The highest soil structure was also observed in the variant with white mustard (76.2%). The use of white mustard and peas as green manures led, in comparison with pure steam, to an increase in the accumulation of productive moisture in the soil by 20 mm. Incorporation of buckwheat and white mustard contributed to the complete cleansing of the soil from phytopathogenic fungi. In general, among the studied fallow green manures, the best indicators for agrophysical and phytopathological properties of the soil were achieved when using white mustard.

**Key words:** green manure, vapor-consuming green manure, agrophysical properties of soil, soil phytopathogenic fungi

**For citation:** Safin R.I., Nizamov R.M., Vafin I.Kh. The influence of various green manure fallows on the properties of gray forest soil. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 1(9): 38-43

**References**

1. Bashkin V. N. [Modern problems of biological agriculture]. *Zhizn' Zemli*. 2022; 4. 2: 180-191. DOI 10.29003/m3026.0514-7468.2022\_44\_2/180-191.
2. Dolgoplova N. V., Malysheva E. V., Nagornyy A. V. [The basis of biologization of agriculture of agricultural agricultural landscapes]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2021; 7: 6-11.
3. Bobkova Ju. A., Nikulin A. S. [Soil properties and plant development depending on the applied agriculture biologization element]. *Vestnik sel'skogo razvitija i social'noj politiki*. 2020; 2(26): 35-40.
4. Evstratova L. P., Nikolaeva E. V., Evseeva G. V. [The effectiveness of the use of perennial grasses in solving the problem of biologization of agriculture in the republic of Karelia]. *Biosfera*. 2022; 14(3): 156-162. DOI 10.24855/biosfera.v14i3.687.
5. Bondarenko N. A., Antonova O. I. [Biological activity of soils during the application of straw and preparations, increasing its decomposition]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 2(196): 26-33.
6. Zinchenko M. K., Zinchenko S. I. [Biological diagnostics of the ecological state of grey forest soil under conditions of intense agrogenic load]. *Zemledelie*. 2023; 1: 14-18. DOI 10.24412/0044-3913-2023-1-14-18.
7. Loshakov V. G. [Ecological and phyto-sanitary functions of green manure]. *Izvestija Timirjazevskoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2018; 5: 30-42. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-30-42.
8. Bitov H. A., Bzheumyhov V. S. [Influence of sideral crops on the enzymatic soil activity]. *Vestnik agrarnoj nauki*. 2023; 2(101): 6-11. DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.2.6.
9. Skorohodov V. Ju., Kaftan Ju. V., Zorov A. A. [The possibility of stabilizing soil fertility and increasing crop rotation productivity by saturation with intermediate crops and sideral steam]. *Plodorodie*. 2022; 5(128): 16-20. DOI 10.25680/S19948603.2022.128.04.
10. Bahvalova S. A., Fedorova A. V. [Ciderates and spring wheat crop yield]. *Plodorodie*. 2021; 2(119): 36-38. DOI 10.25680/S19948603.2021.119.09.
11. Smurov S. I., Popova T. V. [Evaluation of different crops and their combinations as green manure]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2015; 29(11): 74-77.
12. Komarova N. A. [The importance of various fallows for changing the density of light-gray forest soil and yield productivity of plants in crop rotation]. *Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2018; 2(63): 58-63. DOI 10.30766/2072-9081.2018.63.2.58-63.
13. Starodubcev V. V., Vinogradov D. V. [Use of summer colza as parozanimayushchy culture under winter wheat]. *Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*. 2016; 3(31): 107-110.
14. Pilipenko N. G., Andreeva O. T. [Influence of various kinds couple on phytosanitary condition of grain crops in crop rotation]. *Vestnik APK Stavropol'ja*. 2015; 4(20): 253-260.
15. Pegova N. A. [Yield and phytosanitary state of the last crops of the crop rotation of wheat and barley].

Izvestija Timirjazevskej sel'skohozejstvennoj akademii. 2022; 1: 61-70. DOI 10.26897/0021-342X-2022-1-61-70.

16. Volodina T. I., Levchenkova A. N., Kozlov N. S. [Comparative effectiveness of various fertilizer and siderate systems on crop productivity in a rotation link]. Izvestija Velikolukskoj gosudarstvennoj sel'skohozejstvennoj akademii. 2023; 3(44): 16-25.

17. Pegova N. A., Tronina L. O. [Influence of fallow type and main soil treatment in crop rotation on biological properties of arable layer]. Agrohimicheskij vestnik. 2021; 6: 3-8. DOI 10.24412/1029-2551-2021-6-001.

18. Karpuhin M. Ju., Chulkova V. V., Chulkov V. A. [Biological properties of podzolic chernozem when using various green manure crops according to the organic agriculture system in the middle urals]. Vestnik Kurganskoj GSHA. 2022; 3(43): 16-25. DOI 10.52463/22274227\_2022\_43\_16.

19. Chadaev I. M., Gurin A. G. [The accumulation of elements of a food legume used as a precursor]. Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2020; 1(33): 59-63. DOI 10.24411/2309-348X-2020-11157.

20. Nechaev L. A., Golyshkin L. V. [Definition of optimum variant of use of green manure crops under winter wheat on basis of morphometric analysis of parameters of flag leaf]. Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2013; 3(7): 65-74.

21. Kazanbekov I. A., Kotljarova E. G., Titovskaja A. I. [Water mode and green manure effect depending on the main cultivation of the typical chernozem]. Vestnik agrarnoj nauki. 2017; 6(69): 9-15. DOI 10.15217/issn2587-666X.2017.6.9.

22. Shein E. V., Goncharov V. M. Agrophysics. Rostov na Donu: Feniks. 2006: 400.

#### Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

*The work was carried out within the framework of the research project “Comprehensive long-term assessment of the effectiveness of the use of biologization techniques, carbon footprint reduction and agrometeorological monitoring in grain-fallow crop rotations of the Republic of Tatarstan”.*

#### Authors:

Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural Sciences, head of the department, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Nizamov Rustam Mingazizovich – Doctor of Agricultural Sciences, e-mail: nizamovr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5436-9351>

Vafin Ilshat Khafizovich – senior lecturer, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-1415-0734](http://orcid.org/0000-0002-1415-0734)

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ БИОЧАР-АГРО МАРКИ ТЕХНИЧЕСКИЕ НА ЯРОВОМ РАПСЕ

С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, Р. Р. Сулейманов, И. Ф. Мотовалов

**Реферат.** Исследования проводили с целью изучения эффективности минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические на посевах ярового рапса на серых лесных почвах Республики Татарстан. Полевой опыт проводился в 2023 году на базе ООО «Агробиотехнопарк» (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. По результатам исследований было установлено, что припосевное внесение удобрения Биочар-Агро марки Технические способствовало увеличению сохранности растений к уборке на 0,8% по сравнению с контрольным вариантом. Кроме того, изучаемое комплексное удобрение способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода ярового рапса. На варианте 10,0 кг/га вегетационный период увеличивался на 6 дней. Высота растений возрастает от 116,6 см на контроле, до 123,4 см в последнем варианте опыта, что выше контроля на 6,8 сантиметров. На варианте Фон NPK + Биочар-Агро марка: Технические (припосевное внесение, 10,0 кг/га) количество сорняков на 1 м<sup>2</sup> составило 8,2 шт., что меньше контрольного варианта на 3,2 шт. или на 31,7%. Максимальное количество продуктивных ветвей (5,5 шт./растение) образовалось на варианте припосевного применения удобрения Биочар-Агро марки Технические 10,0 кг/га. Прибавка фактической урожайности ярового рапса от внесения препарата составила от 0,23 до 0,49 т/га в зависимости от нормы внесения удобрения Биочар-Агро марки Технические.

**Ключевые слова:** яровой рапс, минеральные удобрения, микроэлементы, полевая всхожесть, засоренность, ветвление, урожайность.

**Для цитирования:** Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов Р.Р., Мотовалов И.Ф. Исследование эффективности минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические на яровом рапсе // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 44-50

**Введение.** Яровой рапс предъявляет повышенные требования к обеспечению азотом, калием, фосфором, серой и бором [1, 2, 3]. Доза удобрений при основном внесении определяется исходя из наличия питательных веществ в почве и запланированной урожайности. Важно при этом иметь актуальные, свежие анализы почвы, при отсутствии которых необходимо ориентироваться на вынос питательных веществ с запланированным урожаем с учетом коэффициента использования их из удобрений [4, 5, 6]. Вынос азота с 1 ц урожая семян рапса в среднем составляет 4 кг, с 1 ц рапсовой соломы – 2,5 кг, фосфора – соответственно 1,8 и 0,4, калия – 1,1 и 3,3, магния – 0,6 и 0,25 и серы – 0,7 и 0,1 кг [7, 8]. Что касается микроэлементов, то их вынос при урожайности культуры 35 ц/га составляет: бора – 250-500 г с 1 га, марганца – 1300-2500, молибдена – 12-25 г/га [9, 10, 11]. Их недостаток может привести к:

- задержке роста и развития растений (B, Mn, Zn),
- нарушению синтеза хлорофилла и ускорению его разложения (Mn, Mg, Mo),
- затруднению цветения и оплодотворения (B, Mg, Mo, S),
- преждевременному созреванию (Zn),
- отмиранию точки роста (B, Ca) [12, 13, 14].

**Цель исследований** – повышение продуктивности ярового рапса на основе разработки технологии применения минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические в почвенно-климатических

условиях Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** Полевой опыт в 2023 году проводился на базе Агробиотехнопарка, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. Посев полевых опытов был произведен 18 мая 2023 года. Уборка осуществлена 29 августа 2023 года. В опытах изучено действие минерального удобрения Биочар-Агро марки Технические на яровом рапсе (табл. 1). Полевой опыт проводился на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия – повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (pH<sub>сол.</sub> 6,6). Под предпосевную культивацию были внесены следующие минеральные удобрения (в физическом весе):

- диаммофоска – 85 кг/га;
- аммиачная селитра – 197 кг/га;
- хлористый калий – 63 кг/га.

В действующем веществе внесено: азот – 78 кг/га; фосфор – 22 кг/га; калий – 60 кг/га.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2023 году отличались от среднеголетних показателей. Температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднеголетних данных (табл. 2). Что касается осадков, то в мае выпало 46,79 мм осадков, что выше среднеголетних на 23%, июнь был засушливым (6 мм осадков, что составляет 10% от нормы), в июле и августе – 53 и 37% соответственно от нормы.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Характеристика препарата Биочар-Агро марки Технические

Наименование показателя	Технические
Азот общий (N), %	7
Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	18
Калий (K <sub>2</sub> O), %	25
Магний (MgO), %	0,5
Железо (Fe), %	0,2
Цинк (Zn), %	2,0
Бор (B), %	2,0
Марганец (Mn), %	0,5
Молибден (Mo), %	0,02

*Примечание: данные по химическому составу испытуемого удобрений представлены производителем (ООО «ТН-Биотехнологический парк»).*

Таблица 2 – Метеоданные за вегетационный период 2023 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	11,63			33,27		
	15,79			0		
	20,65			13,52		
	+16,02	+14,0	+2,02	46,79	38	123,1
Июнь	16,05			5,22		
	15,55			0,29		
	17,23			0,57		
	+16,28	+18,3	-2,02	6,08	57	10,7
Июль	23,88			0,29		
	18,91			8,12		
	21,65			24,66		
	+21,48	+20,5	+0,98	33,07	62	53,3
Август	23,35			0		
	22,72			8,4		
	14,37			12,04		
	+20,15	+18,0	+2,15	20,44	55	37,2
Сентябрь	15,40			0,84		
	13,82			0		
	15,58			0		
	+14,93	+12,3	+2,63	0,84	50	1,68
За вегетацию	17,77	16,62	+1,15	107,22	262	40,9

Но, несмотря на незначительное количество осадков в июне, урожайность ярового рапса в опытных делянках не уступала данным предыдущих лет. Это объясняется тем, что запасов влаги, накопленной при снеготаянии и в результате обильных осадков в мае, хватило для интенсивного роста и развития ярового рапса в июне. Кроме того, температура воздуха в этот месяц была ниже на 2 градуса по сравнению со среднегодовалными данными. В критический период потребления воды ярового рапса (в июле выпало 33 мм осадков, что способствовало формированию высокопродуктивного агроценоза изучаемой культуры). В то же время стоит отметить, что несмотря на незначительное количество осадков по месяцам, влажность воздуха сохранялась на уровне среднегодовых данных, данный фактор положительно сказался на росте и развитии ярового рапса.

Схема опыта:

1. Контроль. Фон НРК.

2. Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, расход агрохимиката – 8,0 кг/га.

3. Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, расход агрохимиката – 9,0 кг/га.

4. Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, расход агрохимиката – 10,0 кг/га.

Площадь опытных делянок – 50 м<sup>2</sup>, площадь учетных делянок – 25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

Изучаемый препарат был внесен в почву в день посева – 18 мая 2023 года.

**Результаты и обсуждение.** Полевая всхожесть была определена через 12 суток после посева ярового рапса.

Полевая всхожесть ярового рапса в 2023 году из-за значительного количества запасов влаги в почве была весьма высокой и варьировала в зависимости от вариантов опыта от 80 до 82,6% (табл.3).

## АГРОНОМИЯ

Таблица 3 – Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке

Вариант опыта	Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Плотность стеблестоя перед уборкой шт./м <sup>2</sup>	Сохранность к уборке в % к всходам
Контроль. Фон НРК	60,00	80,0	50,0	83,3
Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га	61,20	81,6	50,6	82,6
Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га	61,75	82,3	51,8	83,8
Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га	62,00	82,6	52,2	84,1
НСР <sub>05</sub>	2,3			

Из 75 шт./м<sup>2</sup> высеванных всхожих семян по вариантам взошли от 60,0 до 62,0 шт./м<sup>2</sup>, что составляет от 80 до 82,6% соответственно. Разница между вариантами опыта математически недоказуема, так как НСР<sub>05</sub> 2,3 шт./м<sup>2</sup> выше по сравнению с разницей (1,2-2 шт./м<sup>2</sup>) между вариантами опыта.

Как видно из таблицы 3, сохранность растений к уборке по отношению к всходам варьировала от 83,3 до 84,1%. Стоит отметить, что предпосевное внесение удобрения Биочар-Агро марки Технические, содержащий макро и микроэлементы способствовало увеличению сохранности растений к уборке. Так, по мере

увеличения нормы внесения изучаемого удобрения (от 8 до 10 кг/га), увеличивался и показатель сохранности растений. Максимальная сохранность растений была на варианте Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га – 84,1% (больше контрольного варианта на 0,8%).

В зависимости от фона питания продолжительность вегетации ярового рапса изменяется весьма существенно и составляет от 94 (Контроль. Фон НРК) до 100 суток на варианте Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га (табл. 4).

Таблица 4 – Продолжительность фенологических периодов развития ярового рапса

Вариант	Посев-всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-созревание	Продолжительность вегетационного периода
Контроль. Фон НРК	8	46	12	28	94
Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га	8	47	13	30	98
Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га	8	47	13	30	98
Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га	8	48	13	31	100

При этом, из рассматриваемых периодов развития увеличение вегетационного периода происходит за счет фазы развития культуры «бутонизация-цветение» и «цветение-созревание».

Изучаемое комплексное удобрение способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода ярового рапса.

На варианте 10,0 кг/га вегетационный период увеличивался на 6 дней, что, в конечном счете, отразилось на увеличении и урожайности ярового рапса на данном варианте.

По высоте растений отмечается четкая тенденция более интенсивного роста растений на вариантах с дополнительным внесением исследуемого удобрения (табл. 5).

