

# Агробиотехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (8) 2023 год





---

# АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

---

# AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

SCIENTIFIC JOURNAL

---

№ 4 (8)



Казань, 2023

# Агробιοтехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробιοтехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 4 (8)  
2023 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 агробιοтехнологий 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*

*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, Казанская 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, доцент, 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*

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

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

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

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

**Члены редакционного совета:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Хисматуллин М.М. – доктор сельскохозяйственных наук, руководитель Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Республике Татарстан (Россия)*

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



№ 4 (8)  
2023 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*

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

## Members of the Editorial Committee:

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

*Panasyyuk 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. Vyshelesky (Belarus)*

*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)*

*Khismatullin M.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Land Reclamation and Agricultural Water Supply in the Republic of Tatarstan (Russia)*

*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, 2023

## 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>Абрамова Г. В., Шаламова А. А., Абрамов А. Г., Кузнецова Ю. Н.</b> Влияние перспективных регуляторов роста на укореняемость жимолости съедобной.....	6
<b>Амиров М. Ф., Семенов П. Г., Новоселов С. И.</b> Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сортов пшеницы полбы в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	12
<b>Гилязов М. Ю., Лукманов А. А., Зарипов Д. Ф.</b> Почвенный покров и гумусное состояние пахотных почв Предволжья Республики Татарстан.....	18
<b>Егоров Л. М., Симаков Е. А.</b> Влияние орошения на продуктивность отечественных сортов картофеля в условиях предкамья Республики Татарстан.....	26
<b>Миникаев Р. В., Шайхутдинов Ф. Ш., Егоров Л. М., Шарапова А. Р.</b> Формирование урожайности клубней картофеля в зависимости от площади питания на серой лесной почве Республики Татарстан.....	32
<b>Мустафина А. Б.</b> Влияние агроклиматических условий на формирование урожайности гречихи в Республике Татарстан в 2000-2022 годы.....	37
<b>Сафин Р. И., Вафин И. Х.</b> Перспективы применения различных органоминеральных удобрений на яровом ячмене.....	43
<b>Сафин Р. И., Медведев Н. А.</b> Оценка влияния органоминеральных удобрений на формирование урожая картофеля.....	48
<b>Яхин И. Ф., Габитов Р. Х., Сочнева С. В., Трофимов Н. В.</b> Оценка питательности различных видов кормов, заготовленных из кукурузы, в зависимости от уровня химизации и почвенного покрова Республики Татарстан.....	53

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

<b>Ламара М., Ахметов Т. М., Тюлькин С. В., Садриев А. Р., Зарубежнова Д. В.</b> Характеристика быков с разным генотипом гена OLR по продуктивности женских предков.....	61
<b>Сибгатуллова А. К., Колбасов Д. В., Титов И. А.</b> Анализ мультигенных семейств вируса африканской чумы свиней.....	66
<b>Харисова Ч. А., Шайдуллин Р. Р., Ахметов Т. М.</b> Продуктивность коров при разной комбинации линий.....	71

## CONTENTS

### AGRONOMY

	Pages
<b>Abramova G. V., Shalamova A. A., Abramov A. G., Kuznetsova Yu. N.</b> The influence of promising growth regulators on the rooting of edible honeysuckle.....	6
<b>Amirov M. F., Semenov P. G., Novoselov S. I.</b> The influence of foliar fertilizing on the yield and grain quality of spelled wheat varieties in the conditions of the Predkamye region of the Republic of Tatarstan.....	12
<b>Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A., Zaripov D. F.</b> Soil cover and humus status of arable soils in the Volga region of the Republic of Tatarstan.....	18
<b>Egorov L. M., Simakov E. A.</b> The influence of irrigation on the productivity of domestic potato varieties in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan.....	26
<b>Minikaev R. V., Shaikhutdinov F. Sh., Egorov L. M., Sharapova A. R.</b> Formation of the yield of potato tubers depending on the feeding area on gray forest soil Republic of Tatarstan.....	32
<b>Mustafina A. B.</b> The influence of agroclimatic conditions on the formation of buckwheat yield in the Republic of Tatarstan in 2000 to 2022.....	37
<b>Safin R. I., Vafin I. Kh.</b> Prospects for the use of various organomineral fertilizers on spring barley.....	43
<b>Safin R. I., Medvedev N. A.</b> Assessment of the influence of organomineral fertilizers on the formation of potato yields.....	48
<b>Yakhin I. F., Gabitov R. Kh., Sochneva S. V., Trofimov N. V.</b> 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.....	53

### ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDECINE

<b>Lamara M., Akhmetov T. M., Tyulkin S. V., Sadriev A. R., Zarubezhnova D. V.</b> Characteristics of bulls with different genotypes of the OLR gene according to the productivity of female ancestors.....	61
<b>Sibgatullova A. K., Kolbasov D. V., Titov I. A.</b> Analysis of multigene families of African swine fever virus.....	66
<b>Kharisova Ch. A., Shaidullin R. R., Akhmetov T. M.</b> Productivity of cows with different combinations of lines.....	71

**ВЛИЯНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УКОРЕНЯЕМОСТЬ  
ЖИМОЛОСТИ СЪЕДОБНОЙ****Г. В. Абрамова, А. А. Шаламова, А. Г. Абрамов, Ю. Н. Кузнецова**

**Реферат.** На сегодняшний день в России, как среди ученых различных направлений, так и среди предпринимателей агропромышленного и лесопромышленного комплексов увеличился спрос на ягодную продукцию и сортовой посадочный материал жимолости съедобной. Один из факторов повышения эффективности отрасли садоводство в современных рыночных условиях – это качественный посадочный материал. Учитывая высокую трудоемкость производства посадочного материала и недостаток специальной техники в питомниководстве, особое внимание должно быть обращено на внедрение эффективных приемов и способов размножения. Наиболее распространенным способом получения саженцев ягодных культур является зеленое черенкование. Все большая возрастающая популярность ранних ягодных культур обуславливает увеличение спроса на их посадочный материал. Для увеличения производства саженцев требуется совершенствование их технологии выращивания. Кроме того, разнообразие декоративных достоинств жимолости привлекает внимание специалистов и по озеленению. Изучено влияние регуляторов роста на размножение зелеными черенками четырех сортов жимолости съедобной в условиях Республики Татарстан. В варианте с применением стимулятора «Корневин», установлен более высокий процент укоренения черенков по сравнению с контролем от 79,9 до 85,4%. Отмечено и сортовое влияние на значение укореняемости, так наибольший процент укоренения зеленых черенков характеризовался у сорта Голубое Веретено и Лазурная - 81,9 и 85,4%. Существенное влияние оказали обработки зелёных черенков жимолости съедобной стимуляторами корнеобразования на выход стандартных саженцев. Применение для обработки черенков сортов жимолости препарат «Циркон» обеспечило максимальный выход в опыте стандартного посадочного материала от 57,2% до 68,2%. Таким образом, в результате наших исследований было доказано, что положительное влияние на укореняемость и нарастание корней положительно сказывалась обработка корневином, а на выход стандартных саженцем благоприятное воздействие оказывала обработка цирконом.

**Ключевые слова:** жимолость, зеленые черенки, регуляторы роста, корневин, гетероауксин, укореняемость, контроль, корневая система.

**Для цитирования:** Абрамова Г.В., Шаламова А.А., Абрамов А.Г., Кузнецова Ю.Н. Влияние перспективных регуляторов роста на укореняемость жимолости съедобной // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 8(4). С. 6-11

**Введение.** Ягодная культура, жимолость съедобная (*Lonicera caerulea L.*), является одной из наиболее ценных растений, которая обладает очень ранним плодоношением, богатой по содержанию витаминов и биологически активных веществ в соплодиях [1]. В условиях Республики Татарстан, жимолость съедобная обеспечивает очень раннее плодоношение. С каждым годом жимолость съедобная увеличивает спрос у садоводов и населения страны.

Для получения ранней витаминной продукции, чтобы удовлетворить этот спрос населения, требуется значительное количество посадочного материала. На данном этапе, существует необходимость в ее вегетативном размножении. При таком способе размножения жимолости съедобной позволяет получать однородное потомство этой ценной ягодной культуры [2]. Среди способов вегетативного размножения, зеленое черенкование обеспечивает возможность получить генетически однородные растения на собственных корнях [3]. На рост и развитие саженцев сортов жимолости съедобной оказывают влияние и применение некорневых подкормок [4]. Также вегетативное размножение позволит сохранять ценные качества форм и сортов жимолости. И наиболее эффективным способом, является размножение этой культуры зелеными

черенками, но в последнее время часто применяют клональное микроразмножение [5]. Так, наибольшую способность к регенерации корневой системы проявляют зеленые черенки и значительно отзываются на воздействие стимуляторов корнеобразователей, этот эффект доказывает и подтверждают в своих научных работах по размножению катальпы Jin'e Quan и др. [6].

Цель наших исследований – выявить влияния перспективных регуляторов роста на укореняемость зеленых черенков сортов жимолости съедобной в условиях Республики Татарстан.