## АГРОНОМИЯ

Таблица 5 – Влияние изучаемого препарата на высоту растений ярового рапса

Вариант опыта	Высота растений, см	Увеличение высоты	
		см	%
Контроль. Фон NPK.	116,6	-	-
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	118,8	2,2	1,9
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	120,7	4,1	3,5
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	123,4	6,8	5,8
НСР <sub>05</sub>	2,8		

В варианте дополнительного внесения к фону питания N<sub>24</sub>P<sub>24</sub>K<sub>24</sub> удобрения Биочар-Агро марка Технические (10,0 кг/га) высота растений возрастает от 116,6 см на контроле, до 123,4 см в последнем варианте опыта, что выше контроля на 6,8 сантиметров. В данном варианте были самые высокие растения по сравнению с другими вариантами, что объясняется максимальной нормой внесения элементов питания, в частности азота. Данный элемент питания в первую очередь влияет на развитие и накопление вегетативной массы,

включая рост растений в высоту (табл. 4).

Положительное влияние на рост ярового рапса в высоту оказали также дозы 8 и 9 кг/га. На варианте 8,0 кг/га высота растений составила 118,8 см, а на варианте 9,0 кг/га – 120,7 см, что больше контроля на 2,2 и 4,1 см соответственно. На всех вариантах опыта внесения удобрения Биочар-Агро марка Технические из-за увеличения высоты и плотности стеблестоя происходит затенение сорных растений, и в конечном итоге снижение засоренности посевов (табл. 6).

Таблица 6 – Засоренность посевов ярового рапса на разных вариантах опыта

Вариант опыта	Количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>	± к контролю		Полегаемость, %
		шт./м <sup>2</sup>	%	
Контроль. Фон NPK	12,0	-	-	15
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	10,0	-2,0	- 16,7	20
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	9,3	-2,7	- 22,5	20
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	8,2	-3,8	- 31,7	25

Так, на варианте Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га количество сорняков на 1 м<sup>2</sup> составило 8,2 шт., что меньше контрольного варианта на 3,2 шт. или на 31,7%.

Однако, по мере увеличения норм расхода

от 8 до 10 кг/га полегаемость объекта исследований возрастает.

Среди этих условий особое место занимает способность ярового рапса к образованию боковых ветвей первого порядка, на которых образуются дополнительные стручки (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние изучаемых удобрительных составов на интенсивность ветвления ярового рапса

Вариант опыта	Количество ветвей, шт./растение		
	продуктивных	непродуктивных	всего
Контроль. Фон NPK	4,2	1,8	6,0
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	4,7	2,1	6,8
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	5,0	2,3	7,3
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	5,5	2,5	8,0
НСР <sub>05</sub>	0,62	0,41	0,51

Результаты исследований показывают, что максимальное количество продуктивных ветвей (5,5 шт./растение) образуется на варианте применения удобрения Биочар-Агро марки Технические 10,0 кг/га. Вместе с тем на этом варианте опыта формируется максимальное количество (2,5 шт./растение) и

непродуктивных ветвей с мелкими стручками, которые не достигают уборочной спелости. В результате влажность масличного сырья значительно увеличивается.

Достоверное увеличение количества продуктивных ветвей отмечается и на вариантах внесения изучаемого удобрения в дозах



## АГРОНОМИЯ

8,0 и 9,0 кг/га.

Самым слабым звеном в производстве рапсового масличного сырья является потеря биологического урожая в силу следующих причин:

1. Высокая склонность стручков этой культуры к растрескиванию от легкого прикосновения как механического (мотовило комбайна) или же естественного происхождения (осадки, сильные ветры и др.).

2. Семена этой культуры очень мелкие (от 4,05 до 5,26 г 1000 семян) и сыпучие. В связи с этим, у современных комбайнов имеются более 40 точек потерь урожая.

Несмотря на тщательную предуборочную герметизацию селекционного комбайна «Террион» в зависимости от вариантов опыта

потери биологического урожая составили от 0,21 до 0,34 т/га.

Анализ снижения биологической урожайности показывает четкую закономерность, которая выражается устойчивой зависимостью между двумя анализируемыми величинами: чем выше биологическая урожайность, тем больше ее потери (табл. 8). Так, на самых лучших 3-ем и 4-ом вариантах опыта с каждого гектара недобор масличного сырья составил 0,30 и 0,34 т/га (весьма существенные потери, особенно по сравнению с обычными зерновыми и зернобобовыми культурами). Тем не менее, прибавка фактической урожайности ярового рапса от внесения изучаемого препарата составила от 0,23 до 0,49 т/га (очень высокая прибавка урожая).

Таблица 8 – Величина потерь биологической урожайности ярового рапса по вариантам опыта

Вариант опыта	Биологическая урожайность, т/га	Потери биологической урожайности	
		т/га	%
Контроль. Фон NPK	1,81	0,21	10,4
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	2,04	0,25	11,1
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	2,13	0,30	12,5
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	2,30	0,34	12,7
НСР <sub>05</sub>	0,18		

Припосевное внесение удобрения Биочар-Агро марка Технические с содержанием основные макро и микроэлементы оказало

существенное влияние на содержание сырого жира в семенах ярового рапса и валовой сбор растительного масла с единицы площади.

Таблица 9 – Содержание сырого жира и валовой сбор рапсового растительного масла

Вариант	Содержание сырого жира, %	Валовой сбор растительного масла, кг/га	Прибавка	
			кг/га	%
Контроль. Фон NPK	42,93	777,0	-	-
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	42,46	866,1	89,1	11,4
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	42,48	904,8	127,8	16,4
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	41,99	965,7	179,7	24,2
НСР <sub>05</sub>				

Как видно из таблицы 9, припосевное внесение удобрения Биочар-Агро марка Технические в некоторой степени привело к снижению масличности семян ярового рапса от 42,93% на контрольном варианте до 41,99% на варианте максимального внесения удобрения Биочар-Агро марка Технические (10 кг/га), что связано с эффектом «разбавления» (на данном варианте была максимальная урожайность и минимальная масличность семян).

**Выводы.** Позитивные изменения в плотности стеблестоя, продуктивном ветвлении, стручкообразовании, количестве семян в стручке и их массе, которые произошли под влиянием Биочар-Агро марка Технические обеспечили дополнительное получение с каждого гектара пашни от 0,23 до 0,49 т рапсового масличного сырья и от 89,1 до 179,7 кг растительного масла.

### Литература

- Сафиоллин Ф. Н. Вахитов Р. К. Масличные культуры. Казань: Матбугат йорты, 2000. 272 с.
- Сафиоллин Ф. Н. Рапс в лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. 406 с.
- Файзрахманов Д. И., Сафиоллин Ф. Н., Низамов Р. М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2013. 68 с.
- Габбасов И. И., Низамов Р. М., Сулейманов С. Р. Влияние удобрений марки Изагри на ростовые процессы и продуктивность ярового рапса // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 34-38. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10508>.

5. Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края / Е. Н. Олейникова, М. А. Янова, Н. И. Пыжикова и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (142). С. 74–80.
6. Нурлыгаянов Р. Б. Яровой рапс поддерживает земледельцев // Аграрная тема. 2012. № 10 (39). С. 43.
7. Цыбулько Н. Н., Пунченко С. С. Эффективность применения дифференцированных доз минеральных удобрений под яровой рапс на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разной степени эродированности // Почвоведение и агрохимия. 2015. № 1 (54). С. 189–200.
8. Интенсификация технологии возделывания ярового рапса на маслосемена / С. В. Гольцман, Т. В. Горбачева, Н. А. Рендов и др. // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (17). С. 12–14.
9. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake / M. Halpern, U. Yermiyahu, A. Bar-Tal etc. // *Advances in Agronomy*. 2015. T. 130. S. 141–174. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
10. Plant bioregulators for sustainable agriculture: integrating red signaling as a possible unifying mechanism / A. K. Srivastava, P. Suprasanna, R. Pasala etc. // *Advances in Agronomy*. 2016. T. 137. S. 237–278. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.002>
11. Антистрессовые и фитогормонные препараты в технологии возделывания ярового рапса на серых лесных почвах Республики Татарстан / Д. Г. Гатауллин, Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин [и др.] // *Агрохимический вестник*. 2021. № 2. С. 45–49. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-2-009>.
12. The influence of spring barley extracts on *Pseudomonas putida* PCL1760 / R.I. Safin, L.Z. Karimova, F.N. Safiollin etc. // *E3S Web of Conferences*. 2019. V. 91. S. 185–193. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199106007>
13. Modern Biological Products and Growth Stimulators in the Technology of Cultivation of Sunflower for Oilseeds / R. M. Nizamov, F. N. Safiollin, M. M. Khismatullin etc. // *International journal of advanced biotechnology and research*. 2019. T. 10. № 1. S. 341–347. [https://doi.org/10.12737/article\\_5afbffd02a32e1.51364510](https://doi.org/10.12737/article_5afbffd02a32e1.51364510)
14. Суханова С. Ф., Постовалов А. А., Григорьев Е. В. Продуктивность и устойчивость сортов ярового рапса к фузариозу в условиях Курганской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1(49). С. 65–70. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-1-65-70>.
15. Старикова Д. В., Горлова Л. А. Влияние среды и генотипа на хозяйственно ценные признаки рапса ярового в условиях центральной зоны Краснодарского края // *Масличные культуры*. 2021. № 4(188). С. 71–77. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-4-188-71-77>.
16. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2(62). С. 138–142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142>
17. Кормин В. П. Эффективность применения минеральных удобрений и регулятора роста "Зеребра Агро" под яровой рапс на семена в условиях лесостепи Омской области // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2023. № 1(49). С. 35–40. [https://doi.org/10.48136/2222-0364\\_2023\\_1\\_35](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_35)
18. Суркова Ю. В. Яровой рапс в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3(35). С. 68–71. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4152805>.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

**Сведения об авторах:**

Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: [dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>  
 Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>  
 Сулейманов Рузаль Разяпович – аспирант, e-mail: [ruzal.suleymanov@mail.ru](mailto:ruzal.suleymanov@mail.ru)  
 Мотовалов Ильнур Флюрович – аспирант, e-mail: [ilnur1998motavalov@mail.ru](mailto:ilnur1998motavalov@mail.ru)  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

**INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF MINERAL FERTILIZER WITH TRACE ELEMENTS OF BIOCHAR-AGRO TECHNICAL GRADE ON SPRING RAPESEED**

**S. R. Suleymanov, F. N. Safiollin, R. R. Suleymanov, I. F. Motovalov**

**Abstract.** The research was carried out in order to study the effectiveness of mineral fertilizer with microelements of Biochar-Agro Technical grade on spring rape crops on gray forest soils of the Republic of Tatarstan. Field experiments were conducted in 2023 on the basis of Agrobiotechnopark LLC (Narmonka village, Laishevsky Municipal District of the Republic of Tatarstan), laboratory analyses were carried out at the Center for Agroecological Research of the Kazan State Agrarian University. According to the research results, it was found that the application of Biochar-Agro fertilizer of the Technical brand contributed to an increase in the safety of plants for harvesting by 0.8% compared with the control variant. In addition, the studied complex fertilizer contributed to an increase in the duration of the growing season of spring rapeseed. In the 10.0 kg/ha variant, the growing season was increased by 6 days. The height of the plants increases from 116.6 cm at the control, to 123.4 cm in the last version of the experiment, which is 6.8 centimeters higher than the control. In the variant Background NPK + Biochar-Agro brand: Technical (seed application, 10.0 kg /ha), the number of weeds per 1 m<sup>2</sup> was 8.2 pcs., which is less than the control variant by 3.2 w. or 31.7%. The maximum number of productive branches (5.5 pcs./plant) was formed on the variant of the near-sowing application of Biochar-Agro fertilizer of the Technical brand 10.0 kg/ha. The increase in the actual yield of spring rapeseed from the application of the studied preparation ranged from 0.23 to 0.49 t /ha, depending on the rate of application of Biochar-Agro brand fertilizers: Technical.

**Key words:** spring rape, mineral fertilizers, trace elements, field germination, clogging, branching, yield.

**For citation:** Suleymanov S.R., Safiollin F.N., Suleymanov R.R., Motovalov I.F. A study of the effectiveness of mineral fertilizers with trace elements of Biochar-Agro technical brands on spring rapeseed. *Agrobiotechnology and digital agriculture*. 2024; 1 (9): 44-50

**References**

1. Safiollin F. N. Vakhitov R. K. *Maslichnie kulturi* [Oilseeds]. Kazan: Matbugat yorty. 2000. 272.
2. Safiollin F. N. *Raps v lesostepi Povoljya* [Rapeseed in the forest-steppe of the Volga region]. Kazan: Izd-vo Kazanskogo gos. un-ta. 2008. 406.

3. Fajzrahmanov D. I., Safiollin F. N., Nizamov R. M. 62 poleznyh soveta po tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnyh kul'tur [62 useful tips on oilseed cultivation technology]. Kazan': Izd-vo Kazanskogo GAU. 2013. 68.
4. Gabbasov I. I., Nizamov R. M., Sulejmanov S. R. [The effect of agri brand fertilizers on the growth processes and productivity of spring rapeseed]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; 33. 5: 34-38. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10508>.
5. Olejnikova E. N., Yanova M. A., Pyzhikova N. I. [Spring rapeseed is a promising crop for the development of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Territory]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 1 (142): 74–80.
6. Nurlygayanov R. B. [Spring rape supports farmers]. *Agrarnaya tema*. 2012; 10 (39): 43.
7. Cybul'ko N. N., Puchenko S. S. [The effectiveness of the use of differentiated doses of mineral fertilizers for spring rapeseed on sod-podzolic light loamy soils of varying degrees of erosion]. *Pochvovedenie i agrohimiya*. 2015; 1 (54): 189–200.
8. Gol'man S. V., Gorbacheva T. V., Rendov N. A. [Intensification of the technology of cultivation of spring rapeseed for oilseeds]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 1 (17): 12–14.
9. Halpern M., Yermiyahu U., Bar-Tal A. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Advances in Agronomy*. 2015; 130: 141–174. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
10. Srivastava A. K., Suprasanna P., Pasala R. Plant bioregulators for sustainable agriculture: integrating red signaling as a possible unifying mechanism. *Advances in Agronomy*. 2016; 137: 237–278. DOI 10.1016/bs.agron.2015.12.002.
11. Gataullin D. G., Safiollin F. N., Minnullin G. S. [Anti-stress and phytohormones preparations in the technology of cultivation of spring rape on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Agrohimicheskij vestnik*. 2021; 2: 45-49. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-2-009>.
12. Safin R. I., Karimova L. Z., Safiollin F. N. The influence of spring barley extracts on *Pseudomonas putida* PCL1760. *E3S Web of Conferences*. 2019; 91: 185–193. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199106007/>
13. Nizamov R. M., Safiollin F. N., Khismatullin M. M. Modern Biological Products and Growth Stimulators in the Technology of Cultivation of Sunflower for Oilseeds. *International journal of advanced biotechnology and research*. 2019; 10. 1: 341–347. [https://doi.org/10.12737/article\\_5afbffd02a32e1.51364510](https://doi.org/10.12737/article_5afbffd02a32e1.51364510)
14. Suhanova S. F., Postovalov A. A., Grigor'ev E. V. [Productivity and resistance of spring rapeseed varieties to fusarium in the conditions of the Kurgan region]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2020; 1(49): 65-70. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-1-65-70>.
15. Starikova D. V., Gorlova L. A. [The influence of the environment and genotype on economically valuable signs of spring rapeseed in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory]. *Maslichnye kul'tury*. 2021; 4(188): 71-77. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-4-188-71-77>.
16. Fajzrahmanov D. I., Valiev A. R., Ziganshin B. G. [The current state of grain production in the Russian Federatio]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 16. 2(62): 138-142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142/>
17. Kormin V. P. [The effectiveness of the use of mineral fertilizers and the growth regulator "Silver Agro" for spring rapeseed seeds in the conditions of the forest-steppe of the Omsk region]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023; 1(49): 35-40. [https://doi.org/10.48136/2222-0364\\_2023\\_1\\_35](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_35)
18. Surkova Y. U. [Spring rapeseed in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals]. *Vestnik Kurganskoj GSKHA*. 2020; 3(35): 68-71. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4152805>.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest. There was no funding for the work.

**Authors:**

Suleymanov Salavat Razyapovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: [dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Suleymanov Ruzal Razyapovich – postgraduate student, e-mail: [ruzal.suleymanov@mail.ru](mailto:ruzal.suleymanov@mail.ru)

Motovalov Ilnur Flurovich – postgraduate student, e-mail: [ilnur1998motavalov@mail.ru](mailto:ilnur1998motavalov@mail.ru)

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ СЕРНОГО БЕНТОНИТА НА РОСТ И  
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА****С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, Р. Р. Сулейманов, И. Д. Тахавиев**

**Реферат.** Исследования проводили с целью изучения эффективности применения различных новых серосодержащих удобрений на посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан. Полевые опыты проводились в 2023 году на базе ООО «Агробiotехнопарк» (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. По результатам исследований было установлено, что внесение 150 кг/га серного бентонита по изучаемым гибридам обеспечивает мощностроста семядольных листочков на 26,3 и 29,4% соответственно по сравнению с контрольным вариантом опыта. При внесении серного бентонита в дозе 150 кг/га высота растений у изучаемых гибридов Антемис и Террамис увеличивается по сравнению с контрольным вариантом на 4 и 7 см (+3 и 5,6%) а также увеличивается сохранность растений на 1,4 и 0,7% соответственно. Но максимальные показатели по высоте и сохранности растений были получены на варианте внесения сульфата аммония 100 кг/га, что объясняется большей потребностью подсолнечника азота чем сере. Масса продуктивных семян с одной корзинки в зависимости от изучаемых гибридов и вносимых удобрений варьировала от 69 г на контроле до 98 г на последнем варианте опыта, что на 43% выше по сравнению с вариантом без внесения серного бентонита.

**Ключевые слова:** подсолнечник, сульфат аммония, серный бентонит, биологическая урожайность, полевая всхожесть, высота и сохранность растений.

**Для цитирования:** Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов Р.Р., Тахавиев И.Д. Влияние серного бентонита на рост и продуктивность подсолнечника // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 51-56

**Введение.** При производстве подсолнечника одним из наиболее важных вопросов является оптимизация минерального питания. В условиях Республики Татарстан, одним из важнейших лимитирующих урожайность факторов является дефицит элементов питания, в том числе и серы, в почве [1, 2, 3].

Именно поэтому разработка приемов, позволяющих обеспечить потребности растений в макро- и микроэлементах, имеет важное научное и производственное значение. При этом, значительную роль в решении данной задачи могут сыграть и природные минералы [4, 5, 6].

Применение удобрений, содержащих серу и природные материалы позволяет значительно расширить возможности регулирования продукционных процессов в посевах подсолнечника и обеспечить получение стабильных урожаев с хорошими качественными характеристиками. При внесении в почву серосодержащих удобрений растет не только урожайность, но и улучшаются качественные характеристики продукции [7, 8, 9].

Сера улучшает использование растениями азота и фосфора, участвует в образовании хлорофилла, в азотном и углеводном обмене веществ, в процессах дыхания и синтезе жиров, повышает устойчивость к засухе и болезням. Она усиливает рост и развитие растений, стимулирует образование клубеньковых бактерий на корнях у бобовых культур. Дефицит же серы на 40 процентов снижает не только фотосинтез, но и урожайность [10].

Цель исследований – повышение продуктивности подсолнечника на основе разработки технологии применения серного бентонита

в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (250 мг/кг) и обменного калия повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Содержание серы в почвах опытного участка низкое (6 мг/кг почвы). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной ( $pH_{\text{сол.}}$  6,6).

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2023 году отличались от среднелетних данных. Температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднелетних данных.

В мае выпало 46,79 мм осадков, что выше среднелетних на 23%, но в июне выпало всего лишь 6 мм, что составляет 10% от нормы, а в июле и августе лишь 53 и 37% соответственно от нормы (табл. 1).

Агроклиматические параметры вегетационного периода 2023 года отличались периодически засушливыми явлениями, что отразилось на формировании урожая.

Схема опыта:

1. Контроль (N24 P24 K24);
2. NPK + Сульфат аммония, 100 кг/га под предпосевную культивацию (контроль для серных удобрений);
3. NPK + Серный бентонит, 50 кг/га под предпосевную культивацию;
4. NPK + Серный бентонит, 100 кг/га под предпосевную культивацию;
5. NPK + Серный бентонит, 150 кг/га под предпосевную культивацию.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Метеоданные за вегетационный период 2023 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	11,63			33,27		
	15,79			0		
	20,65			13,52		
	+16,02	+14,0	+2,02	46,79	38	123,1
Июнь	16,05			5,22		
	15,55			0,29		
	17,23			0,57		
	+16,28	+18,3	-2,02	6,08	57	10,7
Июль	23,88			0,29		
	18,91			8,12		
	21,65			24,66		
	+21,48	+20,5	+0,98	33,07	62	53,3
Август	23,35			0		
	22,72			8,4		
	14,37			12,04		
	+20,15	+18,0	+2,15	20,44	55	37,2
Сентябрь	15,40			0,84		
	13,82			0		
	15,58			0		
	+14,93	+12,3	+2,63	0,84	50	1,68
За вегетацию	17,77	16,62	+1,15	107,22	262	40,9

Объектом исследований были гибриды подсолнечника Антемис и Террасми.

Серный бентонит вносили после предпосевной культивации сеялкой на глубину 8-10 см. Удобрение бентонит содержит 90% элементарной серы.

Площадь опытных делянок – 50 м<sup>2</sup>, учетных площадь – 25 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов в опыте – трехкратная.

**Результаты и обсуждение.** Минеральные

удобрения и серосодержащий бентонит существенного влияния на посевную всхожесть не оказали, поскольку между пятью вариантами опыта она была математически не доказуемой.

Тем не менее, мощность роста всходов существенно отличалась в пользу внесения серосодержащих удобрений (сульфат аммония 100 кг/га и серный бентонит 150 кг/га) (табл. 2 и 3).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и серного бентонита на полевую всхожесть подсолнечника и мощность роста всходов (гибрид Антемис)

Вариант	Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Мощность роста всходов, г/растение
Контроль (Фон NPK)	4,60	83,6	0,19
Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га	4,66	84,7	0,25
Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га	4,63	84,1	0,21
Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га	4,70	85,4	0,23
Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га	4,72	85,8	0,24
НСР <sub>05</sub>	0,08		

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений и серного бентонита на полевую всхожесть подсолнечника и мощность роста всходов (гибрид Террамис)

Вариант	Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Мощность роста всходов, г/растение
Контроль (Фон NPK)	4,58	83,2	0,17
Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га	4,61	83,8	0,23
Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га	4,64	84,3	0,20
Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га	4,69	85,2	0,22
Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га	4,70	85,4	0,22
НСР <sub>05</sub>	0,09		

Так, на контрольном варианте опыта с внесением азофоски (150 кг/га) из 55 тыс. шт./га высеянных всхожих семян полноценные всхо-

ды дали 46 и 45 тыс. шт. (полевая всхожесть 83,6 и 83,2 % соответственно по гибридам). На последнем варианте опыта с дополнительным

внесением серного бентонита с нормой расхода 150 кг/га по изучаемым гибридам количество всходов увеличивается до 47 тыс. шт./га. Полевая всхожесть была увеличена на 2,2% по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Наиважнейшим показателем формирования высокопродуктивных подсолнечниковых агроценозов является мощность роста семядольных листочков, поскольку переход растений на автотрофное питание зависит именно от этого показателя [11, 12].

Результаты анализа определения сухой массы семядольных листочков показывают существующую зависимость между двумя факторами роста и развития растений: чем выше полевая всхожесть, тем быстрее ускоряются фазы их развития. Например, внесение 150 кг/га серного бентонита по изучаемым гибридам обеспечивает мощность роста семядольных листочков на 26,3 и 29,4% соответственно по сравнению с контрольным вариантом опыта. При этом, четко прослеживается такая закономерность как: чем выше норма внесения серного бентонита, тем быстрее

происходит переход растений на автотрофное питание, которое является основным условием формирования высокопродуктивных агроценозов изучаемой культуры.

Но в тоже время стоит отметить, что вариант с внесением азотосодержащего удобрения (сульфат аммония 100 кг/га) по мощности роста незначительно превосходил варианты с внесением серного бентонита.

Подсолнечниковое растительное сообщество, называемое агроценозом, обладает очень высокой способностью саморегулирования, так как к концу вегетационного периода к уборке урожая разница по плотности стеблестоя нивелируется на уровне 43-44 тыс. шт./га. Другими словами, из 45-47 тыс. шт./га полученных всходов до уборки доходит 43-44 тыс. шт./га.

Столь значительный выпад растений подсолнечника объясняется не только снижением полевой всхожести из-за низкой влагообеспеченности, но и уничтожением части растений в процессе ухода за посевами [13, 14, 15] (боронование и междурядная обработка) (табл. 4 и 5).

Таблица 4 – Высота и сохранность растений к уборке (гибрид Антемис)

Вариант	Плотность стеблестоя перед уборкой, тыс. шт./га	Сохранность растений, % к всходам	Высота растений, см
Контроль (Фон NPK)	42,10	91,5	135
Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га	43,40	93,1	141
Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га	42,90	92,6	138
Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га	43,60	92,7	138
Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га	43,87	92,9	139
НСР <sub>05</sub>	0,98		2,7

Таблица 5 – Высота и сохранность растений к уборке (гибрид Террамис)

Вариант	Плотность стеблестоя перед уборкой, тыс. шт./га	Сохранность растений, % к всходам	Высота растений, см
Контроль (Фон NPK)	42,40	92,5	125
Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га	43,60	94,5	135
Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га	43,50	93,7	128
Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га	43,90	93,6	130
Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га	43,85	93,2	132
НСР <sub>05</sub>	0,96		2,4

Как видно из таблиц 4 и 5 серосодержащие удобрения - сульфат аммония и серный бентонит оказали положительное влияние на сохранность растений и на развитие вегетативной массы подсолнечника (высота растений).

Так, при внесении серного бентонита в дозе 150 кг/га высота растений у изучаемых гибридов Антемис и Террамис увеличивается по сравнению с контрольным вариантом на 4 и 7 см (+3 и 5,6%) а также увеличивается сохранность растений на 1,4 и 0,7% соответственно. Но максимальные показатели по высоте и сохранности растений были получены на варианте внесения сульфата аммония 100 кг/га, что объясняется большей потребностью подсолнечника азота чем сере.

Изучение структуры урожая подсолнечника имеет огромное практическое значение,

поскольку продуктивность этой культуры зависит от параметров корзинки (общего ее диаметра, продуктивной ее площади), количества и массы продуктивных семян в каждой корзинке и массы 1000 семян (табл. 6 и 7).

Среди всех анализируемых элементов структуры урожая подсолнечника, наиболее важным, является масса продуктивных семян с одной корзинки, диапазон колебания которых по гибридам и вносимым удобрениям составляет от 69 г на контроле до 98 г на последнем варианте опыта, что на 43% выше по сравнению с вариантом без внесения серного бентонита.

Столь высокая разница в продуктивности корзинок является лучшим доказательством практической значимости применения серного бентонита.

Таблица 6 - Влияние различных доз серного бентонита на структуру урожая гибридного подсолнечника Антемис

Вариант	Диаметр корзинок, см	Масса семян, г/корзинка	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га	Влажность семян, %
Контроль (Фон НРК)	19,9	69	64,3	2,90	13,5
Фон НРК+ Сульфат аммония, 100 кг/га	20,4	89	68,7	3,86	14,6
Фон НРК+ Серный бентонит, 50 кг/га	20	80	64,1	3,43	13,8
Фон НРК+ Серный бентонит, 100 кг/га	21,3	92	67,3	4,01	14,8
Фон НРК+ Серный бентонит, 150 кг/га	21,4	98	71,5	4,30	15,7
НСР <sub>05</sub>	0,23	3,21	1,18	0,25	

Таблица 7 - Влияние различных доз серного бентонита на структуру урожая гибридного подсолнечника Террамис

Вариант	Диаметр корзинок, см	Масса семян, г/корзинка	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га	Влажность семян, %
Контроль (Фон НРК)	19,4	64	63,5	2,71	12,8
Фон НРК+ Сульфат аммония, 100 кг/га	20	87	67,6	3,79	14,0
Фон НРК+ Серный бентонит, 50 кг/га	19,7	74	64,5	3,22	13,5
Фон НРК+ Серный бентонит, 100 кг/га	19,9	88	69,8	3,86	14,5
Фон НРК+ Серный бентонит, 150 кг/га	21,0	92	65,9	4,03	15,0
НСР <sub>05</sub>	0,22	2,65	1,14	0,22	

Как видно из таблицы 6 и 7, по мере увеличения дозы внесения серного бентонита от 50 до 150 кг/га наблюдается тенденция увеличения диаметра корзинок и массы семян с одной корзинки.

Но в то же время стоит отметить, что у гибрида Террамис, в связи с его биологическими особенностями, по мере увеличения этих параметров наблюдается тенденция снижения массы 1000 семян.

**Выводы.** По результатам исследований

было установлено, что подсолнечник обладает высокой реакцией на внесение серосодержащих удобрений. Так как по мере повышения норм внесения серного бентонита от 50 до 150 кг/га биологическая урожайность масличного сырья у гибрида Антемис увеличивается от 3,43 до 4,3 т/га, а у гибрида Террамис от 3,22 до 4,03 т/га. Более отзывчивым на внесение серосодержащих удобрений в полевых опытах оказался гибрид подсолнечника Антемис.

#### Литература

- Сулейманов С. Р., Низамов Р. М. Хозяйственный вынос, коэффициенты использования элементов питания подсолнечником в зависимости от применения биопрепаратов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 151–155. <https://doi.org/10.12737/12558>.
- Актуальность разработки экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. М. Сабирзянов, С. В. Сочнева, Н. А. Логинов и др. // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 26–29.
- Горянин О. И., Джангабаев Б. Ж., Щербинина Е. В. Технологии возделывания подсолнечника в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 2. С. 55–60. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_2\\_55](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_55).
- Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин и др. Казань: Казанский ГАУ, 2020. 128 с.
- Прогнозирование влияния физических факторов на жизнеспособность микроорганизмов биопрепаратов для защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Р. И. Сафин и др. // Техника и оборудование для села. 2020. № 4(274). С. 29–33. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32>.
- Перспективы расширения посевных площадей подсолнечника в Зауралье / Н. В. Степных, Е. В. Нестерова, А. М. Заргарян и др. // Земледелие. 2021. № 6. С. 27–33. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-27-33>.
- Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. №4(60). С. 5–9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.
- Подварко А. Т., Есипенко Л. П., Кустадинчев А. Д. Эффективность биорациональных средств защиты посевов подсолнечника от болезней в условиях Краснодарского края // Земледелие. 2021. № 6. С. 41–44. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-41-44>.
- Протравливание семян биологически активными композициями как основной элемент защиты подсолнечника от болезней и почвообитающих вредителей / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, С. А. Семеренко и др. // Защита и карантин растений. 2020. №2. С. 18–23. [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2020\\_2\\_18](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2020_2_18).
- Кузыченко Ю. А., Гаджиумаров Р. Г., Джандаров А. Н. Модернизация элементов технологии strip-till

под подсолнечник в зоне Центрального Предкавказья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. №1(61). С. 34–38. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-34-38>.