Новизна исследований заключается в совершенствовании технологий и испытании новых сортов жимолости съедобной в условиях Предкамья Республики Татарстан для наращивания производства саженцев ранней культуры.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились в 2021-2022 годы в Учебном саду Казанского государственного аграрного университета. Климатические условия в предыдущие годы исследований при изучении некоторых сортов жимолости съедобной показали, что в Предкамье Республики Татарстан были благоприятными для роста и развития растений. На опытном участке почва

дерново-подзолистая, имеет легко - суглинистый механический состав.

Наиболее благоприятным сроком заготовки и укоренения зелёных черенков жимолости съедобной является вторая-третья декада июня, когда наблюдается замедление роста надземной части и начало созревания плодов. Об этом же сообщает С. В. Мухаметов, что «лучший срок зеленого черенкования для жимолости совпадает с появлением первых зрелых плодов на маточном растении» [7]. В условиях Республики Татарстан, эта фенофаза приходится на третью декаду июня – первую декаду июля. Метеорологические условия в 2021 года отличались от средних многолетних данных и был выше климатических норм. 2021 год для России в целом занял 15-е место в ранжированном по убыванию ряду среднегодовых температур с 1936 года, аномалия среднегодовой температуры воздуха (отклонение от среднего за 1961-1990 годы) составила +1,35°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически на всей территории страны (кроме Чукотки). Аномально теплым сезоном было лето: осредненная по РФ аномалия температуры составила +2,00°C – максимальная величина в ряду.

На укореняемость зеленых черенков жимолости влияют стимуляторы корнеобразования, сортовая особенность и продолжительность экспозиции черенков в водных растворах регуляторов роста [8, 9, 10]. В наших исследованиях опытные варианты черенков замачивали в растворах «Корневина» концентрацией 1 г на 1 литр воды и «Циркона» концентрацией 1 мл на 1 литр воды в течение 12 часов. Черенки на контрольном варианте выдерживали в воде.

Корневин – биостимулятор корнеобразования, в состав входит индолилмасляная кислота, попадая на растение, слегка раздражает его покровные ткани, чем стимулирует появление каллуса и корней. Дополнительно в состав препарата входят: фосфор, калий, марганец и молибден.

Биорегулятор «Циркон» – основой служит эхинацея пурпурная. Действующее вещество – гидроксикоричные кислоты. Высокоэкономичный препарат, действующий в очень малых дозах. Препарат стимулирует развитие мицелия полезных грибов, находящихся в симбиозе с корнями растений, и синтез фитогормонов, что приводит не только к усилению роста и развития корневой системы, но и к повышению устойчивости к заболеваниям различного происхождения и воздействию неблагоприятных факторов внешней среды.

Побеги заготавливали после массового сбора урожая, в 1-2 декаде июня, черенки нарезают длиной 15 – 20 см. В качестве субстрата использовали торф и песок в соотношении 1:1. Укоренение осуществляли в пленочной теплице с мелкодисперсной системой полива. Опыт проводился в 3-х кратной повторности, по схеме посадки 7×5 см. В течение

экспериментального периода проводились измерения по степени укоренения и развитию черенков. Выкопка укоренённых черенков проводится в начале октября. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [11]. Статистическую обработку экспериментальных данных проведена по Б. А. Доспехову (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. М.: Агрпромиздат. 1985. 351 с.)

Для увеличения посадочного материала ягодных древесных кустарников в технологии зеленым черенкованием, значимым приемом является обработка нижней части черенков регуляторами роста перед их посадкой в субстрат [12].

**Результаты и обсуждение.** В результате исследований выявлено, что применяемые стимуляторы корнеобразования показывают увеличение процента укореняемости зеленых черенков сортов жимолости съедобной, показатели роста укоренившихся черенков и корневой системы, а также выход стандартных саженцев, это доказывается, но на примере груши и черной смородины, и авторами А. В. Резвяковым, А. Г. Гуриным, С. В. Резвяковой и О. К. Тимушевым [13, 14]. Регенерационные процессы на черенках начинались с продольного растрескивания коры, нарастания каллуса и образования первичных и последующих корней согласуются данными автора J. X. Нiu [15]. Так же автором И.В. Зацепиной сообщается, что: «Любой стимулятор роста растений способствует, в первую очередь, развитию микроорганизмов в корневой зоне, что создает условия для появления колоний полезных микроорганизмов», тем самым позволяя лучшему образованию и нарастанию корневой системы [16].

Исследованиями установлено, что стимуляторы корнеобразования «Корневин» и «Циркон» обладают высокой ризогенной способностью при размножении сортов жимолости съедобной зелеными черенками, но оказывают неодинаковое влияние на укоренение и последующее развитие укоренившихся черенков.

Укореняемость зеленых черенков, при обработке их разными стимуляторами корнеобразования в вариантах опыта был выше, чем в варианте без обработки черенков (табл. 1).

Наибольшее влияние на зеленые черенки жимолости оказал препарат «Корневин». Обработка зеленых черенков жимолости съедобной сорта Голубое веретено, увеличила укореняемость на 25,2% в сравнении с контрольным вариантом. Наибольшая ризогенная способность при укоренении зеленых черенков наблюдалось у сорта Лазурная от обработки корневином, укореняемость увеличилась на 25,8%, у сорта Лакомка – на 20,1%. Черенки сорта Восторг показали процент укореняемости при применении корневина 83,5%, это 20,7% выше контрольного варианта.



## АГРОНОМИЯ

Таблица 1 - Влияние стимуляторов корнеобразования на укореняемость зелёных черенков сортов жимолости съедобной

Сорт (фактор А)	Вариант обработки (фактор В)	Укореняемость, %			
		2021 год	2022 год	среднее	% к контролю
Голубое Веретено	Контроль	65,4	67,2	66,3	100,0
	Корневин	82,5	81,3	81,9	125,2
	Циркон	71,3	74,2	72,8	111,2
Восторг	Контроль	69,2	69,2	69,2	100,0
	Корневин	83,1	83,9	83,5	120,7
	Циркон	71,9	70,9	71,4	103,2
Лакомка	Контроль	63,9	68,7	66,3	100,0
	Корневин	79,1	80,2	79,7	120,1
	Циркон	70,7	74,1	74,0	111,6
Лазурная	Контроль	64,7	71,1	67,9	100,0
	Корневин	89,9	80,9	85,4	125,8
	Циркон	71,7	74,9	73,3	108,0

Обработка зеленых черенков цирконом в сравнении с контрольным вариантом увеличивала процент укоренения, но была несколько ниже в сравнении с обработкой корневинном. Сорт Голубое веретено достигал 69,2%, Восторг 71,4%, Лакомка 74,0%, а сорт Лазурная 73,3%, в среднем за два года исследований.

Наименьший процент укоренения зеленых черенков был у сортов Голубое веретено и Лакомка и составил 66,3% в вариантах без обработки. Таким образом, обработка базальной части зеленых черенков сортов жимолости съедобной стимуляторами

корнеобразования значительно повысила укореняемость зеленых черенков. Наибольшее влияние на укореняемость зеленых черенков сортов жимолости оказала обработка «Корневин», полученный результат согласуется с данными Т.Б. Батыгиной и др. [17, 18].

Среди направленных воздействий на процессы регенерации у черенков придаточных корней наиболее результативным является применение регуляторов роста [19, 20]. Основным показателем физиологической активности стимуляторов роста является число корней (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние стимуляторов корнеобразования на нарастание среднего числа корней при укоренении зеленых черенков жимолости съедобной

Сорт (фактор А)	Вариант обработки (фактор В)	Среднее число корней, шт.			
		2021 год	2022 год	среднее	% к контролю
Голубое Веретено	Контроль	10,5	12,2	11,4	100
	Корневин	21,3	24,6	23,0	132
	Циркон	17,1	19,6	18,4	156
Восторг	Контроль	9,8	12,2	11,0	100
	Корневин	16,9	16,2	16,6	132
	Циркон	14,2	16,1	15,2	151
Лакомка	Контроль	10,8	12,3	11,6	100
	Корневин	23,1	26,2	24,7	138
	Циркон	17,8	19,3	18,6	167
Лазурная	Контроль	10,1	11,2	10,7	100
	Корневин	23,8	27,2	25,5	139
	Циркон	17,8	19,9	18,9	169

Среднее число корней при обработке черенков стимуляторами корнеобразования увеличивалось в сравнении с контрольным вариантом.

Наименьшее среднее число корней у укоренившихся зеленых черенков жимолости было при обработке зеленых черенков препаратом «Корневин» – от 132% до 139%.

Обработка зеленых черенков препаратом «Циркон» обеспечивала увеличение среднего числа корней на черенках в зависимости от сортов жимолости съедобной на 51-69%. Число корней при обработке черенков водой составило 10,7-11,6 шт., а использование стимулятора «Циркон» увеличило число корней

до 15,2-18,9 шт. на саженце. Очевидно, применение циркона способствует лучшей стимуляции корнеобразования, и в последующем влияет на качество саженцев сортов жимолости съедобной.

Исследования показали, что применение стимуляторов корнеобразования при укоренении зеленых черенков сортов жимолости съедобной значительно влияет на выход стандартных саженцев (табл. 3).

Применение циркона, который содержит в своем составе сложные эфиры на основе растворенных в спирте гидроксикоричных кислот, является биологическим корнеобразователем и иммуностимулятором.

Таблица 3 - Влияние обработки зелёных черенков жимолости съедобной стимуляторами корнеобразования на выход стандартных саженцев

Сорт (фактор А)	Вариант обработки (фактор В)	Выход стандартных саженцев, %			
		2021 год	2022 год	среднее	% к контролю
Голубое Веретено	Контроль	41,3	50,4	45,8	100
	Корневин	54,2	57,9	56,0	122
	Циркон	56,2	63,8	60,0	131
Восторг	Контроль	48,1	52,6	50,4	100
	Корневин	50,0	52,3	51,2	102
	Циркон	58,7	60,1	59,4	118
Лакомка	Контроль	47,7	47,9	47,8	100
	Корневин	52,8	54,9	53,9	113
	Циркон	56,8	57,7	57,2	120
Лазурная	Контроль	47,7	49,0	48,4	100
	Корневин	54,8	56,2	55,5	115
	Циркон	67,9	68,4	68,2	141

За счет иммуностимулирования циркон способствовал увеличению выхода стандартного посадочного материала жимолости съедобной, в сравнении с контрольным вариантом от 45,8% до 50,4% в зависимости от сорта. Наибольший выход стандартных саженцев жимолости был получен при обработке зелёных черенков сортов Лазурная и Восторг. Применение биорегулятора «Циркон» для обработки зелёных черенков сортов жимолости обеспечило выход стандартного посадочного материала от 57,2% до 68,2%.

**Выводы.** Способность к корнеобразованию зелёных черенков жимолости съедобной зависит от таких факторов как: сортовая особенность и регуляторов роста, что

доказывается нашими результатами.

Таким образом, в варианте с применением стимулятора «Корневин», выявлена более высокая укореняемость зелёных черенков сортов жимолости съедобной - от 13,6 до 18,3%, это объясняется изменением содержания эндогенных гормонов в черенках в ответ на обработку растительными гормонами, что влияет на укоренение черенков. Биорегулятор «Циркон» увеличивает количество черенков, с хорошо развитой корневой системой до 49-64%, а также увеличивает среднюю длину корней и их число. Максимальный выход стандартных саженцев показала обработка цирконом с лучшим результатом на сорте Лазурная 68,2%.

#### Литература

1. Сухоцкая С.Г., Бальцер М.А., Исаенко С.В. Роль регуляторов роста при размножении в Омской области жимолости зелёными черенками // Сельскохозяйственные науки. Вестник ОмГАУ. 2016. № 1(21). С. 4-9.
2. Krupa-Makiewicz M., Ochmian Ireneusz. Propagation of Blue Honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in *In Vitro* Culture // Journal of Basic & Applied Sciences. 2014. Vol. 10. pp. 164-169. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.22>
3. Тарасенко М. Т. Зелёное черенкование садовых и лесных культур. М.: ТСХА, 1991. 272 с.
4. Абрамова Г. В., Абрамов А. Г. Влияние некорневых подкормок на рост и развитие саженцев сортов жимолости съедобной в условиях Республики Татарстан // Современные направления и технологии в садоводстве, питомниководстве и овощеводстве: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Ижевск, 2022. С. 114-119.
5. Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz.) *in vitro* / Е. И. Куликова, С. С. Макаров, И. Б. Кузнецова, А. И. Чудецкий // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т.51. №4 С. 712–722. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-712-722>
6. Effects of Different Growth Regulators on the Rooting of *Catalpa bignonioides* Softwood Cuttings / Jin'e Quan, Ruoyi Ni, Yange Wang, Jiajia Sun, Mingyue Ma, and Huitao Bi // Life (Basel). 2022. No. 12(8): 1231. pp. 1-17. <https://doi.org/10.3390/life12081231>.
7. Мухаметова С. В., Панурова Н. М. Зелёное черенкование видов жимолости // Сельскохозяйственные науки. 2019. № 1-1. С. 115-117. <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2018-10437>
8. Резвякова С. В., Гурин А. Г., Резвякова Е. С. Размножение хвойных пород зелёными черенками с использованием новых биопрепаратов // Вестник Орловского ГАУ. 2017. № 2(65). С. 9-14. <https://doi.org/10.15217/484849>.
9. Плеханова М. Н., Хиткова В. И. Зелёное черенкование жимолости в Ленинградской области // Садоводство и виноградарство. 1990. № 9. С. 18-22.
10. Абрамова Г. В., Миникаев Р. В., Шаламова А. А. Адаптация сортов жимолости в условиях Предкамья Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2019. Т.14. №2(53). С. 5-9. [https://doi.org/10.12737/article\\_5d3e1616f3af3.70562538](https://doi.org/10.12737/article_5d3e1616f3af3.70562538)
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: Изд-во ВНИИСПК. 1999. 608 с.
12. Макаров С. С., Калашникова Е. А., Румянцева Е. П. Продуктивность растений жимолости съедобной

в зависимости от технологии их размножения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. Т. 39. № 3. С. 76–83. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2018.3.76>

13. Резвяков А. В., Гурин А. Г., Резвякова С. В. Влияние стимулятора роста нового поколения на продуктивность питомника груши // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. 36. № 2. С. 114-119

14. Тимушева О. К. Влияние стимуляторов корнеобразования на укоренение зеленых черенков сортов смородины черной // Современное садоводство. 2022. № 3. С. 53-67.

15. Comparative study on different methods for *Lonicera japonica* Thunb. micropropagation and acclimatization / J.X. Hui, S.Ch. Wen, Z.Y. Hua, L.X. Ming // J Med Plant Res. 2012. 6. pp. 4389–4393.

16. Зацепина И. В. Способность сортов и клоновых подвоев груши укореняться с помощью зеленых черенков с использованием регуляторов роста растений корневинов // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3. С. 9-15. [https://doi.org/10.52463/22274227\\_2022\\_43\\_9](https://doi.org/10.52463/22274227_2022_43_9)

17. Батыгина Т. Б., Васильева В. Е. Размножение растений. СПб.: Изд-во С.-Петербург. университета, 2002. 232 с.

18. Тарасенко М. Т. Размножение растений зелеными черенками. М.: Колос, 1967. 352 с.

19. Bishayee A., Roslin T.M., Thoppil J., Haznagy-Radnai E., Sipos P., Darvesh A.S., Folkesson H.G., Hohmann J. Anthocyanin-rich black currant (*Ribes nigrum* L.) extract affords chemoprevention against diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinogenesis in rats // The Journal of Nutritional Biochemistry. 2011. Vol. 22. № 11. pp. 1035-1046. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.09.001>

20. Jia N., Li T., Diao X., Kong B. Protective effects of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract on hydrogen peroxide-induced damage in lung fibroblast MRC-5 cells in relation to the antioxidant activity // Journal of Functional Foods. 2014. Vol. 11. pp. 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.011>.

#### Конфликт интересов

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

#### Сведения об авторах:

Абрамова Галина Викторовна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: gal4959@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5853-7242>

Шаламова Анна Алексеевна - кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: a6685025a@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3314-787X>

Абрамов Александр Геннадьевич - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: gal4959@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5532-0499>

Кузнецова Юлия Николаевна - ассистент, e-mail: ylika16@yandex.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

#### THE INFLUENCE OF PROMISING GROWTH REGULATORS ON THE ROOTABILITY OF EDIBLE HONEYSUCKLE

G. V. Abramova, A. A. Shalamova, A. G. Abramov, Yu. N. Kuznetsova

**Abstract.** To date, in Russia, both among scientists of various fields and among entrepreneurs of agro-industrial and forestry complexes, the demand for berry products and varietal planting material of edible honeysuckle has increased. One of the factors of increasing the efficiency of the horticulture industry in modern market conditions is high-quality planting material. Given the high labor intensity of planting material production and the lack of special equipment in nursery breeding, special attention should be paid to the introduction of effective methods and methods of reproduction. The most common way to obtain seedlings of berry crops is green cuttings. The increasing popularity of early berry crops causes an increase in demand for their planting material. To increase the production of seedlings, it is necessary to improve their cultivation technology. In addition, the variety of decorative advantages of honeysuckle attracts the attention of gardening specialists. The influence of growth regulators on the reproduction by green cuttings of four varieties of edible honeysuckle in the conditions of the Republic of Tatarstan has been studied. In the variant with the use of the stimulator "Kornevin", a higher percentage of rooting of cuttings was established compared to the control from 79.9 to 85.4%. Varietal influence on the rootability value was also noted, so the highest percentage of rooting of green cuttings was characterized in the Blue Spindle and Azure varieties - 81.9 and 85.4%. Treatments of green cuttings of edible honeysuckle with root formation stimulators had a significant impact on the yield of standard seedlings. The use of the drug "Zircon" for processing green cuttings of honeysuckle varieties provided the maximum yield of standard planting material in the experiment from 57.2% to 68.2%. Thus, as a result of our research, it was proved that the positive effect on the rooting and growth of roots was positively affected by the treatment with rhizome, and the output of standard seedlings was favourably affected by the treatment with zircon.