11. Миннуллин Г. С. Макро- и микроэлементное питание масличных культур. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. 378 с.

12. Низамов Р. М., Сулейманов С. Р., Сафиоллин Ф. Н. Подсолнечник в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Казань: Казанский ГАУ, 2019. 242 с.

13. Низамов Р. М., Сулейманов С. Р., Сафиоллин Ф. Н. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. №1(48). С. 38–40. [https://doi.org/10.12737/article\\_5afbffd02a32e1.51364510](https://doi.org/10.12737/article_5afbffd02a32e1.51364510).

14. Prospects of agricultural business in the Republic of Tatarstan / F. N. Mukhametgaliev, L. F. Sitdikova, L. V. Mikhailova, N. M. Asadullin // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00083. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700083>.

15. Перспективы развития регионального производства маслосемян подсолнечника / Н. Р. Александрова, А. К. Субаева, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 113-119. [https://doi.org/10.12737/article\\_5ccedf732f21b7.08814536](https://doi.org/10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536).

16. Пигорев И. Я., Кудинов В. А., Бирюков Г. А. Влияние макро и микроудобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 8. С. 80–89.

17. Гилязов М. Ю., Лукманов А. А., Муратов М. Р. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. 220 с.

18. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А. В. Ващенко, Р. А. Каменев, А. П. Солодовников и др. // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 4–8 <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i1pp4-8>.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

#### Сведения об авторах:

Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: [dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Сулейманов Рузаль Разяпович – аспирант, e-mail: [ruzal.suleymanov@mail.ru](mailto:ruzal.suleymanov@mail.ru)

Тахавиев Ильшат Даниярович – аспирант, e-mail: [ilshat6006@mail.ru](mailto:ilshat6006@mail.ru)

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

#### THE INFLUENCE OF SULFUR BENTONITE ON THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER

S. R. Suleymanov, F. N. Safiollin, R. R. Suleymanov, I. D. Takhaviev

**Abstract.** The research was carried out in order to study the effectiveness of the use of various new sulfur-containing fertilizers on sunflower crops in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. Field experiments were conducted in 2023 on the basis of Agrobiotechnopark LLC (Narmonka village, Laishevsky Municipal District of the Republic of Tatarstan), laboratory analyses were carried out at the Center for Agroecological Research of the Kazan State Agrarian University. According to the research results, it was found that the introduction of 150 kg/ha of sulfur bentonite in the studied hybrids provides the growth capacity of cotyledonous leaflets by 26.3 and 29.4%, respectively, compared with the control version of the experiment. When sulfur bentonite is applied at a dose of 150 kg/ha, the plant height of the studied Anthemis and Terramis hybrids increases by 4 and 7 cm (+3 and 5.6%) compared with the control variant, and plant safety increases by 1.4 and 0.7%, respectively. But the maximum values in terms of height and plant safety were obtained using the ammonium sulfate application option of 100 kg / ha, which is explained by the greater need for sunflower nitrogen than sulfur. The mass of productive seeds from one basket, depending on the hybrids studied and the fertilizers applied, ranged from 69 g in the control to 98 g in the last version of the experiment, which is 43% higher compared with the option without adding sulfur bentonite.

**Keywords:** sunflower, ammonium sulfate, sulfur bentonite, biological yield, field germination, height and safety of plants.

**For citation:** Suleymanov S.R., Safiollin F.N., Suleymanov R.R., Takhaviev I.D. The influence of sulfur bentonite on the growth and productivity of sunflower. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 1 (9): 51-56

#### References

1. Suleymanov S. R., Nizamov R. M. [Economic removal, coefficients of use of nutrients by sunflower depending on the use of biological preparations]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 10. 2(36): 151-155 <http://doi.org/10.12737/12558>.

2. Sabirzyanov A. M., Sochneva S. V., Loginov N. A. [The relevance of the development of environmentally friendly technologies for the agricultural crops cultivation]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2017; 2(50): 26-29. EDN YNUGBP.

3. Goryanin O. I., Dzhangabaev B. Zh., Shcherbinina E. V. [Technologies of sunflower cultivation in arid conditions of the Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; 36. 2: 55-60. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_2\\_55](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_55).

4. Karimova L. Z., Kolesar V. A., Safin R. I. *Biologicheskaya zashchita rastenii ot stressov*. [Biological protection of plants from stress]. Kazan: Kazanskii GAU. 2020: 128.

5. Sabirov R. F., Valiev A. R., Safin R. I. [Forecasting the influence of physical factors on the viability of microorganisms of biological products for plant protection]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2020; 4(274): 29-33. <http://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32>.

6. Stepnykh N. V., Nesterova E. V., Zargaryan A. M. [Prospects for expansion of sunflower acreage in the Trans-Urals]. *Zemledelie*. 2021; 6: 27-33. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-27-33>.

7. Agieva G. N., Nizhegorodtseva L. S., Diabankana R. Zh. K. [Techniques for increasing the efficiency of biological preparations in crop production]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 15. 4(60): 5-9.



<http://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.

8. Podvarko A. T., Esipenko L. P., Kustadinchev A. D. [The effectiveness of biorational means of protecting sunflower crops from diseases in the conditions of the Krasnodar Territory]. *Zemledelie*. 2021; 6: 41-44 p. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-41-44>.

9. Lukomets V. M., Piven V. T., Semerenko S. A. [Seed dressing with biologically active compositions as the main element of sunflower protection against diseases and soil pests]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2020; 2: 18-23. [http://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2020\\_2\\_18](http://doi.org/10.47528/1026-8634_2020_2_18).

10. Kuzychenko Yu. A., Gadzhumarov R. G., Dzhandarov A. N. [Modernization of elements of strip-till technology for sunflower in the zone of the Central Ciscaucasia]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2021; 16. 1(61): 34-38. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-34-38>.

11. Minnullin G. S. Makro- i mikroelementnoe pitanie maslichnykh kul'tur. [Macro and micronutrient nutrition of oilseeds]. Kazan': Izd-vo Kazanskogo gos.un-ta. 2008: 378.

12. Nizamov R. M., Suleymanov S. R., Safiollin F. N. *Podsolnechnik v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya*. [Sunflower in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. Kazan': Kazanskii GAU. 2019: 24.

13. Nizamov R. M., Suleymanov S. R., Safiollin F. N. [Modern biological products and growth stimulants in sunflower cultivation technology for oilseeds]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 13. 1(48): 38-40. [http://doi.org/10.12737/article\\_5afbfid02a32e1.51364510](http://doi.org/10.12737/article_5afbfid02a32e1.51364510).

14. Mukhametgaliev F. N., Sitdikova L. F., Mikhailova L. V. [Prospects of agricultural business in the Republic of Tatarstan]. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources": International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources", Kazan: EDP Sciences. 2021: 00083. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700083>.

15. Alexandrova N. R., Subaeva A. K., Valiev A. R. [Prospects for the development of regional production of sunflower oil seeds]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. 1(52): 113-119. [http://doi.org/10.12737/article\\_5ccedf732f21b7.08814536](http://doi.org/10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536).

16. Pigorev I. Ya., Kudinov V. A., Biryukov G. A. [Influence of macro and microfertilizers on the phytosanitary state of winter wheat crops]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii*. 2021; 8: 80-89.

17. Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A., Muratov M. R. *Dlitel'noe primenenie udobreniy i produktivnost' pashni*. [Longterm use of fertilizers and arable land productivity]. Kazan': Izd-vo Kazanskogo universiteta. 2016; 220.

18. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P. The use of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2020; 1: 4-8. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i1pp4-8>.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. There was no funding for the work.

#### Authors:

Suleymanov Salavat Razyapovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: [dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Suleymanov Ruzal Razyapovich – postgraduate student, e-mail: [ruzal.suleymanov@mail.ru](mailto:ruzal.suleymanov@mail.ru)

Ilshat Daniyarovich Takhaviev – postgraduate student, e-mail: [ilshat6006@mail.ru](mailto:ilshat6006@mail.ru)

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У КОРОВ  
ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ ТАТАРСТАНСКОГО ТИПА**

**М. Ламара, Т. М. Ахметов, Р. Р. Шайдуллин, С. В. Тюлькин, Д. В. Зарубежнова**

**Реферат.** Целью исследований являлось изучение аллельного полиморфизма генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI* и *LEP*) у коров холмогорской породы татарстанского типа. Объектом исследования было 79 первотёлок, содержащиеся в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан. В результате молекулярно-генетических исследований (ПЦР-ПДРФ и АС-ПЦР) поголовье животных распределили по группам с учётом их генотипа по локусам генов рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI*), диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (*DGATI*) и лептина (*LEP*). Животные с разными генотипами изучаемых генов дополнительно разбили по группам с учётом их линейной принадлежности. Выборка первотёлок состояла из особей, принадлежащих к двум ведущим генеалогическим линиям голштинской породы, а именно: Вис Айдиал 933122 и Рефлекшн Соверинг 198998. В целом исследования показали, что в стаде первотёлок татарстанского типа преобладали аллель *C* (0,73) и генотип *CC* 49,4% гена *OLRI*; аллель *A* (0,77) и генотип *AA* 57,0% гена *DGATI*; аллель *C* (0,59) и генотип *CT* 57,0% гена *LEP*. В изучаемом поголовье генетическое равновесие не смещено ни по одному исследуемому гену. У коров частота по встречаемости аллелей генов *OLRI*, *DGATI* и *LEP* в зависимости от линейной принадлежности (В. Айдиал и Р. Соверинг) примерно одинаковая. Получены схожие данные, что с учётом принадлежности к голштинской породе наибольшая встречаемость аллелей у первотёлок: *C* (0,68-0,81) по гену *OLRI*, *A* (0,74-0,83) по гену *DGATI* и *C* (0,57-0,60) по гену *LEP*, соответственно.

**Ключевые слова:** корова, ПЦР, ДНК, полиморфизм, генотип, ген *OLRI*, *DGATI*, *LEP*.

**Для цитирования:** Ламара М., Ахметов Т.М., Шайдуллин Р.Р., Тюлькин С.В., Зарубежнова Д.В. Полиморфизм генов липидного обмена у коров татарстанского типа // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 57-62

**Введение.** Успех селекции в значительной степени зависит от точности определения племенной ценности животных. В связи с этим ценность методов, помогающих выявить лучших животных и предсказать их племенные качества в раннем возрасте возрастает. Достижения современной молекулярной генетики позволяют определить гены, которые контролируют экономические признаки. В дополнение к традиционному отбору животных, выявление вариантов генов позволит проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК [1].

Ген *OLRI* обнаруженный в 30-UTR связан с составом молока в различных популяциях молочного скота. В молочном скотоводстве коровы с генотипом *CC* имели более высокие показатели по молочному жиру, массовой доле жира в молоке, чем у аналогов генотипа *AA* [2, 3]. Ген *OLRI* также влияет на количество отложений жира в туше и «мраморность» говядины [4].

При исследовании генотипов гена *OLRI* при одной базовой мутации у крупного рогатого скота в Иране было обнаружено, что частота встречаемости генотипов были почти одинаковыми для генотипов *AA*, *AC* и *CC*, а именно 0,22, 0,50 и 0,28 соответственно; в то время как частота встречаемости аллелей *A* и *C* были 0,47 и 0,53 соответственно, средние значения продуктивности животных с генотипами *OLRI* составили 8273 кг (*CC*), 8344 кг (*AC*) и 7178 кг (*AA*) по удою; 276,3 кг (*CC*), 277,6 кг (*AC*) и 239,7 кг (*AA*) по выходу молочного жира и белка, 286,7 кг (*CC*), 290,5 кг (*AC*) и 253 кг (*AA*), (*AC*) и 253 кг (*AA*) ( $P < 0,05$ ) [5]. Почти аналогичная частота для

аллелей *A* и *C* были также зарегистрирована у крупного рогатого скота в США, а именно 0,46 и 0,54 [6], и у крупного рогатого скота в Польше, а именно 0,43 и 0,57 [7]. В другом исследовании на том же базовом маркере g.8232CNA в не трансляционной области 3' UTR гена *OLRI* у красно-белой породы польского скота определена частота генотипов с наибольшей последовательностью для *CC* (0,53), *AC* (0,34) и *AA* (0,13) [8]. Коровы с генотипом *CC* имели самый высокий процент жира в молоке, в тоже время с генотипом *AA* – самый низкий, а генотип *AC* – промежуточный ( $P < 0,05$ ) [9].

Полиморфизм *DGATI A232K* как было показано ранее, оказывает значительное влияние на показатели молочной продуктивности (выход молока, содержание белка и жира, жирнокислотный состав). При изучении частот встречаемости аллелей была выявлена значительная степень разнообразия в зависимости от рассматриваемой популяции, что вызвано разными целями разведения, относительно состава молока у разных пород и в разных странах. Достоверное снижение содержания белка в молоке и удою, увеличение содержания жира в молоке было связано с заменой на лизин (К-аллель). Вариант с заменой на аланин (А-аллель) был связан с увеличением содержания белка в молоке и удою, но снижением количества жира в молоке [10].

Генотипирование *K232A* в гене *DGATI* выявило чёткое географическое распределение частот генотипов. Частоты аллелей *K* и *A* составляют 0,1667 и 0,8333, соответственно, что указывает на то, что частота аллеля *A* у голштинского скота значительно выше, чем

у китайского скота. Также существует значительная корреляция между полиморфизмом генотипов *KK*, *KA* и *AA* гена *DGATI* с массовой долей жира в молоке. Аллель *A* в основном фиксируется у северного китайского скота (*Bos taurus*), в то время как аллель *K* доминирует у южно-китайского скота (*Bos indicus*), предопределяя то, что северная группа крупного рогатого скота имеет более низкое содержание молочного жира, чем у южной группы крупного рогатого скота [11].

При изучении аллельного полиморфизма гена *DGATI* у местного иракского скота выявлено, что частоты генотипов *KK*, *KA* и *AA* составили 0,40, 0,30 и 0,30, соответственно. Частота аллелей *K* и *A* составила 0,60 и 0,40, соответственно. Генотип *KK* был значительно ( $P < 0,05$ ) связан с более высоким показателем количества молочного жира. Таким образом, ген *DGATI* может служить генетическим маркером для селекции на показатель жира в молоке у коров [12].

Исследования показали, что ген *DGATI* влияет на удой и состав молока у итальянских голштинов [13], белых пород крупного рогатого скота фулани и боргу [14], симментальской и бурой швейцарской пород крупного рогатого скота в Хорватии [15].

В экзоне 8 полиморфизм обнаружено не было. Таким образом, позиция *K232A* была признана консервативной и скрепленным регионом для высокого содержания молочного жира (аллель *K*) у *Bos indicus* и всех пород буйволов [16].

При изучении генетических изменений в гене лептина у пород крупного рогатого скота (восточно-анатолийская красная и анатолийская черная), частоты аллелей *T* и *C* составили 0,54 и 0,46 для восточно-анатолийского красного скота, 0,48 и 0,52 для анатолийского черного, соответственно. Результаты статистического анализа показали, что встречаемость генотипа *TT* у анатолийской черной породы был выше, чем других генотипов *CC* и *CT* ( $P < 0,05$ ). Эти результаты показывают, что генотип лептина *TT* связан с увеличением окружности грудной клетки. Эти сведения могут представлять экономический интерес [17].