**Key words:** honeysuckle, green cuttings, growth regulators, rootin, heteroauxin, rooting, control, root system.

**For citation:** Abramova G.V., Shalamova A.A., Abramov A.G., Kuznetsova Yu.N. The influence of promising growth regulators on the rootability of edible honeysuckle. *Agrobiotechnologies and Digital agriculture*. 2023; 4(8): 6-11

#### References

1. Sukhotskaya S. G., Baltser M. A., Isaenko S. V. [The role of growth regulators during propagation of honeysuckle by green cuttings in the Omsk region. *Sel'skhozajstvennyye nauki. Vestnik OmGAU*]. 2016; 1(21): 4-9.

2. Krupa-Makiewicz M., Ochmian Ireneusz. Propagation of Blue Honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in In Vitro Culture. *Journal of Basic & Applied Sciences*. 2014; 10: 164-169. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.22>

3. Tarasenko M. T. Zelenoe cherenkovanie sadovyh i lesnyh kul'tur [Green cuttings of garden and forest crops]. М.: TSKhA. 1991: 272.

4. Abramova G. V., Abramov A. G. [The influence of foliar fertilizing on the growth and development of seedlings of edible honeysuckle varieties in the conditions of the Republic of Tatarstan] // *Sovremennye napravleniya i tehnologii v sadovodstve, pitomnikovodstve i ovoshhevodstve: materialy Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. Izhevsk*. 2022: 114-119.

5. Kulikova E. I., Makarov S. S., Kuznetsova I. B. [Features of cultivation of Russian and foreign varieties of edible honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz.) in vitro]. *Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv*. 2021; 51. 4: 712–722. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-712-722>

6. Jin'e Quan, Ruoyi Ni, Yange Wang Effects of Different Growth Regulators on the Rooting of Catalpa bignonioides Softwood Cuttings. *Life (Basel)*. 2022; 12(8): 1231. R. 1-17. <https://doi.org/10.3390/life12081231>.

7. Mukhametova S. V., Panurova N. M. [Green cuttings of honeysuckle species]. *Sel'skhozajstvennye nauki*. 2019; 1-1: 115-117. <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2018-10437>
8. Rezvyakova S. V., Gurin A. G., Rezvyakova E. S. [Reproduction of conifers by green cuttings using new biological products]. *Vestnik Orlovskogo GAU*. 2017; 2(65): 9-14.
9. Plekhanova M. N., Khitkova V. I. [Green cuttings of honeysuckle in the Leningrad region]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 1990; 9: 18-22.
10. Abramova G. V., Minikaev R. V., Shalamova A. A. [Adaptation of honeysuckle varieties in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. 2 (53): 5-9.
11. Sedova E. N., Ogoltsova T. P. *Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kultur [Program and methodology for studying varieties of fruit, berry and nut crops]*. Orel: Izd-vo VNIISPK. 1999. 608.
12. Makarov S. S., Kalashnikova E. A., Rummyantseva E. P. [Productivity of edible honeysuckle plants depending on the technology of their reproduction]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Serija: Les. Jekologija. Pririodopol'zovanie*. 2018; 39. 3: 76–83. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2018.3.76>
13. Rezvyakov A. V., Gurin A. G., Rezvyakova S. V. [The influence of a new generation growth stimulator on the productivity of a pear nursery] *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*. 2013; 36. 2: 114-119
14. Timusheva O. K. [The influence of root formation stimulants on the rooting of green cuttings of black currant varieties]. *Sovremennoe sadovodstvo*. 2022; 3: 53-67.
15. Hui J. X., Wen S. Ch., Hua Z. Y. Comparative study on different methods for *Lonicera japonica* Thunb. micro-propagation and acclimatization. *J Med Plant Res*. 2012; 6: 4389–4393.
16. Zatssepina I. V. [The ability of pear varieties and clonal rootstocks to take root using green cuttings using root plant growth regulators]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2022; 3: 9-15. [https://doi.org/10.52463/22274227\\_2022\\_43\\_9](https://doi.org/10.52463/22274227_2022_43_9)
17. Batygina T. B., Vasilyeva V. E. *Razmnozhenie rastenij [Plant propagation]*. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. Universiteta. 2002. 232
18. Tarasenko M. T. *Razmnozhenie rastenij zelenymi cherenkami [Reproduction of plants by green cuttings]*. M.: Kolos, 1967. 352.
19. Bishayee A., Roslin T. M., Thoppil J. Anthocyanin-rich black currant (*Ribes nigrum* L.) extract affords chemoprevention against diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinogenesis in rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2011; 22. 11: 1035-1046. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.09.001>
20. Jia N., Li T., Diao X., Kong B. Protective effects of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract on hydrogen peroxide-induced damage in lung fibroblast MRC-5 cells in relation to the antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*. 2014; 11: 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.011>.

**Conflict of interests**

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

**Authors:**

Abramova Galina Viktorovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: gal4959@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5853-7242>

Shalamova Anna Alekseevna - Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: a6685025a@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3314-787X>

Abramov Alexander Gennadievich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: gal4959@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5532-0499>

Kuznetsova Yulia Nikolaevna - Assistant, e-mail: ylika16@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО  
ЗЕРНА СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ПОЛБЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****М. Ф. Амиров, П. Г. Семенов, С. И. Новоселов**

**Реферат.** Количество и качество получаемых урожаев пшеницы полбы (*Triticum dicoccum*) во многом зависит от обоснованного выбора сорта, использования необходимых элементов питания, при оптимальных количествах в критические фазы развития растений для конкретных почвенно-климатических условий. Цель исследований – оценка влияния некорневых подкормок азотными удобрениями на продуктивность сортов пшеницы полбы. Полевые опыты были проведены в 2021-2022 годы на серых лесных почвах ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агрохимические показатели участка: содержанием гумуса 3,6%, подвижного фосфора по Кирсанову в модификации ЦИНАО 262 мг/кг, обменного калия 125-185 мг/кг, кислотностью почвы – 6,2 рН. Дозы минеральных удобрений установили расчётно-балансовым методом на получение 3 т/га зерна, которые составили  $N_{35}P_{23}K_5$ . Однократную некорневую подкормку проводили в фазе выхода в трубку дозой  $N_{15}$ , а двухкратную в фазе выхода в трубку дозой  $N_{7,5}$  и колошения дозой  $N_{7,5}$ . На расчётном фоне минеральных удобрений  $N_{35}P_{23}K_5$  за годы исследований прибавка урожайности в сравнении с контролем по полбе образец к-10456 составила 0,28 т/га, по сорту Руно – 0,15 т/га. Использование на расчётном фоне удобрений одной некорневой подкормки дозой  $N_{15}$  в фазе выхода в трубку пшеницы обеспечило по полбе к-10456 0,33 т/га прибавки, по сорту Руно – 0,20 т/га. Использование на этом же фоне двух некорневых подкормок дозами по  $N_{7,5}$  в фазе выхода в трубку и колошения обеспечили прибавку по полбе к-10456 0,52 т/га, а по сорту Руно только 0,12 т/га. Фон минерального питания и некорневые подкормки способствовали формированию более крупного зерна, по сравнению с контролем по обоим сортам пшеницы полбы, а также не допустили большого снижения массовой доли белка в зерне.

**Ключевые слова:** пшеница полба (*Triticum dicoccum*), всхожесть, сохранность всходов, удобрения, некорневые подкормки, урожайность.

**Для цитирования:** Амиров М.Ф., Семенов П.Г., Новоселов С.И. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сортов пшеницы полбы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. №4 (8). С. 12-17

**Введение.** Пшеница двузернянка (*Triticum dicoccum*) является древнейшей культурой, который человек начал возделывать. Но со временем посевные площади этого вида пшеницы начали уменьшаться из-за того, что ее место начала занимать более урожайный вид – мягкая пшеница (*Triticum aestivum*). Пшеница двузернянка может легко произрастать на бедных почвах, и подходит для органического земледелия [1, 2, 3]. Кроме того, двузернянка имеет широкую экологическую пластичность, засухоустойчивость и другие важные адаптационные признаки [4, 5, 6]. Еще одним достоинством этой культуры является наличие плотно прилегающих к зерновке цветковых чешуй, которые защищают ее от различных патогенов. Все эти качества являются основой для получения экологически безопасной продукции [7, 8].

Исследования показывают, что внекорневая подкормка пшеницы в фазах кущения, выхода в трубку и колошения может значительно повысить урожайность и качество зерна. Однако, оптимальные результаты достигаются при подкормке через листья растений в фазу репродуктивного развития пшеницы. Этот метод подкормки позволяет быстрее и непосредственно поставлять питательные вещества в растение, улучшая его питание и способствуя активному формированию зерен [9]. Неоспоримо, для повышения урожайности необходимо создать оптимальные условия,

учитывая биологические особенности определенного сорта [10]. Многие исследователи подчеркивают важность использования азотных удобрений для повышения урожайности и качества зерна пшеницы [11, 12]. Азот является одним из основных питательных веществ для растений и играет ключевую роль в их росте и развитии [13, 14, 15]. Различные виды пшеницы не одинаково реагируют на азотные подкормки, при этом значение имеют также способы и сроки внесения азотных подкормок [16, 17, 18].

Цель исследований – оценка особенностей влияния некорневых подкормок азотными удобрениями на продуктивность сортов пшеницы полбы.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились с пшеницей полбой образец к-10456 (Коллекционный образец ВИР им. Вавилова «к-10456» *Triticum dicoccum* var. *serbicum*) и сортом Руно (*Triticum dicoccum* var. *aeruginosum*) 2021-2022 годы на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Семена соответствовали посевным стандартам качества. Почвы экспериментального участка серые лесные, среднесуглинистые. Агрохимический состав: содержание гумуса по Тюрину 3,6%, подвижного фосфора – 262 мг/кг (по Кирсанову), обменного калия – 125...185 мг/кг (по Кирсанову), кислотность почвы – 6,2 рН. Дозы минеральных удобрений установили расчётно-балансовым методом

на получение 3 т/га зерна, которые составили  $N_{35}P_{23}K_5$  (Основное удобрение: Аммиачная селитра, суперфосфат двойной, калий хлористый, для подкормок карбамид). Однократную некорневую подкормку проводили в фазе выхода в трубку дозой  $N_{15}$ , а двухкратную в фазе выхода в трубку дозой  $N_{7,5}$  и колошения дозой  $N_{7,5}$ . Предшественник – озимая пшеница. В полевых опытах придерживались общепринятой агротехники, за исключением изучаемых вариантов.

Схемой полевого опыта предусматривались изучение следующих факторов и вариантов:

Сорта пшеницы полбы (фактор А) – образец к-10456 и Руно.

Фон минерального питания и некорневые подкормки (фактор В):

1. Без удобрений (контроль);
2. Расчёт минеральных удобрений на урожайность зерна в 3 т/га ( $N_{35}P_{23}K_5$ );
3. Расчёт удобрений на урожайность зерна в 3 т/га ( $N_{35}P_{23}K_5$ ) и одна некорневая подкормка дозой  $N_{15}$ ;
4. Расчёт удобрений на урожайность зерна в 3 т/га ( $N_{35}P_{23}K_5$ ), некорневые подкормки в фазе выхода в трубку и в фазе колошения дозой  $N_{7,5}$  (карбамид).

Норма высева 4,5 млн всхожих семян на гектар, глубина заделки 5 см. Площадь делянки – 26 м<sup>2</sup>. Повторность – 4-х кратная. Наблюдения за посевами осуществляли по

методикам Государственного сортоиспытания. Содержание NPK в почве и в растениях определяли в лаборатории ФГБУ «Центр агрохимической службы «Татарский». Биологическую урожайность и его структуру определяли методом снопового анализа. Уборку урожая осуществляли по делянкам в фазу полной спелости. Учёт урожайности проводили с пересчётом на стандартную 14% влажность и 100% чистоту зерна.

Качественные показатели зерна были определены в соответствии со стандартными методиками в лаборатории Центра агроэкологических исследований ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Статистическую обработку полученных результатов проводили по Б. А. Доспехову (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // 5-е изд. М.: Агропромиздат. - 1985. 351 с.).

**Результаты и обсуждение.** Метеорологические условия в вегетационный период пшеницы полбы в 2021 году были не благоприятными (рис. 1). С фазы кушения до созревания период был засушливым, гидротермический коэффициент за май, июнь, июль, август составили соответственно 0,63, 0,32, 0,35, 0,35. В 2022 году недостаточное количество тепла в мае не позволило начать полевые работы в оптимальные сроки, но в дальнейшем равномерное повышение суммы активных температур в июне-августе повлияли положительно на рост и развитие яровой пшеницы.

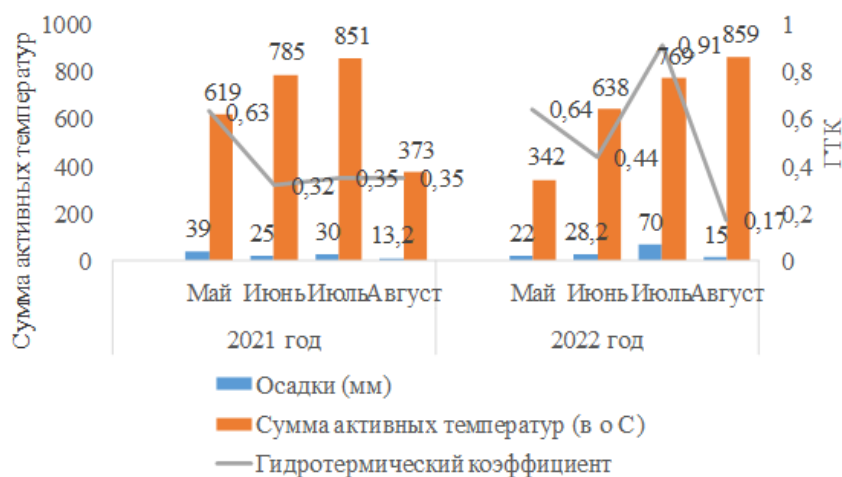


Рис. 1 - Метеорологические условия в вегетационный период пшеницы полбы за годы исследований

В 2021 году количество всходов пшеницы полбы по образцу к-10456 составили 67,3 ... 71,3%, по сорту Руно – 63,3 ... 67,3%, а в 2022 году по образцу к-10456 – 83,1 ... 89,1%, по сорту Руно – 69,1 ... 72,7% (рис. 2, 3). За два года исследований полевая всхожесть у образца к-10456 чуть выше, чем по сорту Руно. Фон минерального питания не повлиял на этот показатель.

Использование расчётных доз минеральных удобрений и азотных подкормок способствовали лучшему сохранению

количества всходов к уборке у обоих сортов пшеницы полбы.

Внесение  $N_{35}P_{23}K_5$  и некорневые подкормки в фазе выхода в трубку, колошения дозой  $N_{7,5}$  увеличили сохранность растений по сравнению с контролем у образца к-10456 на 2,2 ... 3%, у сорта Руно – на 2,2%.

Фон минерального питания и некорневые подкормки не оказали влияния на ростовые процессы пшеницы полбы в 2021 году, когда с мая по август выпало малое количество осадков 97 мм.

## АГРОНОМИЯ

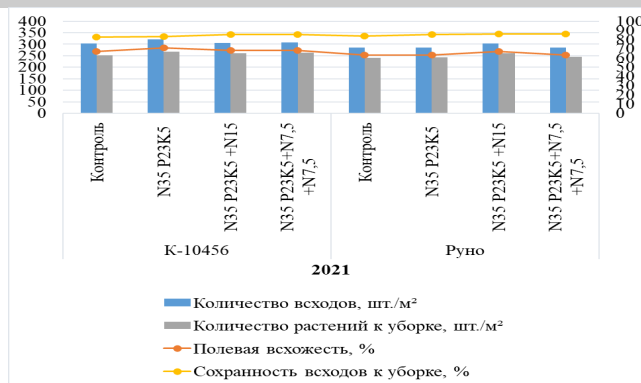


Рис. 2 - Полевая всхожесть и сохранность растений (%) сортов пшеницы полбы в зависимости от использования некорневых подкормок, 2021 год

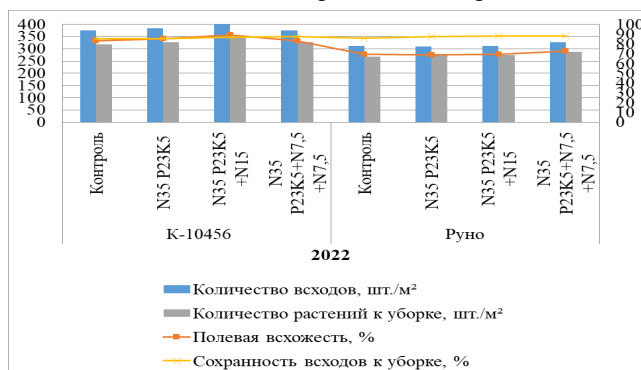


Рис. 3 - Полевая всхожесть и сохранность растений (%) сортов пшеницы полбы в зависимости от использования некорневых подкормок, 2022 год

Особенно нехватка осадков наблюдалось в первой и второй декадах июня, составив всего 3% от нормы, а средняя температура воздуха составила 20,7°С, что превысило среднегодовое значение на 23%.

Увеличение числа продуктивных стеблей к уборке на единицу площади в 2021 году по образцу к-10456 на удобренном фоне

составило на 17...42 шт./м<sup>2</sup>, в 2022 – на 10...17 шт./м<sup>2</sup>, а по сорту Руно в 2021 году на 6...22 шт./м<sup>2</sup>, в 2022 году на 34...38 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1). На вариантах, где использовали удобрения и азотные подкормки увеличились и другие биометрические показатели: длина стебля, число зерен в колосе, масса зерна с 1 колоса.