При изучении полиморфизма гена лептина полиморфизма экзона 3 (локус *A59V*) и интрона 2 (локус *SAU3AI*) в находящейся под угрозой исчезновения популяции автохтонного скота был обнаружен один генотип *A59V* (*CC*), и два *SAU3AI* генотипа, *AA* и *AB*, с частотой 78,26% и 21,74%, соответственно [18].

Среди коров голштинской породы Республики Татарстан частота встречаемости аллелей *C* и *T* у изучаемого гена составила: 0,570 и 0,430 соответственно. Наблюдаемое распределение генотипов было следующим: *TT* – 18,4%; *TC* – 49,1%; *CC* – 32,5%, что говорит о полиморфной популяции. Полученные данные указывают на разнообразие генетической структуры голштинской популяции крупного

рогатого скота Республики Татарстан. Изучая ассоциации гена лептина с динамикой молочной продуктивности за три лактации коров голштинской породы выявлено, что наилучшие показатели по всем трем лактациям были выявлены в группе животных с генотипом *TT* гена *LEP* [19].

После проведения ДНК-исследования скота японского черного скота определены частоты аллелей гена *LEP C* и *T* в соотношении 0,71 и 0,29, соответственно [20].

По данным исследований на голштинском скоте Татарстана распределение частот аллелей *C* (*A*) и *T* (*B*) гена *LEP* было следующим: *C* – 0,41-0,62 и *T* – 0,38-0,59 [21, 22].

В связи с вышесказанным нами поставлена цель – изучить аллельный полиморфизм генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI* и *LEP*) у коров холмогорской породы татарстанского типа.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан.

Предметом исследования были пробы цельной крови, отобранные для исследования от 79 коров холмогорской породы татарстанского типа.

В исследовании поголовье первотелок было представлено только двумя ведущими генеалогическими линиями голштинской породы, а именно: Вис Айдиала 933122 и Рефлекшн Соверинга 198998.

ДНК из исследуемых проб крови выделяли при помощи коммерческого набора «Рибо-преп» (производитель ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия), согласно утверждённой производителем инструкции к набору.

Генотипирование коров по генам *OLRI*, *DGATI* и *LEP* выполнили методом ПЦР-ПДРФ и АС-ПЦР с использованием ДНК-амплификатор DNA Engine PTC (США). Для амплификации специфичного фрагмента гена *OLRI* длиной 143 bp применяли праймеры *OLR1-F*: 5/-TCCСТААСТТГТТССААГТССТ-3/ и *OLR1-R*: 5/-СТСТАСААТГССТАГААГААААГС-3/. При проведении ПДРФ-анализа *OLRI*-гена 20 мкл ПЦР пробы обрабатывали 20 ед. эндонуклеазы рестрикции *PstI* в 1×буфере «О» фирмы СибЭнзим (Россия) при 37 °С в течение ночи.

Для амплификации специфичного фрагмента гена *DGATI* длиной 100 bp применяли праймеры *DGAT1-1*: 5/-ccgcttgctcgtagcttccgaaggta acgc-3/, *DGAT1-2*: 5/-ccgcttgctcgtagcttggcaggtataca-3/, *DGAT1-3*: 5/-AGGATCCSTACCCGGTAGGTCAGG-3/ [23]. Для проведения ПДРФ-анализа *DGATI*-гена 20 мкл ПЦР пробы обрабатывали 20 ед. эндонуклеазы рестрикции *TaqI* в 1×буфере «Y» фирмы СибЭнзим (Россия) при 65 °С в течение ночи.

Для амплификации аллель-специфичных фрагментов гена *LEP* длиной 239 bp, 164 bp и/

или 131 bp применяли праймеры LEP-F1: 5'-GACGATGTGCCACGTGTGGTTTCTTCTGT-3', LEP-R1: 5'-CGGTTCTACCTCGTCTCCAGTCCCTCC-3', LEP-F2: 5'-TGTCTTACGTGGAGGCTGTGCCC AGCT-3', LEP-R2: 5'-AGGGTTTTGGTGCATCCTGGACSTTTCG-3' [24].

Анализ результатов цельных фрагментов, ПЦР-ПДРФ- и АС-продуктов выполняли с использованием комплекта реагентов для проведения гель-электрофореза, производства ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора. Фиксирование результатов выполняли гель-документирующей системой GelDoc X+ (Bio-Rad). По результатам генотипирования крупного рогатого скота рассчитали частоту встречаемости аллелей и генотипов по генам

*OLR1*, *DGAT1* и *LEP*. Частоту встречаемости аллелей и генотипов, наблюдаемую и ожидаемую частоты генотипов, хи-квадрат в популяции рассчитывали по общепринятым формулам, используемым в ветеринарной генетике с основами вариационной статистики.

**Результаты и обсуждение.** Изучение генетической структуры отдельной популяции сельскохозяйственных животных позволяет сохранить ценный генофонд и выбрать наиболее эффективные методы селекции.

Установлено, что в изучаемом стаде скота 49,4% животных несли генотип *OLR1* гена *CC*, тогда как генотипы *OLR1 AC* и *OLR1 AA* составили 46,8% и 3,8%, соответственно. Частота аллелей *OLR1 A* и *OLR1 C* по стаду составила 0,27 и 0,73, соответственно (табл. 1).

Таблица 1 - Полиморфизм гена рецептора липопротеина низкой плотности (*OLR1*) у коров

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		<i>AA</i>		<i>AC</i>		<i>CC</i>		<i>A</i>	<i>C</i>	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	79	3	3,8	37	46,8	39	49,4	0,27	0,73	2,88
<i>E</i>		6	7,6	31	39,2	42	51,2			

Примечание: *O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель

Также исследования по гену *OLR1* показали, что чаще встречаются коровы с генотипами *OLR1 CC* линии Р. Соверинга (63,0%) и *OLR1 AC* линии Айдиала (51,9%). Частота встречаемости аллелей *OLR1 A* и *OLR1 C* в стаде по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг) была в пределах 0,19-0,32 и 0,68-0,81, соответственно.

У первотёлок с разными генотипами

по гену *DGAT1* наиболее часто встречаются коровы с гомозиготным генотипом *DGAT1 AA* (57,0%).

Животных с генотипом *DGAT1 AK* – 40,5%, наименьшее количество выявлено с генотипом *DGAT1 KK* (2,5%). Наибольшей встречаемостью обладал аллель *DGAT1 A* (0,77), который преобладал над аллелем *DGAT1 K* (0,23) (табл. 2).

Таблица 2 - Полиморфизм гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (*DGAT1*) у коров

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		<i>AA</i>		<i>AK</i>		<i>KK</i>		<i>A</i>	<i>K</i>	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	79	45	57,0	32	40,5	2	2,5	0,77	0,23	1,66
<i>E</i>		47	59,5	28	35,4	4	5,1			

Примечание: *O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель

По результатам исследований первотёлок с разными генотипами гена *DGAT1* установлено преобладание генотипа *DGAT1 AA*, частота встречаемости составила 66,7% по линии Р. Соверинга и 51,9% по линии В. Айдиала. Частота аллеля А гена *DGAT1* (0,74-0,83) у животных с разными генеалогическими линиями по голштинской породе выше, чем аллеля К гена *DGAT1* (0,17-0,26).

Анализ полиморфизма гена *LEP* позволил выявить, что наибольшая встречаемость у коров по гетерозиготному генотипу *LEP CT* (57,0%). По гомозиготным генотипам *LEP CC* и *LEP TT* частота встречаемости ниже и

составила 30,4% и 12,6%, соответственно. Различия по частоте встречаемости аллелей *LEP C* и *LEP T* по стаду составили 0,59 и 0,41, соответственно (табл. 3).

По распределению частот генотипов у первотёлок в зависимости от линейной принадлежности к голштинской породе установлено схожее соотношение. Наибольшая встречаемость генотипов *LEP CT* линии В. Айдиала (57,7%) и линии Р. Соверинга (55,7%). Частота встречаемости аллелей *LEP C* и *LEP T* в популяции с разными линиями голштинской породы находилась в пределах 0,57-0,60 и 0,40-0,43, соответственно.

Таблица 3 - Полиморфизм гена лептина у коров (*LEP*)

Показатель	n	Частота генотипа						Частота аллеля		$\chi^2$
		CC		CT		TT		C	T	
		n	%	n	%	n	%			
<i>O</i>	79	24	30,4	45	57,0	10	12,6	0,59	0,41	2,55
<i>E</i>		28	35,4	38	48,1	13	16,5			

Примечание: *O* – фактически наблюдаемый показатель, *E* – теоретически ожидаемый показатель

Схожие результаты по полиморфизму генов липидного обмена (*OLR1*, *DGAT1* и *LEP*), в т.ч. в разрезе линейной принадлежности к голштинской породе получены в наших ранних исследованиях, проведённых на быках-производителях чёрно-пёстрой породы: по генам рецептора липопротеина низкой плотности [25], диацилглицеро-О-ацилтрансферазы и лептина [26].

**Выводы.** В стаде коров преобладали аллель *C* (0,73) и генотип *CC* 49,4% гена *OLR1*; аллель *A* (0,77) и генотип *AA* 57,0% гена *DGAT1*; аллель *C* (0,59) и генотип *CT* 57,0%

гена *LEP*. В изучаемой выборке генетическое равновесие не смещено ни по одному исследуемому гену.

У первотелок частота встречаемости аллелей генов *OLR1*, *DGAT1* и *LEP* в зависимости от линейной принадлежности (В. Айдиал и Р. Соверинг) примерно одинаковая. Получены схожие данные, что с учётом принадлежности к голштинской породе наибольшая встречаемость аллелей у первотёлок: *C* (0,68-0,81) по гену *OLR1*, *A* (0,74-0,83) по гену *DGAT1* и *C* (0,57-0,60) по гену *LEP*, соответственно.

#### Литература

1. Effect of *BsaA* I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle / T. Yadav, A. Magotra, Y. C. Bangar et al. // Animal Biotechnology. 2021. V. 34 (2). pp. 261-267. <http://doi.org/10.1080/10495398.2021.1955701>.
2. Additional support for an association between *OLR1* and milk fat traits in cattle / H. Khatib, G. Rosa, K. Weigel et al. // Animal Genetics. 2007. V. 38. pp. 308-310. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2007.01584.x>.
3. Short communication: A mutation in the 3' untranslated region diminishes microRNA binding and alters expression of the *OLR1* gene / X. Wang, T. Li, H. B. Zhao et al. // J. Dairy Sci. 2013. V. 96. pp. 6525-6528. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6873>.
4. Allele frequencies of gene polymorphisms related to economic traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle breeds / M. Kaneda, B. Z. Lin, S. Sasazaki et al. // Animal Science Journal. 2011. V. 82. pp. 717-721. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00910.x>.
5. Mashhadi M. H. A research on association between *SCD1* and *OLR1* genes and milk production traits in Iranian Holstein dairy cattle // Iranian J. of Applied Animal Sci. 2017. V. 7 (2). pp. 243-248.
6. Association of the *OLR1* gene with milk composition in Holstein dairy cattle / H. Khatib, S. D. Leonard, V. Schutkus et al. // J. Dairy Sci. 2006. V. 89. pp. 1753-1760. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72243-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72243-3).
7. Komisarek J., Dorynek Z. Effect of *ABCG2*, *PPARGC1A*, *OLR1* and *SCD1* gene polymorphism on estimated breeding values for functional and production traits in Polish Holstein-Friesian bulls // J. Appl. Genet. 2009. V. 50 (2). pp. 125-132. <http://doi.org/10.1007/BF03195663>.
8. Luczak I. K., Piątkowska E. C. Polymorphism in the *OLR1* gene and functional traits of dairy cattle // Veterinarski Arhiv. 2018. V. 88. № 2. pp. 171-177. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170228>.
9. Ghobavani M. S., Mahyar S. A., Edriss M. A. Association of a polymorphism in the 3' untranslated region of the *OLR1* gene with milk fat and protein in dairy cows // Archiv Tierzucht. 2013. V. 56. № 32. pp. 328-334. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-032>.
10. Effect of the *DGAT1* K232A genotype of dairy cows on the milk metabolome and proteome / J. Lu, S. Boeren, T. van Hooijdonk et al. // J. Dairy Science. 2015. V. 98 (5). pp. 3460-3469. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8872>.
11. *DGAT1* K232A polymorphism is associated with milk production traits in Chinese cattle / F. Li, C. Cai, K. Qu et al. // Animal Biotechnology. 2021. V. 32 <http://doi.org/10.1080/10495398.2020.1711769>.
12. Faraj S. H., Ayied A. Y., Seger D. K. *DGAT1* gene polymorphism and its relationships with cattle milk yield and chemical composition // Periódico Tchê Química. 2020. V. 17. № 35. pp. 174-180.
13. Short communication: Association analysis of diacylglycerol acyltransferase (*DGAT1*) mutation on chromosome 14 for milk yield and composition traits, somatic cell score, and coagulation properties in Holstein bulls / T. Bobbo, F. Tiezzi, M. Penasa et al. // Journal of Dairy Science. 2018. V. 101 (9). pp. 8087-8091. <http://doi.org/10.3168/jds.2018-14533>.
14. Effect of breed and Diacylglycerol acyltransferase 1 gene polymorphism on milk production traits in Beninese White Fulani and Borgou cows / I. Houaga, A. W. T. Muigai, M. Kyallo et al. // Global Journal of Animal Breeding and Genetics. 2017. V. 5 (5). pp. 403-412.
15. Effect of *DGAT1* gene variants on milk quantity and quality in Holstein, Simmental and Brown Swiss cattle breeds in Croatia / A. Dokso, A. Ivanković, E. Zečević, M. Brka // Mljekarstvo. 2015. V. 65 (4). pp. 238-242. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0403>.
16. Exploring novel single nucleotide polymorphisms and haplotypes of the diacylglycerol O-acyltransferase 1 (*DGAT1*) gene and their effects on protein structure in Iranian buffalo / M. Naserkheil, S. R. Miraie-Ashtiani, M. Sadeghi et al. // Genes & Genomics. 2019. V. 41. pp. 1265-1271. <https://doi.org/10.1007/s13258-019-00854-2>.