Таблица 1 – Элементы структуры урожайности пшеницы полбы в зависимости от использования некорневых подкормок, 2021-2022 годы

Некорневые подкормки (В)	Годы	Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
Образец к-10456 (А)						
Контроль	2021	254	99	4,3	22	0,56
	2022	430	101	4,5	23	0,79
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub>	2021	271	103	4,6	24	0,66
	2022	447	105	5,1	25	0,85
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>15</sub>	2021	271	106	4,6	24	0,65
	2022	440	105	4,7	25	0,86
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>7,5</sub> + N <sub>7,5</sub>	2021	296	99	4,7	24	0,67
	2022	424	103	5,0	26	0,96
Сорт Руно (А)						
Контроль	2021	242	71	4,2	22	0,66
	2022	299	72	4,6	24	0,94
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub>	2021	250	69	4,5	24	0,76
	2022	333	78	4,2	22	0,90
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>15</sub>	2021	264	72	4,5	24	0,78
	2022	337	76	4,2	22	0,87
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>7,5</sub> + N <sub>7,5</sub>	2021	248	70	4,5	24	0,82
	2022	337	75	4,0	21	0,81

## АГРОНОМИЯ

Сравнительно большое увеличение продуктивной кустистости по удобренному фону по сорту Руно в 2022 году по сравнению с контролем снизило массу зерна с 1 колоса на 0,04 ... 0,12 г.

Урожайность зерна пшеницы полбы по образцу к-10456 на контроле составила в 2021 году – 1,18 т/га, в 2022 – 3,40 т/га, а по сорту Руно на контроле в 2021 – 1,60 т/га, в 2022 – 2,77 т/га (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность сортов пшеницы полбы (т/га) в зависимости от использования некорневых подкормок, 2021-2022 годы

Некорневые подкормки (В)	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю	
	2021 год	2022 год	Средняя за 2021-2022 годы	т/га	%
Образец к-10456 (А)					
Контроль	1,18	3,40	2,29	-	-
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub>	1,49	3,65	2,57	0,28	12,2
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>15</sub>	1,47	3,76	2,62	0,33	14,4
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>7,5</sub> + N <sub>7,5</sub>	1,65	3,97	2,81	0,52	22,7
Сорт Руно					
Контроль	1,60	2,77	2,19	-	-
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub>	1,84	2,84	2,34	0,15	6,8
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>15</sub>	1,90	2,88	2,39	0,20	9,1
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>7,5</sub> + N <sub>7,5</sub>	1,94	2,68	2,31	0,12	5,5
НСР <sub>05</sub> т/га для	(А)=0,062; (В, АВ) =0,49; (частных средних) =0,49	(А)=0,069; (В, АВ) =0,56; (частных средних) =0,56			

На расчётном фоне минеральных удобрений N<sub>35</sub>P<sub>23</sub>K<sub>5</sub> за годы исследований прибавка урожайности в сравнении с контролем по образцу к-10456 составила 0,28 т/га, по сорту Руно – 0,15 т/га. Использование на расчётном фоне удобрений одной некорневой подкормки дозой N<sub>15</sub> в фазе выхода в трубку пшеницы обеспечило по образцу к-10456 0,33 т/га прибавки, по сорту Руно – 0,20 т/га. Использование на этом же фоне двух некорневых подкормок дозами по N<sub>7,5</sub> в фазе выхода в трубку и колошения обеспечили прибавку по образцу к-10456 0,52 т/га, а по сорту Руно только 0,12 т/га.

У многих сортов яровой пшеницы при формировании сравнительно больших урожаев качественные показатели зерна, как

содержание белка, содержание клейковины уменьшаются. В 2021 засушливом году при формировании не большой урожайности масовая доля белка в зерне образца к-10456 в среднем достигла 21,0%, а по сорту Руно – 19,7%, а в 2022 более благоприятном году эти показатели снизились по образцу к-10456 до 14,2%, по сорту Руно до 15,0% (табл. 3). Фон минерального питания и некорневые подкормки способствовали формированию более крупного зерна, по сравнению с контролем по обеим сортам пшеницы полбы, а также не допустили большого снижения массовой доли белка в зерне.

У сорта Руно по сравнению с образцом к-10456 масса 1000 зерен в среднем за 2021-2022 годы была больше на 4,8 г.

Таблица 3 – Показатели качества зерна сортов пшеницы полбы в зависимости от фона питания и некорневых подкормок, 2021-2022 годы

Некорневые подкормки (В)	Массовая доля белка, %			Масса 1000 зерен, г		
	2021 год	2022 год	средняя	2021 год	2022 год	средняя
Образец к-10456 (А)						
Контроль	21,2	13,8	17,5	25,6	34,3	30,0
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub>	21,9	14,9	18,4	27,3	34,2	30,8
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>15</sub>	20,5	14,3	17,4	27,2	34,3	30,8
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>7,5</sub> + N <sub>7,5</sub>	20,2	13,7	17,0	27,8	36,9	32,4
По сорту	21,0	14,2	17,6	27,0	34,9	31,0
Сорт Руно (А)						
Контроль	20,4	15,1	17,8	29,3	39,0	34,2
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub>	21,6	14,5	18,1	31,7	41,1	36,4
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>15</sub>	18,3	15,3	16,8	32,4	39,6	36,0
N <sub>35</sub> P <sub>23</sub> K <sub>5</sub> + N <sub>7,5</sub> + N <sub>7,5</sub>	18,5	15,2	16,9	34,3	38,4	36,4
По сорту	19,7	15,0	17,4	31,9	39,5	35,8

Использование на расчётном фоне удобрений одной некорневой подкормки дозой N<sub>15</sub>

в 2022 году обеспечило повышение содержания белка по сравнению с контролем у



образца к-10456 на 0,5%, у сорта Руно – 0,2%.

**Выводы.** Внесение  $N_{35}P_{23}K_5$  и некорневые подкормки в фазе выхода в трубку, колошения дозой  $N_{7,5}$  увеличили сохранность растений по сравнению с контролем у образца к-10456 на 2,2 ... 3%, у сорта Руно – на 2,2%. На вариантах, где использовали удобрения и азотные подкормки по обоим сортам пшеницы полбы

увеличились число продуктивных стеблей, длина стебля, число зерен в колосе, масса зерна с I колоса.

Использование на расчётном фоне удобрений одной некорневой подкормки дозой  $N_{15}$  в фазе выхода в трубку пшеницы обеспечило по образцу к-10456 0,33 т/га прибавки, по сорту Руно – 0,20 т/га.

#### Литература

1. Vlahova V. Bio Fertilizers - an environmentally friendly approach in modern agriculture. Overview // Scientific Fellowship for Agricultural and Forest Science, 2013. XII (3-4). 70-76.
2. Guliani A, Karagöz A, Zencirci N: Emmer (Triticum dicoccum) production and market potential in marginal mountainous areas of Turkey // Mountain Research and Development. 2009. 29(3). 220-229.
3. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхугдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Плодородие. 2020. № 3 (114). С.60-62. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.18>.
4. Муслимов М. Г., Исмагилов А.Б. Полба – ценная зерновая культура // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3. С.40-42.
5. Туганаев А.В., Туганаев В.В. Природа и растения Волжско-Камской Булгарии по материалам письменных и археологических источников // Ботанический журнал. 2008. Т.93. № 4. С.610-620.
6. Удачин Р. А. Полба забытая в России зерновая культура // Земля русская. 2002. № 2. С.8-15.
7. Хмелева Е. В. Использование зерна полбы в технологии зернового хлеба повышенной пищевой ценности // Индустрия питания. 2023. Т. 8, № 1. С. 64-73. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-1-7>.
8. Воробейников Т. А., Кондрат С. В. Продуктивность полбы и мягкой яровой пшеницы // Земледелие. 2007. № 5. С. 27-111.
9. Ирнazarов И., Хасанова Р. З. Экономическая эффективность подкормок карбамидом сортов озимой мягкой пшеницы в условиях орошаемого земледелия Узбекистана // Владимирский земледелец. 2020. № 1 (91). С. 26-29. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10105>.
10. Устойчивость сортов озимой пшеницы к неблагоприятным условиям произрастания и их урожайность / В. Д. Маркин, П. В. Маркин, Ю. В. Щекочихина, П. Б. Щетинин // Наука и Образование. 2021. Т. 4, № 3.
11. 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>.
12. Ухов П. А. Влияние различных доз некорневой подкормки карбамидом на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Том 1(12). Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. С. 186-189.
13. Буштейвич В. Н., Дробудько И. Е. Влияние некорневой азотной подкормки яровой мягкой пшеницы на натуру и белковость зерна // Земледелие и селекция в Беларуси. 2021. № 57. С. 40-44.
14. Хасанова Р. З. Влияние подкормки раствором карбамида через листья на урожай зерна сортов озимой мягкой пшеницы // Оптимальное питание растений и восстановление плодородия почв в условиях ведения традиционной и органической систем земледелия: Материалы 53-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Александра Васильевича Петербургского, Москва, 24–25 октября 2019 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2019. С. 170-175.
15. Бирюкова О. В., Бирюков К. Н., Кадушкина В. П. Влияние агротехнических приемов и экологических условий на качество зерна яровой твердой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 2 (34). С. 103-108. doi: <http://10.24411/2309-348X-2020-11177>.
16. Влияние способов и сроков внесения КАС на химический состав растений, урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till / А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, Д. А. Мельников [и др.] // Земледелие. 2023. № 7. С. 28-32. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-28-32>.
17. Эффективность применения различных форм азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы / И. А. Бобренко, В. И. Попова, В. П. Кормин [и др.] // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы: материалы II Всероссийской (национальной) конференции, Омск, 26 мая 2022 года. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. С. 211-218.
18. Логинова А. С. Эффективность некорневой подкормки карбамидом при выращивании различных сортов яровой пшеницы // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Том 2 (13). Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 53-55.