17. Breed characteristics associated with LEP gene polymorphisms in Holstein cattle / E. V. Machulskaya, N. V. Kovalyuk, L. G. Gorkovenko et al. // Russ. Agricult. Sci. 2017. V. 43. pp. 314-316. <https://doi.org/10.3103/S1068367417040097>.
18. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous busha cattle // M. Milan, P. Nevres, L. Miodrag et al. // Acta Veterinaria-Beograd. 2019. V. 69 (2). pp. 153-163. <https://doi.org/10.2478/acve-2019-0012>.
19. Genetic parameters of milk productivity for three lactations of Holstein cattle with different genotypes of LEP gene / T. M. Akhmetov, N. Yu. Safina, A. M. Alimov, M. I. Varlamova // BIO Web of Conferences. 2020. V. 27. 00061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700061>.
20. Aierqing S., Nakagawa A., Bungo T. Association between temperament and polymorphisms of CRH and leptin in Japanese Black Cattle // Journal of advanced veterinary and animal research. 2020. V. 7. № 1. pp. 1-5. <http://doi.org/10.5455/javar.2020.g386>.
21. Взаимосвязь полиморфизм генов липидного обмена (*LEP*, *TG5*) с молочной продуктивностью крупного рогатого скота / Ф. Ф. Зиннатова, А. Р. Шамсова, Ф. Ф. Зиннатова и др. // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. 2017. Т. 231. С. 72-75.
22. Сафина Н. Ю. Характеристика биологической эффективности и полноценности молочной продуктивности голштинских коров-первотёлок с разными генотипами лептина (*LEP*) // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 4. С. 131-133.
23. Разработка способа проведения ПЦР-ПДРФ на примере *DGATI*-гена крупного рогатого скота / С. В. Тюлькин, Р. П. Вафин, А. В. Муратова и др. // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-17. С. 3773-3775.
24. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers / P. M. Corva, G. V. F. Macedo, L. A. Soria et al. // Genet. Mol. Res. 2009. V. 8. № 1. pp. 105-116. <http://doi.org/10.4238/vol8-1gmr556>.
25. Полиморфизм гена *OLRI* в выборке быков-производителей Республики Татарстан / М. Ламара, Г. Х. Халилова, Р. У. Зарипов и др. // Материалы Казанского международного конгресса евразийской интеграции. Казань, 2022. С. 15-22.
26. Полиморфизм генов лептина и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у голштинизированных чёрнопёстрых быков / М. Ламара, Л. Р. Загидуллин, Т. М. Ахметов и др. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 2 (2). С. 43-48. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-46-54>.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

**Сведения об авторах:**

Ламара Мохаммед - аспирант, e-mail.ru: madenideniden@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7621-5353>  
 Ахметов Тахир Мунавирович - доктор биологических наук, заведующий кафедрой, старший научный сотрудник, e-mail.ru: ahmetov-tahir@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>  
 Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия  
 ОСП «Институт прикладных исследований АН РТ», г. Казань, Россия  
 Шайдуллин Радик Рафаилович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: rpi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия  
 Тюлькин Сергей Владимирович - доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: tulsv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5379-237X>  
 Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской Академии наук, г. Москва, Россия  
 Зарубежнова Диана Викторовна - аспирант, e-mail.ru: diana.zarubezhnova@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0006-4390-6111>  
 Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия

**POLYMORPHISM OF LIPID METABOLISM GENES IN TATARSTAN-TYPE COWS**

**M. Lamara, T. M. Akhmetov, R. R. Shaidullin, S. V. Tyulkin, D. V. Zarubezhnova**

**Abstract.** The purpose of the research was to study the allelic polymorphism of lipid metabolism genes (*OLRI*, *DGATI* and *LEP*) in Tatarstan type cows. The object of the study was 79 first-calf heifers of the Kholmogory breed of the Tatarstan type, kept in the agricultural production complex “Agrofirm Rassvet” in the Kukmorsky district of the Republic of Tatarstan. As a result of molecular genetic studies (PCR-RFLP and AS-PCR), the animals were divided into groups taking into account their genotype at the loci of the low-density lipoprotein receptor (*OLRI*), diacylglycerol-O-acyltransferase (*DGATI*) and leptin (*LEP*) genes. Animals with different genotypes of the studied genes were further divided into groups taking into account their linear affiliation. The studied sample of first-calf heifers consisted of individuals belonging to two leading genealogical lines of the Holstein breed, namely: Wis Ideal 933122 and Reflection Sovering 198998. In general, the studies showed that in the herd of first-calf heifers of the Tatarstan type, predominated allele C (0.73) and genotype CC 49.4% for *OLRI* gene; allele A (0.77) and genotype AA 57.0% for *DGATI* gene; allele C (0.59) and genotype CT 57.0% for *LEP* gene. In the sample under study, the genetic balance is not shifted for any of the studied genes. In cows, the frequency of occurrence of alleles of the *OLRI*, *DGATI* and *LEP* genes, depending on linear affiliation (W. Ideal and R. Sovering), the trend remains. Similar data were obtained that, taking into account belonging to the Holstein breed, the highest occurrence of alleles in first-calf heifers: C (0.68-0.81) for *OLRI* gene, A (0.74-0.83) for *DGATI* gene and C (0.57-0.60) for *LEP* gene, respectively.

**Key words:** cow, PCR, DNA, polymorphism, genotype, gene *OLRI*, *OLRI*, *DGATI*, *LEP*.

**For citation:** Lamara M., Akhmetov T.M., Shaidullin R.R., Tyulkin S.V., Zarubezhnova D.V. Polymorphism of lipid metabolism genes in Tatarstan-type cows. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; №1 (9): 57-62

**References**

1. Yadav T., Magotra A., Bangar Y. C. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle. *Animal Biotechnology*. 2021; 34 (2): 261-267. <http://doi.org/10.1080/10495398.2021.1955701>.
2. Khatib H., Rosa G., Weigel K. Additional support for an association between OLR1 and milk fat traits in cattle. *Animal Genetics*. 2007; 38: 308-310. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2007.01584.x>.

3. Wang X., Li T., Zhao H. B. Short communication: A mutation in the 3' untranslated region diminishes microRNA binding and alters expression of the OLR1 gene. *J. Dairy Sci.* 2013; 96: 6525-6528. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6873>.
4. Kaneda M., Lin B. Z., Sasazaki S. Allele frequencies of gene polymorphisms related to economic traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle breeds. *Animal Science Journal.* 2011; 82: 717-721. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00910.x>.
5. Mashhadi M. H. A research on association between *SCD1* and *OLR1* genes and milk production traits in Iranian Holstein dairy cattle. *Iranian J. of Applied Animal Sci.* 2017; 7 (2): 243-248.
6. Khatib H., Leonard S. D., Schutzkus V. Association of the OLR1 gene with milk composition in Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006; 89: 1753-1760. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72243-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72243-3).
7. Komisarek J., Dorynek Z. Effect of *ABCG2*, *PPARGC1A*, *OLR1* and *SCD1* gene polymorphism on estimated breeding values for functional and production traits in Polish Holstein-Friesian bulls. *J. Appl. Genet.* 2009; 50 (2): 125-132. <http://doi.org/10.1007/BF03195663>.
8. Luczak I. K., Piątkowska E. C. Polymorphism in the OLR1 gene and functional traits of dairy cattle. *Veterinarski Arhiv.* 2018; 88. 2: 171-177. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170228>.
9. Ghombavani M. S., Mahyar S. A., Edriss M. A. Association of a polymorphism in the 3' untranslated region of the OLR1 gene with milk fat and protein in dairy cows. *Archiv Tierzucht.* 2013; 56. 32: 328-334. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-032>.
10. Lu J., Boeren S., van Hooijdonk T. Effect of the *DGAT1 K232A* genotype of dairy cows on the milk metabolome and proteome. *J. Dairy Science.* 2015; 98 (5): 3460-3469. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8872>.
11. Li F., Cai C., Qu K. *DGAT1 K232A* polymorphism is associated with milk production traits in Chinese cattle. *Animal Biotechnology.* 2021; 32: <http://doi.org/10.1080/10495398.2020.1711769>.
12. Faraj S. H., Ayied A. Y., Seger D. K. *DGAT1* gene polymorphism and its relationships with cattle milk yield and chemical composition // *Periódico Tchê Química.* 2020; 17. 35: 174-180.
13. Bobbo T., Tiezzi F., Penasa M. Short communication: Association analysis of diacylglycerol acyltransferase (*DGAT1*) mutation on chromosome 14 for milk yield and composition traits, somatic cell score, and coagulation properties in Holstein bulls. *Journal of Dairy Science.* 2018; 101 (9): 8087-8091. <http://doi.org/10.3168/jds.2018-14533>.
14. Houaga I., Muigai A. W. T., Kyallo M. Effect of breed and Diacylglycerol acyltransferase 1 gene polymorphism on milk production traits in Beninese White Fulani and Borgou cows. *Global Journal of Animal Breeding and Genetics.* 2017; 5 (5): 403-412.
15. Dokso A., Ivanković A., Zečević E. Effect of *DGAT1* gene variants on milk quantity and quality in Holstein, Simmental and Brown Swiss cattle breeds in Croatia. *Mljekarstvo.* 2015; 65 (4): 238-242. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0403>.
16. Naserkheil M., Miraie-Ashtiani S. R., Sadeghi M. Exploring novel single nucleotide polymorphisms and haplotypes of the diacylglycerol O-acyltransferase 1 (*DGAT1*) gene and their effects on protein structure in Iranian buffalo. *Genes & Genomics.* 2019; 41: 1265-1271. <https://doi.org/10.1007/s13258-019-00854-2>.
17. Machulskaya E. V., Kovalyuk N. V., Gorkovenko L. G. Breed characteristics associated with *LEP* gene polymorphisms in Holstein cattle. *Russ. Agricult. Sci.* 2017; 43: 314-316. <https://doi.org/10.3103/S1068367417040097>.
18. Milan M., Nevres P., Miodrag L. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous busha cattle. *Acta Veterinaria-Beograd.* 2019; 69 (2): 153-163. <https://doi.org/10.2478/acve-2019-0012>.
19. Akhmetov T. M., Safina N. Yu., Alimov A. M. Genetic parameters of milk productivity for three lactations of Holstein cattle with different genotypes of *LEP* gene. *BIO Web of Conferences.* 2020; 27: 00061. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700061>.
20. Aierqing S., Nakagawa A., Bungo T. Association between temperament and polymorphisms of CRH and leptin in Japanese Black Cattle. *Journal of advanced veterinary and animal research.* 2020; 7. 1: 1-5. <http://doi.org/10.5455/javar.2020.g386>.
21. Zinnatov F. F., Shamsova A. R., Zinnatova F. F. [Interrelation of polymorphism of lipid metabolism genes (*LEP*, *TG5*) with milk production of cattle]. *Uchjonye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny.* 2017; 231: 72-75.
22. Safina N. Yu. [Characterization of biological efficiency and full value of milk productivity in holstein heifers with different leptin (*LEP*) genotypes]. *Vestnik Kurskoj GSXA.* 2018; 4: 131-133.
23. Tyulkin S. V., Vafin R. R., Muratova A. V. [Development of a method for pcr-rflp on the example of *DGAT1* gene in cattle]. *Fundamental'ny'e issledovaniya.* 2015; 2-17: 3773-3775.
24. Corva P. M., Macedo G. V. F., Soria L. A. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers. *Genet. Mol. Res.* 2009; 8. 1: 105-116. <http://doi.org/10.4238/vol8-1gmr556>.
25. Lamara M., Khalilova G. H., Zaripov R. U. [Polymorphism of the OLR1 gene in a sample of breeding bulls of the Republic of Tatarstan]. *Materialy Kazanskogo mezhdunarodnogo kongressa evrazijskoj integracii.* Kazan, 2022. 15-22.
26. Lamara M., Zagidullin L. R., Ahmetov T. M. [Polymorphism of the leptin and diacylglycerol-o-acyltransferase genes in holsteinized black and white bulls]. *Agrobioteknologii i cifrovoe zemledelie.* 2022; 2 (2): 43-48. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-46-54>.

**Conflict of interest**

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

**Authors:**

Lamara Mohammed - graduate, e-mail: [madenideniden@gmail.com](mailto:madenideniden@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-7621-5353>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
 Akhmetov Tahir Munavirovich - Doctor of Biological Sciences, head of department, Senior researcher, e-mail: [ahmetov-tahir@mail.ru](mailto:ahmetov-tahir@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
 Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia  
 Shaydullin Radik Rafailovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: [tppi-kgau@bk.ru](mailto:tppi-kgau@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
 Tyulkin Sergei Vladimirovich - Doctor of Biological Sciences, Senior researcher, e-mail: [tulsv@mail.ru](mailto:tulsv@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5379-237X>  
 V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
 Zarubezhnova Diana Viktorovna - graduate, e-mail: [diana.zarubezhnova@icloud.com](mailto:diana.zarubezhnova@icloud.com), <https://orcid.org/0009-0006-4390-6111>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia.

**РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ КРУПНЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

**Р. Р. Шайдуллин**

**Реферат.** При введении селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве одной из проблем является разница между генетическим потенциалом и фактическим уровнем продуктивности скота. Проведено изучение степени реализации генетического потенциала коров-дочерей в зависимости от уровня родословного индекса быка по показателям молочной продуктивности. Объектом исследований являлись черно-пестрые коровы (5472 голов) и производители голштинской породы (38 голов). Исследования проведены в условиях семи современных и крупных высококомплексированных животноводческих комплексов АО «Красный Восток Агро». Коровы племенного ядра отличались более высокой молочной продуктивностью и имели немного выше степень реализации генетического потенциала. Степень реализации генетического потенциала массовой доли жира и белка в молоке находится на высоком уровне, а по уровню удоя низкая реализация потенциала. Установлено, что с увеличением уровня РИБ быков происходит снижение степени реализации генетического потенциала, как по удою, так и по жирномолочности. Так в группе РИБ с уровнем удоя менее 11500 кг степень реализации удоя составило 49%, а в группе с максимальным РИБ (более 16001 кг) лишь - 31%. С повышением РИБ по содержанию жира в молоке снижается уровень реализации генетического потенциала жирномолочности с 109% (группа по РИБ менее 3,60%) до 97% (группа по РИБ более 3,91%). Аналогичное снижение степени реализации генетического потенциала белкомолочности наблюдается и при увеличении РИБ быков по массовой доле белка с 107% (РИБ менее 3,10%) до 97% (РИБ более 3,31%). Следовательно, низкий уровень реализации прослеживается у производителей с потенциалом продуктивности, превышающем средние показатели стада по удою более, чем на 50%. Поэтому следует учитывать, что молочный скот с высоким уровнем генетического потенциала продуктивности не всегда имеет высокую степень его реализации.

**Ключевые слова:** удой, корова, бык, РИБ, генетический потенциал.

**Для цитирования:** Шайдуллин Р.Р. Реализации генетического потенциала молочной продуктивности черно-пестрого скота в условиях крупных животноводческих комплексов // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С. 63-68

**Введение.** Молочное скотоводство отличается особенностью интенсификации, которая связано с тем, что эффективность отрасли зависит от степени использования возможностей животных. Повсеместное использование высокопродуктивного скота способствует накоплению ценного генетического потенциала в последующих поколениях, повышает шансы на получение еще более продуктивных племенных стад [1, 2, 3].

Поэтому в настоящее время актуальным является совершенствование существующих и создание новых высокопродуктивных стад, сохранение ценных популяций скота, сочетающих в себе высокий генетический потенциал долголетия, продуктивности, плодовитости и приспособленности к кормовым и климатическим условиям, а также поиск эффективных путей увеличения производства молока [4, 5].

Одним из важнейших факторов, определяющих ценность скота, является генетический потенциал животных, основой которого является информация о продуктивности материнских предков [6]. При этом уровень генетического потенциала молочного скота является важной составляющей фактической продуктивности коров [7, 8].

Реализация генетического потенциала продуктивности животных в современных молочных стадах крупного рогатого скота оценивается специалистами на уровне 9000-10000 кг

молока, во многом зависит от полноценности кормления. [9, 10, 11].

На ряду с этим также влияют на степень реализации генетического потенциала множества факторов, таких как генотип, происхождение и другие [12, 13, 14].

При обеспечении уровня реализации генетического потенциала молочной продуктивности более 90% ее фенотипическое проявление может быть использовано в качестве критерия отбора при планировании селекционно-племенной работы по совершенствованию количественных признаков у коров [15]. Но в тоже время относительно большая разница между уровнем продуктивности матерей быков и коров-потомков негативно влияет на уровень реализации высокого генетического потенциала молочной продуктивности при одновременном повышении генетического потенциала [16].

Цель исследований – изучение степени реализации генетического потенциала коров-дочерей в зависимости от уровня родословного индекса быка по молочной продуктивности.

**Условия, материалы и методы.** Для исследования были использованы данные по молочной продуктивности коров-дочерей, происходящие от 38 быков-производителей.

Объектом исследований являлись черно-пестрые коровы и производители голштинской породы. Общее количество животных,



включенных в исследование, составило 5472 голов. Исследования проведены в условиях семи современных и крупных высокомеханизированных животноводческих комплексов АО «Красный Восток Агро».

Фенотипический уровень молочной продуктивности оценивался по удою, массовой доле молочного жира и белка на основе фактического ежедневного учета продуктивности. Были использованы данные зоотехнического и племенного учета – карточки племенных коров и быков (формы: 1-МОЛ, 2-МОЛ), а также каталоги и племенные свидетельства быков-производителей. Также анализ происхождения и продуктивности коров был произведен с помощью программного пакета АРМ «СЕЛЭКС 3.3» («Плино»).

Для прогноза генетического потенциала быков-производителей вычислен родительский индекс по Н.А. Кравченко (1963):

$$РИБ = (2М+ММ+МО) / 4,$$

где М – продуктивность матери;  
ММ – продуктивность матери матери;  
МО – продуктивность матери отца.

Животные были распределены на группы, в зависимости от величины признака, по родительскому индексу быка (РИБ) по удою и массовой доле жира на пять групп, по массовой доле белка на четыре группы, по индексу племенной ценности ТР1 на пять групп, по генотипу каппа-казеина на три группы.

**Результаты и обсуждение.** Исследуемое поголовье коров характеризуется высоким уровнем генетического потенциала молочной продуктивности. Животные, отобранные в племенное ядро, отличаются немного лучшим уровнем реализации генетическим потенциалом молочной продуктивности (табл. 1).

Таблица 1 – Уровень реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров АО «Красный Восток Агро»

Группа коров	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %
Племенное ядро	51,1	108,3	100,3
Основное стадо	47,7	107,0	100,0

Исследованиями установлено, что наибольший показатель реализации генетического потенциала отмечен у дочерей быков с низким родительским индексом быка по удою (табл. 2). При этом в группе РИБ с уровнем удоя менее 11500 кг степень реализации составило по такому показателю как

удой 49%, а в группе с максимальным РИБ (более 16001 кг) лишь - 31%. Отмечено некоторое повышение уровня удоя коров с увеличением РИБ, при максимальном значении в группе РИБ 14501-16000 кг, но недостаточно высокое для реализации потенциала выше 40%.

Таблица 2 – Степень реализации генетического потенциала признаков молочной продуктивности дочерей быков в зависимости от РИБ по удою

Группа РИБ быков по удою, кг	Количество быков, гол.	Продуктивность дочерей			Степень реализации генетического потенциала, %		
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	по удою	по МДЖ	по МДБ
Менее 11500	8	5268	3,97	3,21	49	105	98
11501-13000	11	5082	4,02	3,23	41	106	99
13001-14500	9	5038	3,94	3,22	37	104	101
14501-16000	8	5270	3,95	3,24	34	99	100
Более 16001	2	5086	3,95	3,22	31	109	100

Выявлено, что с повышением РИБ быков по содержанию жира в молоке увеличивается жирномолочность дочерей с 3,85% до 4,00%, но снижается показатель реализации

генетического потенциала, как по жирномолочности с 109% (группа по РИБ менее 3,60%) до 97% (группа по РИБ более 3,91%), так и по белковомолочности – с 102% до 99% (табл. 3).

Таблица 3 – Степень реализации генетического потенциала признаков молочной продуктивности дочерей быков в зависимости от РИБ по массовой доле жира

Группа РИБ быков по МДЖ, %	Количество быков, гол.	Продуктивность дочерей			Степень реализации генетического потенциала, %		
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	по удою	по МДЖ	по МДБ
Менее 3,60	3	5274	3,85	3,21	39	109	101
3,61-3,70	8	4992	3,94	3,23	35	108	102
3,71-3,80	10	5178	4,00	3,20	43	106	98
3,81-3,90	8	5257	3,99	3,23	42	104	100
Более 3,91	9	5132	4,00	3,24	37	97	99

Аналогичное снижение степени реализации генетического потенциала белковомолочности наблюдается и при увеличении РИБ быков по массовой доле белка

## ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

с 107% (группа по РИБ менее 3,10%) до 97% (более 3,31%), но при этом наблюдается некоторое повышение реализации потенциала по удою с 39% до 41% (табл. 4).

Таблица 4 – Степень реализации генетического потенциала признаков молочной продуктивности дочерей быков в зависимости от РИБ по массовой доле белка

Группа РИБ быков по МДБ,	Количество быков, гол.	Продуктивность дочерей			Степень реализации генетического потенциала, %		
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	по удою	по МДЖ	по МДБ
Менее 3,10	4	5296	3,93	3,23	39	102	107
3,11-3,20	5	5124	3,99	3,21	37	104	101
3,21-3,30	19	5153	3,97	3,23	39	104	99
Более 3,31	10	5077	3,98	3,23	41	101	97

При распределении производителей в зависимости от величины индекса племенной ценности ТРІ отмечена тенденция снижения степени реализации генетического потенциала удою с 43% до 39% с увеличением величины индекса ТРІ с менее 1300 до более 1601 (табл. 5). По массовой доле белка в молоке обнаружена обратная закономерность повышения генетического потенциала

белкомолочности при максимальном значении в группе быков с высоким ТРІ (более 1601) – 101% и минимальном потенциале у быков с индексом ТРІ менее 1400 – 99%.

Среди анализируемых производителей максимальное количество быков (12 голов) имеют средний индекс племенной ценности ТРІ – 1401-1500.

Таблица 5 – Степень реализации генетического потенциала признаков молочной продуктивности быков-производителей в зависимости от индекса племенной ценности ТРІ

Группа быков по ТРІ	Количество быков, гол.	Продуктивность дочерей			Степень реализации генетического потенциала, %		
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	по удою	по МДЖ	по МДБ
Менее 1300	3	5090	4,03	3,29	43	103	99
1301-1400	8	5224	3,99	3,18	39	105	99
1401-1500	12	5128	3,97	3,21	38	104	98
1501-1600	7	4954	3,90	3,23	39	100	100
Более 1601	8	5272	4,00	3,27	39	104	101

Также следует отметить, что не наблюдается четкой закономерности увеличения продуктивности дочерей с повышением индекса племенной ценности ТРІ у их отцов, при том, что высокие показатели молочной продуктивности отмечены в группах животных с максимальной и минимальной величиной ТРІ. Следовательно, не всегда эффективно использовать импортных быков-производителей с высокими индексами племенной ценности ТРІ на отечественных молочных стадах со средним уровнем молочной продуктивности, с большой концентрацией поголовья на комплексах,

к тому же у которых дорогая стоимость спермопродукции. Более эффективно применять быков с высокой племенной ценностью на отдельных высокопродуктивных группах.

Также изучен характер реализации генетического потенциала продуктивности дочерей быков-производителей в зависимости от генотипа по локусу гена каппа-казеина.

Лучшая степень реализации генетического потенциала удою отмечена у дочерей быков с генотипом CSN3 AA и составила 40% (табл. 6).

Таблица 6 – Степень реализации генетического потенциала признаков молочной продуктивности дочерей быков-производителей в зависимости от генотипа каппа-казеина

Генотип CSN3	Количество быков, гол.	РИБ быков			Степень реализации генетического потенциала, %		
		по удою, кг	по МДЖ, %	по МДБ, %	по удою	по МДЖ	по МДБ
AA	11	13295	3,73	3,20	40	106	100
AB	7	13005	3,98	3,19	39	100	102
BB	1	13028	3,72	3,32	39	109	99

Высокий уровень реализации генетического потенциала по массовой доле жира в молоке отмечена у производителей с генотипом CSN3 BB – 109%, а по массовой доле белка лучший результат реализации потенциала показали дочери быков группы CSN3

AB – 102%.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что с повышением родительского индекса быка происходит снижение степени реализации генетического потенциала показателей молочной продуктивности коров, как как

по удою, так и по содержанию жира и белка в молоке. В большей степени уменьшение реализации потенциала проявляются по уровню продуктивности. Данное заключение схожи с данными нашей предыдущей работы, на животных содержащихся на традиционных фермах, но с меньшим РИБ у быков по удою [17, 18]. Также полученные данные согласуются с результатами исследований ученых Смоленской области, которые установили, что, чем выше родительский индекс коровы, тем ниже проявление генетических особенностей [19].

Но по сведенью других ученых, которые провели мониторинг реализации генетического потенциала продуктивности черно-пестрого скота, установили, что степень реализации селекционных признаков находится на относительно высоком уровне, признаки молочной продуктивности реализуются на 89,35-98,75% [15]. Аналогичные данные получены И.П. Бармина, Е. В. Шацких, что коровы-первотелки черно-пестрой породы американской селекции имеют высокий уровень реализации генетического потенциала

по молочной продуктивности: по удою – на уровне 95,65–99,53%, по жиру – в пределах 96,85–102,14% и по белку – от 96,78 до 102,24% [20].

**Выводы.** Высокая реализация потенциала проявляется у дочерей быков, которые лучше приспособлены, как на традиционных фермах, так и на современных высокомеханизированных животноводческих комплексах, которые имеют генетический потенциал превышения удоя стада в пределах 50%.

Чем выше родительский индекс быка, тем ниже уровень проявления генетического потенциала молочной продуктивности, что в большей степени связано с увеличением влияния фенотипических факторов.

При отборе быков-производителей для селекционно-племенной работы необходимо учитывать их происхождение, степень адаптивности к климатическим и кормовым условиям региона, а также их генетический потенциал. При этом следует учитывать, что животные с высоким уровнем генетического потенциала продуктивности не всегда имеют высокую степень его реализации.

#### Литература

1. Гетоков О. О., Долгиев М. Г., Ужахов М. И. Использование быков голштинской породы для совершенствования коров красной степной породы // Зоотехния. 2014. № 3. С. 2-4.
2. Создание высокопродуктивного стада голштинского скота в условиях учхоза «Кубань» / И. Н. Тузов, З. Т. Калмыков, О. В. Свитенко, А. И. Тузов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 170. С. 291–302. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-170-021>
3. Калмыков З. Т., Свитенко О. В. Хозяйственно-биологические особенности голштинских коров разных линий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 171. С. 284–291. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-171-019>
4. Шегинин В. П. Стратегические направления развития промышленного комплекса Российской Федерации // Аналитический вестник Совета Федерации. 2018. № 10 (699). С. 6-9.
5. Производство молока в хозяйствах России и Краснодарского края / З. Т. Калмыков, И. Н. Тузов, Д. О. Шевченко, Ю. А. Тузова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. №183. 115-129. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-183-011>.
6. Волынкина М. Г., Ярмоц Л. П. Генетический потенциал импортного скота разного происхождения в Тюменской области // Главный зоотехник. 2015. № 1. С. 33–39.
7. Чеченихина О. С. Реализация генетического потенциала молочной продуктивности коров // Вестник алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 9(83). С. 59-62.
8. Токова Ф.М., Улимбашев М.Б. Реализация генетического потенциала молочной продуктивности голштинского скота разной линейной принадлежности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 3(137). С. 108-111.
9. Сакса Е. И. Реализация генетического потенциала голштинского скота при создании высокопродуктивного стада ЗАО «ПЗ «Рабитицы» // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 5-9. <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.3.31544>
10. Волгин В. И., Бибикова А. С., Романенко Л. В. О реализации генетического потенциала племенных коров по молочной продуктивности путем использования факторов кормления // Зооиндустрия. 2001. № 9. URL: <https://vettorg.ru/magazines/article-90.html> (дата обращения: 13.04.2024).
11. Петрова М. Ю., Акифьева Г. Е., Косарева Н. А. Зависимость молочной продуктивности коров красной степной породы от сбалансированности рационов // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2021. № 4. 150-156. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-61-4-150-156>. EDN: ADXICA
12. Бойко М. Д., Бакай Ф. Р., Мкртчян Г. В. Исследование продуктивных качеств коров голштинской породы в условиях ОАО «Мосмедынагропром» и СПА (к) «Кузьминский» // Sciences of Europe. 2021. № 70 -1(70). С. 3-7. <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2021-70-1-3-7>
13. Ефимова Л. В. Реализация генетического потенциала молочной продуктивности коров краснопёстрой породы в зависимости от антигенного состава крови // Известия горского государственного аграрного университета. 2020. № 4(57). С. 82-91
14. Санова З. С. Влияние продуктивности предков коров на молочную продуктивность пробанда // Аграрная Россия. 2020. № 5. С. 33-37. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-5-33-37>
15. Иванова И. П., Юрченко Е. Н., Юрк Н. А. Генетический потенциал и фенотипический уровень молочной продуктивности коров в омской области // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 4. С. 159-167. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-4-159-167>
16. Гридин В. Ф., Гридина С. Л., Новицкая К. В. Давление (прессинг) генетического потенциала

продуктивности материнских предков быков производителей на молочную продуктивность дочерей // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 34-38. [https://doi.org/10.32417/article\\_5d908b85ca8d41.94776982](https://doi.org/10.32417/article_5d908b85ca8d41.94776982)

17. Шайдуллин Р. Р., Шарафутдинов Г. С. Родительский индекс быка и его связь с продуктивностью // Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 171-173.

18. Шайдуллин Р. Р., Харисова Ч. А., Ахметов Т. М. Генетический потенциал черно-пестрого скота разных линий и ветвей // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 3 (3). С. 53-57. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-53-56>

19. Молочная продуктивность коров бурой швицкой породы и результаты ее реализации в условиях Смоленской области / А. С. Герасимова, О. В. Татуева, Е. А. Прищеп, Д. В. Леутина // Международный вестник ветеринарии, № 4. 2020. 87-93. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2020.4.87>

20. Бармина И. П., Шацких Е. В. Реализация генетического потенциала коров черно-пестрой породы американской селекции в условиях СПК «Жилачевский» Свердловской области // Аграрное образование и наука. 2015. № 2. С. 15.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

#### Сведения об авторах:

Шайдуллин Радик Рафаилович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: [trpi-kgau@bk.ru](mailto:trpi-kgau@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

#### REALIZATION OF THE GENETIC POTENTIAL OF MILK PRODUCTIVITY OF BLACK-AND-WHITE CATTLE IN LARGE LIVESTOCK COMPLEXES

R. R. Shaydullin

**Abstract.** When introducing selection and breeding work in dairy cattle breeding, one of the problems is the difference between the genetic potential and the actual level of livestock productivity. A study was conducted of the degree of realization of the genetic potential of daughter cows depending on the level of the bull's pedigree index in terms of milk productivity. The objects of the research were black-and-white cows (5472 heads) and Holstein breeders (38 heads). The research was carried out in seven modern and large, highly mechanized livestock complexes of Krasny Vostok Agro JSC. The cows of the breeding core were distinguished by higher milk productivity and had a slightly higher degree of realization of genetic potential. The degree of realization of the genetic potential of the mass fraction of fat and protein in milk is at a high level, and in terms of milk yield the realization of the potential is low. It has been established that with an increase in the level of RIB in bulls, there is a decrease in the degree of realization of the genetic potential, both in milk yield and in fat content. Thus, in the RIB group with a milk yield level of less than 11,500 kg, the degree of milk yield realization was 49%, and in the group with the maximum RIB (more than 16,001 kg) only 31%. With an increase in RIB for fat content in milk, the level of realization of the genetic potential of milk fat content decreases from 109% (RIB group less than 3.60%) to 97% (RIB group more than 3.91%). A similar decrease in the degree of realization of the genetic potential of milk protein production is observed when the RIB of bulls in terms of the mass fraction of protein increases from 107% (RIB less than 3.10%) to 97% (RIB more than 3.31%). Consequently, a low level of sales can be observed among producers with productivity potential that exceeds the average herd milk yield by more than 50%. Therefore, it should be taken into account that dairy cattle with a high level of genetic productivity potential do not always have a high degree of its realization.