#### 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](mailto:m.f.amirof@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>  
 Семенов Павел Геннадьевич - аспирант, e-mail: [sem\\_pavel\\_97@mail.ru](mailto:sem_pavel_97@mail.ru)  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия  
 Новоселов Сергей Иванович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0009-0009-9354-8967>  
 Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Россия.

INFLUENCE OF FOLIAR FEEDINGS ON THE YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPELLED WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE PREDKAMYE REPUBLIC OF TATARSTAN

M. F. Amirov, P. G. Semenov, S. I. Novoselov

**Abstract.** The quantity and quality of the resulting crops of spelled wheat (*Triticum dicoccum*) largely depends on the informed choice of variety, the use of necessary nutrients in optimal quantities during critical phases of plant development in specific soil and climatic conditions. The purpose of these studies is to assess the effect of foliar fertilizing with nitrogen fertilizers on the productivity of spelled wheat varieties. Field experiments were carried out in 2021-2022 on gray forest soils of Agrobiotechnopark LLC at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Agrarian University". Agrochemical indicators of the site: humus content 3.6%, mobile phosphorus according to Kirsanov in the TsINAO modification 262 mg/kg, exchangeable potassium 125-185 mg/kg, soil acidity – 6.2 pH. Doses of mineral fertilizers were established using the calculation-balance method to obtain 3 t/ha of grain, which amounted to  $N_{35}P_{23}K_5$ . A single foliar feeding was carried out in the booting phase with a dose of  $N_{15}$ , and twice in the booting phase with a dose of  $N_{7.5}$  and heading with a dose of  $N_{7.5}$ . Against the calculated background of mineral fertilizers  $N_{35}P_{23}K_5$  over the years of research, the increase in yield compared to the control for the Volzhsky variety was 0.28 t/ha, for the Runo variety - 0.15 t/ha. The use of one foliar feeding with a dose of  $N_{15}$  against the calculated background of fertilizers in the wheat booting phase provided an increase of 0.33 t/ha for the  $\kappa$ -10456 variety, and 0.20 t/ha for the Runo variety. Against the same background, the use of two foliar fertilizers with doses of  $N_{7.5}$  in the booting and heading phase provided an increase of 0.52 t/ha for the  $\kappa$ -10456 variety, and only 0.12 t/ha for the Runo variety. The background of mineral nutrition and foliar feeding contributed to the formation of larger grains, compared with the control for both spelled wheat varieties, and also did not allow a large decrease in the mass fraction of protein in the grain.

**Key words:** spelled wheat (*Triticum dicoccum*), germination, survival of seedlings, fertilizers, foliar feeding, yield.

**For citation:** Amirov M.F., Semenov P.G., Novoselov S.I. The influence of foliar top dressing on the yield and quality of grain of spelt wheat varieties in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2023; 4(8): 12-17

References

- Vlahova V. Bio Fertilizers - an environmentally friendly approach in modern agriculture. Overview. *Scientific Fellowship for Agricultural and Forest Science*, 2013; XII (3-4): 70-76.
- Guliani A., Karagöz A, Zencirci N. Emmer (*Triticum dicoccum*) production and market potential in marginal mountainous areas of Turkey. *Mountain Research and Development*. 2009; 29(3): 220-229.
- Shaykhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Serzhanova A. R. [Role of the precursor as an element of organic farming in the cultivation of spelt wheat in the conditions of the Predkamsk zone of the Republic of Tatarstan]. *Plodorodie*. 2020; 3 (114): 60-62. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.18>.
- Muslimov M. G., Ismagilov A. B. [Spelt - a valuable grain crop]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2012; № 3: 40-42.
- Tuganaev A. V., Tuganaev V. V. [Nature and plants of the Volga-Kama Bulgaria on the materials of written and archaeological sources]. *Botanicheskij zhurnal*. 2008; T.93. № 4: 610-620.
- Udachin R. A. [Spelt is a forgotten grain crop in Russia]. *Zemlja russkaja*. 2002; 2: 8-15.
- Khmeleva E. V. [Use of spelt grain in the technology of grain bread of increased nutritional value]. *Industrija pitaniya*. 2023; 8. 1: 64-73. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-1-7>.
- Vorobeinikov T.A., Kondrat S.V. [Productivity of spelt and soft spring wheat]. *Zemledelie*. 2007; 5: 27-111.
- Irnazarov I., Khasanova R.Z. [Economic efficiency of urea fertilization of winter soft wheat varieties in the conditions of irrigated farming in Uzbekistan]. *Vladimirskij zemledec*. 2020; 1(91): 26-29. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10105>.
- Markin V. D., Markin P. V., Sheheokhikhina Y. V. [Resistance of winter wheat varieties to unfavorable growing conditions and their yield]. *Nauka i Obrazovanie*. 2021; 4, 3: 45-49.
- Amirov M. F., Tsvetkov T. S. [Responsiveness of winter wheat to feeding with complex concentrated fertilizer in the conditions of Predkamyie of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2022; 4(4): 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-12-18>.
- Ukhov P. A. [Effect of different doses of foliar fertilization with urea on yield and grain quality of spring wheat varieties]. *Nauchnye trudy studentov Izhevskoj GSHA / FGBOU VO Izhevskaja GSHA*. 2021; 1(12): 186-189.
- Bushtevich V. N., Drobudko I. E. [Influence of foliar nitrogen fertilization of spring soft wheat on grain naturalness and protein content]. *Zemledelie i selekcija v Belarusi*. 2021; 57: 40-44.
- Khasanova R. Z. [Effect of fertilization with urea solution through leaves on grain yield of winter soft wheat varieties]. *Optimal'noe pitanie rastenij i vosstanovlenie plodorodija pochv v uslovijah vedenija tradicionnoj i organicheskij sistem zemledelija. Materialy 53-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh, specialistov-agrohimikov i jekologov, posvjashhennoj 115-letiju so dnja rozhdenija professora Aleksandra Vasil'evicha Peterburgskogo, Moskva, 24-25 oktjabrja 2019 goda. Moskva: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut agrohimii imeni D.N. Prjanishnikova*, 2019: 170-175.
- Biryukova O. V., Biryukov K. N., Kadushkina V. P. [Influence of agrotechnical practices and environmental conditions on the quality of spring durum wheat grain]. *Zernobobovye i krupjanye kultury*. 2020; 2(34): 103-108. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11177>.
- Esaulko A. N., Ozheredova A. Yu., Melnikov D. A. [Effect of methods and timing of UAN application on the chemical composition of plants, yield and grain quality of winter wheat cultivated under No-till technology]. *Zemledelie*. 2023; 7: 28-32. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-28-32>.
- Bobrenko I. A., Popova V. I., Kormin V. P. [Effectiveness of the use of different forms of nitrogen fertilizers in the cultivation of spring wheat]. *Racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov: teorija, praktika i regional'nye problemy: materialy II Vserossijskoj (nacional'noj) konferencii, Omsk, 26 maja 2022 goda. Omsk: Omskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni P.A. Stolypina*, 2022: 211-218.
- Loginova A. S. [Effectiveness of foliar fertilization with urea in the cultivation of different varieties of spring wheat]. *Nauchnye trudy studentov Izhevskoj GSHA. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaja GSHA*, 2021; 2 (13): 53-55.

Conflict of interests

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

Authors:

Amirov Marat Fuatovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of 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  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Novoselov Sergey Ivanovich, - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0009-0009-9354-8967>

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

## ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ ПОЧВ

## ПРЕДВОЛЖЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

М. Ю. Гилязов, А. А. Лукманов, Д. Ф. Зарипов

**Реферат.** Цель исследования – оценка динамики гумусного состояния пахотных почв в увязке с особенностями распределения типов и подтипов почв в муниципальных районах Предволжья Республики Татарстан (РТ). Территория Предволжья занимает 1014,3 тыс. га, что составляет около 15% от площади РТ. В состав Предволжья входят 8 муниципальных районов: Апастовский, Буинский, Верхнеуслонский, Дрожжановский, Зеленодольский, Кайбицкий, Камско-Устьинский и Тетюшский. Обобщены результаты почвенных и агрохимических обследований, проведенные ФГБУ ЦАС «Татарский» в течение последних 35 лет. Впервые пахотные почвы изучаемого региона на содержание гумуса были обследованы в 1986-1990 годы (IV цикл агрохимического обследования). Определение гумуса проведено по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО. Установлено, что в почвенном покрове двух муниципальных районов (Буинский и Дрожжановский) преобладают высокоплодородные черноземы, а в остальных шести районах серые лесные почвы. Сравнение распространенности основных типов почв в Предволжье и в целом в РТ показывает, что исследуемый регион представляется миниатюрной копией Татарстана: в обоих случаях доминантными являются серые лесные почвы, а субдоминантными – черноземы. Отмечается, что за 35 лет площадь пашни региона сократилась на 57 тыс. га, предположительно за счет вывода из сельскохозяйственного оборота менее плодородных земельных участков. Указывается, что данное обстоятельство в определенной мере стабилизировало гумусное состояние почв, остающихся в составе пашни. Средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое по циклам агрохимического обследования почв исследуемого региона варьировало в пределах: от 4,42 до 4,82%, однако, эти колебания оказались статистически несущественными ( $r = -0,06$ ). Положительная корреляция и максимальная высокая степень зависимости средневзвешенного содержания гумуса была от суммарной доли черноземных и темно-серых лесных почв ( $R^2 = 0,96$ ).