**Key words:** milk yield, cow, bull, RIB, genetic potential.

**For citation:** Shaydullin R.R. Realization of the genetic potential of milk productivity of black-and-white cattle in large livestock complexes. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; №1 (9): 63-68

#### References

1. Getokov O. O., Dolgiev M. G. M., Uzhahov M. I. [Using Holstein bulls to improve Red Steppe cows]. *Zootehniya*. 2014; 3: 2-4.
2. Tuzov I. N., Kalmykov Z. T., Svitenko O. V. [Creation of a highly productive herd of Holstein cattle in the conditions of the Kuban educational farm]. *Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 170: 291-302. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-170-021>
3. Kalmykov Z. T., Svitenko O. V. [Economic and biological characteristics of Holstein cows of different lines]. *Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 171: 284-291. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-171-019>
4. Shhetinin V. P. [Strategic directions for the development of the industrial complex of the Russian Federation]. *Analiticheskij vestik Soveta Federacii*. 2018; 10(699): 6-9.
5. Kalmykov Z. T., Tuzov I. N., Shevchenko D. O. [Milk production on farms in Russia and the Krasnodar region]. *Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; 183: 115-129. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-183-011>.
6. Volynkina M. G., Jarmoc L. P. [Genetic potential of imported livestock of different origins in the Tyumen region]. *Glavnyj zootehnik*. 2015; 1: 33-39.
7. Chechenihina O. S. [Realization of the genetic potential of cows' milk productivity]. *Vestnik altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011; 9(83): 59-62.
8. Tokova F. M., Ulimbashev M. B. [Realization of the genetic potential of milk productivity of Holstein cattle of different linear affiliations]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016; 3(137): 108-111.
9. Saksa E. I. [Realization of the genetic potential of Holstein cattle when creating a highly productive herd of CJSC "PZ "Rabititsy"]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2019; 3: 5-9. <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.3.31544>.
10. Volgin V. I., Bibikova A. S., Romanenko L. V. [On the realization of the genetic potential of breeding cows for milk productivity through the use of feeding factors]. *Zooindustrija*. 2001; 9. URL: <https://vettorg.ru/magazines/article-90.html>
11. Petrova M. Ju., Akifeva G. E., Kosareva N. A. [Dependence of milk productivity of red steppe cows on balanced diets]. *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*. 2021; 4(61): 150-156.

<https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-61-4-150-156>.

12. Bojko M. D., Bakaj F. R., Mkrтчjan G. V. [Inheritance of productive qualities of Holstein cows in the conditions of OJSC "Mosmedynagroprom" and SPA (k) "Kuzminsky"]. Sciences of Europe. 2021; 70-1(70): 3-7. <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2021-70-1-3-7>

13. Efimova L. V. [Realization of the genetic potential of milk productivity of red-motley cows depending on the antigenic composition of the blood]. Izvestija gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; 4(57): 82-91

14. Sanova Z. S. [The influence of the productivity of cows' ancestors on the milk productivity of the proband]. Agrarnaja Rossiya. 2020; 5: 33-37. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-5-33-37>

15. Ivanova I. P., Jurchenko E. N., Jurk N. A. [Genetic potential and phenotypic level of milk productivity of cows in the Omsk region]. Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2021; 4: 159-167. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-4-159-167>.

16. Gridin V. F., Gridina S. L., Novickaja K. V. [Pressure (pressure) of the genetic potential of productivity of maternal ancestors of bulls on the milk productivity of daughters]. Agrarnyj vestnik Urala. 2019; 8(187): 34-38. [https://doi.org/10.32417/article\\_5d908b85ca8d41.94776982](https://doi.org/10.32417/article_5d908b85ca8d41.94776982)

17. Shajdullin R. R., Sharafutdinov G. S. [Bull parental index and its relationship with productivity]. Innovacionnye dostizhenija nauki i tehniki APK. Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2018; 171-173.

18. Shajdullin R. R., Harisova Ch. A., Ahmetov T. M. [Genetic potential of black-and-white cattle of different lines and branches]. Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie. 2022; 3(3): 53-57. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-53-56>

19. Gerasimova A. S., Tatueva O. V., Prishhep E. A. [Milk productivity of Brown Swiss cows and the results of its implementation in the conditions of the Smolensk region]. Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii, 2020; 4: 87-93. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2020.4.87>.

20. Barmina P., Shackih E. V. [Realization of the genetic potential of black-and-white cows of American selection in the conditions of the agricultural production complex "Kilachevsky" of the Sverdlovsk region]. Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2015; 2: 15.

#### Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

#### Authors:

Shaydullin Radik Rafailovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: [tppi-kgau@bk.ru](mailto:tppi-kgau@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

## Требования к оформлению статьи в журнале «АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ»

Предоставляемые к публикации статьи, должны содержать результаты научных исследований в области сельскохозяйственной биотехнологии, агрономии, зоотехнии, ветеринарии и цифрового земледелия. Статьи проходят отбор на критерий актуальности и новизны рассматриваемых научных проблем. Журнал имеет следующие основные рубрики:

- Сельскохозяйственная биология
- Агрономия
- Зоотехния и ветеринария
- Цифровое сельское хозяйство

Предполагается проверка предоставленного авторами материала в системе «Антиплагиат». Рекомендуемый объем статьи, включая приложения, должен составлять не менее 10 и не более 14 страниц. Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, размер – 14 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля (обычные) сверху и снизу – 2 см, слева – 2,5 см справа – 1,5 см, абзац (отступ) – 0,5 см (не задавать пробелами), формат – книжный.

**Если статья была или будет отправлена в другое издание, то она не может быть принята к рассмотрению в журнале**

### Оформление статьи

1. Слева в верхнем углу без абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского Института Научной и Технической Информации – ВИНиТИ).

2. Ниже, по центру строки название статьи (название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом строчными буквами.

3. Затем жирными строчными буквами – фамилия и инициалы автора(-ов). Пропускается одна строка. **Количество авторов не более 5.** Список авторов содержит только действительных авторов и в него не внесены те, кто не имеет отношения к данной работе, а также то, что все соавторы ознакомились и одобрили окончательную версию статьи и дали согласие на ее публикацию.

4. После этого через пробел – реферат статьи (**рекомендуемый объем – 200–250 слов**) отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований. Запрещается разбивка реферата на абзацы, использование вводных слов и оборотов. Реферат может публиковаться самостоятельно и, следовательно, должна быть понятной без обращения к тексту статьи. По реферату публикации читатель должен иметь возможность определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Реферат не должен содержать нерасшифрованных сокращений и/или терминов, которые ранее не были представлены.

5. С нового абзаца – ключевые слова (**не более 9 слов**).

Слева строчными буквами печатается «Ключевые слова:» (без кавычек) и через запятую приводятся ключевые слова или словосочетания. Пропускается одна строка.

6. С нового абзаца – «**Для цитирования**». Записываются выходные данные по статье.

7. При написании научной статьи необходимо придерживаться следующей структуры изложения: «**Введение**», «**Цель исследований**», «**Условия, материалы и методы**», «**Результаты и обсуждение**», «**Выводы**».

8. В случае если ваша статья подготовлена при поддержке и есть необходимость прописать данный источник, добавляем после выводом раздел, «**Благодарности**». **К примеру – Сведения об источнике финансирования:** Работа выполнена по государственному заданию НИОКТР № 0477–2019–0005 при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

**Информация о конфликте интересов.** Статья должна включать любой фактический или потенциальный конфликт интересов. Если конфликта интересов нет, то следует написать, что «авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов».

В разделе «Введение» предлагается постановка проблемы, должна быть сформулирована и обоснована цель работы и, если необходимо, рассмотрена ее связь с важными научными и практическими направлениями, дается теоретическое обоснование исследования. Должны присутствовать ссылки на публикации последних лет, в данной области включая зарубежных авторов.

Далее необходимо четко сформулировать **цель исследований** (для чего проводятся исследования результаты, которых приводятся в статье?) без использования таких расплывчатых формулировок как «изучить», «определить» и др., которая будет раскрыта в последующем тексте.

В следующем разделе раскрываются особенности данного исследования, приводятся условия, материалы и методы исследований. Место исследования уточняется до области (края). Следует отразить время, место, методику и условия проведения опытов.

Главный раздел статьи посвящается представлению, анализу и обсуждению результатов. Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

В завершении представляются выводы и рекомендации.

Подзаголовки и заголовки набираются жирным шрифтом с заглавной буквы. Нумерация

ссылок на библиографический список в тексте располагается в порядке упоминания источников. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например: [1].

**8.** После основного текста статьи пропускается одна строка и по центру печатается заглавие «Литература» (без кавычек). Через одну строку помещается пронумерованный перечень источников в порядке ссылок по тексту.

Список литературы (не менее **18** источников и не более **30**) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008 и требованиями журнала, тщательно проверяется авторами и приводится в конце статьи. Нумерация ссылок в списке приводится в соответствии с порядком их упоминания в тексте. В одном пункте перечня следует указывать только один источник информации. Злоупотребление самоцитированием не допускается. Доля ссылок на собственные публикации авторов должна составлять не более 25% списка литературы. Цитирование работ какого-либо одного автора, не входящего в состав авторского коллектива рукописи, также не должно превышать 30%. Рекомендуется ссылаться не более чем на 2 публикации каждого из авторов. Доля ссылок на источники старше 10 лет не должна превышать 30 % списка литературы. Доля ссылок на публикации в журналах из ядра РИНЦ за последние 8 лет должна составлять не менее 30% списка литературы. Ссылки на материалы конференций старше 3 лет не должны превышать 20% списка литературы. **Ссылки на учебники, учебные пособия, авторефераты диссертаций не принимаются.** Число источников в «сериальных» ссылках должно быть не более трех.

Все источники должны иметь ссылку в тексте статьи.

Необходимо правильно оформить ссылку на источник. Следует указать фамилии авторов, журнал, год издания, том (выпуск), номер, страницы, DOI или адрес доступа в сети Интернет (полный URL-адрес) и дата обращения. Интересующийся читатель должен иметь возможность найти указанный литературный источник в максимально сжатые сроки.

Большинство цитируемых источников должны быть доступны через Интернет, либо полными текстами, либо их метаданными. Если источник не имеет DOI (то можно использовать EDN - eLIBRARY Document Number), но его полный текст доступен через Интернет, важно указывать адрес страницы доступа —URL: <https://...> (в таком случае и дату доступа).

Недопустимо использовать в выходных данных цитируемых источников транслитерацию выходных сведений, сопровождающих описание (Vol. (не Tom), страницы –p., pp. (не –s.,ss.), Изд-во – Publ. и т.д., Москва – Moscow и т.д.).

Все списки цитируемой литературы в журнале переводятся/транслитерируются на английский язык.

Общие принципы при оформлении раздела **References**:

- Для всех источников число указываемых авторов ограничивается тремя.
- Для транслитерации русскоязычных элементов необходимо проводить по системе BSI. (на translit.ru)
- Для книг необходимо указывать транслитерацию названия и перевод названия в квадратных скобках.
- Для статей из журналов транслитерацию названия статьи указывать не нужно, только перевод в квадратных скобках.

**Примеры оформления ссылок в конце документа.**

**9.** «Сведения об авторах» Ф.И.О. (полностью), ученая степень, должность, e-mail, ORCID, с новой строки, полное наименование организации. **Звездочкой отмечается фамилия автора, с которым необходимо вести переписку.**

Пропускается одна строка.

**10.** На английском языке печатается по центру печатается название статьи.

Так же на английском языке слева печатается реферат, затем ключевые слова.

**11.** «Authors:» – информация на английском языке.

**Иллюстрации к статье** (при наличии) в формате JPEG, PNG, TIF должны быть четко выполненными, хорошего качества, наглядно иллюстрирующими текст. В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Нумерация рисунков производится в порядке ссылок по тексту. Нумерационный заголовок набирается выравниванием по центру. Тематический заголовок в той же строке, сразу после нумерационного (например: Рис. 1 – ...). Ссылка на рисунок в основном тексте оформляется в скобках: (рис. 1), если в тексте только один рисунок, то не нумеруется.

**Таблицы** представляются в редакторе WORD. Нумерация таблиц производится в порядке ссылок по тексту. В тексте статьи обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные таблицы. Нумерационный заголовок набирается с выравниванием по центру (например: Таблица 1 – ...). Ссылка на таблицу в основном тексте оформляется в скобках, например: (табл. 1), если в тексте только одна таблица, то не нумеруется.

Простые **формулы**, не содержащие специальных символов (отсутствующих на клавиатуре), должны быть набраны символами с клавиатуры без использования специальных редакторов. Формулы, содержащие специальные символы (отсутствующие на клавиатуре), а также сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул Microsoft Equation 2.0, 3.0 или Math Typeequation. Не допускается набор части формулы символами, а части –

в редакторе формул. Не рекомендуется вставлять в текст формулы в виде рисунков. Ссылка на формулы в основном тексте оформляется в скобках, например: (1). В тексте обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные формулы. Если в тексте статьи формулы нумеруются, то эту нумерацию следует выполнить ручным набором чисел. Автоматическая нумерация не допускается.

**Авторы предоставляют в редакцию (одновременно):**

- электронная версия статьи (по электронной почте: [agrobiotech@kazgau.com](mailto:agrobiotech@kazgau.com)).
- Файл со статьей следует называть по фамилии первого автора (Иванов И.И. – Определение силы);
- сведения об авторах (в электронном виде): Ф.И.О. (полностью), ученая степень, учёное звание, должность, полное наименование организации, телефон и адрес для связи, e-mail; эти же сведения на английском языке. **Звездочкой отмечается фамилия автора, с которым необходимо вести переписку;**
- сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала, с подписями всех авторов.
- аспиранты предоставляют справку подтверждающую место учебы.

**Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются.**

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию, представленная автором рукопись статьи рецензируется, согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлекцией в целом.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать статьи, не отвечающие настоящим требованиям, а также право на воспроизведение материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража. Рукописи статей подвергаются редакционной обработке. Редакция оставляет за собой право вносить изменения, имеющие редакционный характер и не затрагивающие содержания статьи. Все статьи проходят институт рецензирования (экспертной оценки), по результатам которого редакционная коллегия принимает окончательное решение о целесообразности опубликования. За содержание статей юридическую и иную ответственность несут авторы. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

Нельзя использовать в написании статьи чат-боты ChatGPT (искусственный интеллект) – в частности «Текст, сгенерированный с помощью крупномасштабной языковой модели (LLM), такой как ChatGPT, запрещен, если созданный текст не представлен как часть экспериментального анализа статьи». А также нельзя включать в соавторы статьи искусственный интеллект (GPT).

Публикация статей в журнале бесплатно.

Статьи необходимо отправлять на электронный адрес: [agrobiotech@kazgau.com](mailto:agrobiotech@kazgau.com)

Статьи, предоставляемые автором (авторами) с нарушениями каких-либо требований к публикации или с неполным пакетом документов не будут регистрироваться и печататься в журнале «Агробиотехнологии и цифровое земледелие».



Научный журнал

**Агробиотехнологии  
и цифровое земледелие**  
№ 1 (9), 2024 г.

**Редактор** – Михайлова Л.В.  
**Технический редактор** – Шумков Т.А.  
**Коррекция переводов** – Галлямова Н.Р.  
**Корректор** – Барсукова Р.С.

Формат 60x84/8. Тираж 500. Дата выхода в свет: 25.04.2024 год  
Печать офсетная. Усл. п. л. 9 Заказ 51. 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