**Ключевые слова:** агрохимическое обследование, почвенный покров, черноземы, нечерноземные почвы, гумус, динамика, корреляция.

**Для цитирования:** Гилязов М.Ю., Лукманов А.А., Зарипов Д.Ф. Почвенный покров и гумусное состояние пахотных почв Предволжья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 18-25

**Введение.** Первейшим условием устойчивого развития агропромышленного комплекса страны является сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения [1]. Плодородие сельскохозяйственных угодий во взаимодействии с другими природными условиями составляет особую производственную силу земли, существенно влияющую на производительность труда в земледелии и себестоимость растениеводческой продукции [2, 3].

Для эффективного ведения растениеводческой отрасли, получения высоких урожаев хорошего качества и сохранения плодородия почв необходим постоянный мониторинг плодородия сельскохозяйственных земель и оптимизация на этой базе почвенных свойств и режимов [4]. В связи с этим особую ценность приобретают материалы систематического обследования сельскохозяйственных земель агрохимической службой страны, сопряженное изучение влияния длительного применения удобрений и химических мелиорантов на продуктивность культур и плодородие почв [5, 6].

За годы существования агрохимической службы в каждом регионе накоплены уникальные материалы почвенных и агрохимических обследований, которые, на наш взгляд, должны быть основой для решения теоретических и практических задач применения удобрений

и воспроизводства плодородия почв [7]. К сожалению, во многих случаях эти уникальные материалы, собранные несколькими поколениями агрохимиков, почвоведов и специалистов сельскохозяйственных предприятий, до сих пор остаются анализированными в явно недостаточной степени, со временем могут быть утрачены безвозвратно.

Содержание в почвах органических веществ многими исследователями рассматривается в качестве главного показателя почвенного плодородия, так как именно наличие органического вещества отличает почву от материнской породы. Органические вещества, особенно его специфическая часть – гумус, играет ведущую роль во многих почвенных процессах [8, 9]. Количественный и качественный состав гумусовых веществ оказывают существенное влияние на обеспеченность почвы многими питательными элементами, структурность [10] и водно-физические свойства, поглощательную способность, буферность, биологическую активность и экологическую устойчивость педосферы [11].

Важная роль гумусовых веществ в улучшении водно-физических свойств почвы обуславливается тем, что они, склеивая мелкие частички создают агрономически наиболее ценную водопропускную структуру, особенно при наличии в их составе кальция и железа [12, 13]. Структурные агрегаты, образующиеся без участия органического

вещества, как это имеет место в нижних горизонтах почв, не обладают водопрочностью [14, 15].

Благодаря наличию функциональных групп, фульвокислоты и гуминовые кислоты обладают высокой поглощательной способностью по отношению к катионам. В составе почвенных коллоидов они препятствуют вымыванию элементов питания растений, а также обеспечивают проявление важного свойства почвы – её буферной способности [16].

Другой важной функцией гумусовых веществ представляется их способность повышать биологическую активность почв [17]. Исследованиями Т. Н. Кулаковской (1990), было показано, что в условиях супесчаных дерново-подзолистых почв повышение содержания гумуса с 1,35 до 3,08% увеличивает их нитрифицирующую способность более чем в 7 раз: с 1,02 до 7,75 мг NO<sub>3</sub> на 100 г почвы [18].

Необходимо также отметить, что гумус поглощая ряд токсичных веществ, в том числе тяжелые металлы, радионуклиды, уменьшает их поступление в растения, грунтовые и поверхностные воды и тем самым способствует получению экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и снижает остроту экологической ситуации [19].

Благодаря отмеченным свойствам гумусовых веществ, продуктивность сельскохозяйственных культур на более гумусированных почвах оказывается более стабильной, нежели на менее гумусированных почвах, особенно в неблагоприятных погодных условиях [20].

Таким образом, можно констатировать, что гумус, аккумулируя солнечную энергию, одновременно является важным источником энергии для поддержания биохимических процессов почвы, аккумулятором элементов минерального питания растений и комплексным улучшателем агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв. Все это подчеркивает, что оценка эффективного плодородия пахотных земель невозможно без надлежащего мониторинга динамики содержания гумуса.

Цель исследования – оценка динамики гумусного состояния пахотных почв в увязке с особенностями распределения типов и подтипов почв в муниципальных районах Предволжья Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** В данной работе обобщены результаты почвенных и агрохимических обследований почв Предволжья Республики Татарстан, которые позволяют объективно оценить динамику изменения содержания гумуса в муниципальных районах за 35 лет (1986-2020 годы) с учетом особенностей почвенного покрова региона. Реки Волга и Кама делят территорию Татарстана на три четко обособленные природно-географические части, получивших названия Предволжье (к западу и югу от долины Волги), Предкамье (севернее долин

Камы и Волги), Закамье (к югу от долины Камы).

Объектом нашего исследования являются муниципальные районы Предволжья, расположенные на правом берегу реки Волга. Данный регион занимает северо-восточную часть Приволжской возвышенности с преобладающими абсолютными высотами водоразделов 180-230 м [21].

Территория Предволжья занимает 1014,3 тыс. га, что составляет около 15% от площади Республики. От общей площади земель региона сельскохозяйственные угодья занимают 739,2 тыс. га или 72,9%. Из них пастбища занимают 15,1%, сенокосы 1,4%, многолетние насаждения 0,6%. На долю пашни приходится 565,3 тыс. га или 55,7% [22]. В состав Предволжья входят 8 муниципальных районов: Апастовский, Буинский, Верхнеуслонский, Дрожжановский, Зеленодольский, Кайбицкий, Камско-Устьинский и Тетюшский.

Исследования проводились на базе ФГБУ «Центр агрохимической службы «Татарский»».

Впервые пахотные почвы изучаемого региона на содержание гумуса были обследованы в 1986-1990 годы (IV цикл агрохимического обследования) и оценены по гумусированности согласно группировке, предложенной Центральным институтом агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО). Определение гумуса проведено по методу И. В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91).

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что в 6 районах из 8 преобладающими являются серые лесные почвы, и лишь в Буинском и Дрожжановском районах - черноземные почвы.

Среди районов, на сельскохозяйственных угодьях которых доминируют серые лесные почвы, субдоминантными представлены либо дерново-подзолистые (Зеленодольский район), либо дерново-карбонатные (Верхнеуслонский, Камско-Устьинский районы), либо черноземные почвы (Кайбицкий, Апастовский, Тетюшский районы). В Зеленодольском муниципальном районе субдоминант – дерново-подзолистые почвы занимают достаточно весомую долю – 23,5%. В других районах Предволжья распространенность данного типа почв весьма скромная. Дерново-карбонатные почвы, оказавшиеся субдоминантом в двух районах (Верхнеуслонский 10,8%; Камско-Устьинский 13,3%), в остальных районах встречаются редко (0,3-3,8%). Серые лесные почвы в роли субдоминанта (4,2 и 10,9%) фигурируют в Юго-Западной зоне Предволжья – в Дрожжановском и Буинском районах. Относительно значимую долю (15,5-35,0%) занимают в качестве субдоминанта оподзоленные, выщелоченные и типичные черноземы в Кайбицком, Апастовском и Тетюшском районах. В целом в Предволжье РТ наибольшее

## АГРОНОМИЯ

распространение в общей площади лесные почвы, занимающие площадь сельскохозяйственных угодий получили серые 330,2 тыс. га или 46,3% (табл. 1)

Таблица 1 – Сравнительная характеристика почвенного покрова сельскохозяйственных угодий Предволжья и Республики Татарстан

Общая площадь	Типы и подтипы почв				
	дерново-подзолистые	дерново-карбонатные	серые лесные	черноземные	прочие
Предволжье					
$\frac{712,9*}{100}$	$\frac{29,1}{4,1}$	$\frac{29,9}{4,2}$	$\frac{330,2}{46,3}$	$\frac{262,1}{36,8}$	$\frac{61,6}{8,6}$
Республика Татарстан					
$\frac{4361,1}{100}$	$\frac{292,1}{6,7}$	$\frac{126,9}{2,9}$	$\frac{1908,9}{43,8}$	$\frac{1731,2}{39,7}$	$\frac{302,0}{6,9}$

Примечание: \* в числителе - тысяч га; в знаменателе – проценты.

Второе место по распространению в почвенном покрове Предволжья занимают черноземные почвы. Их площадь составляет 262,1 тыс. га или 36,8%. Дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы занимают, соответственно 29,1 и 29,9 тыс. га или 4,1 и 4,2% от общей площади сельскохозяйственных угодий. Оставшуюся площадь, равную 61,6 тыс. га (8,6%), почвенного покрова занимают пойменные, болотные и другие почвы, которые играют подчиненную роль.

Таким образом, в почвенном покрове двух муниципальных районов (Буинский и Дрожжановский) преобладают высокоплодородные черноземы, а в остальных шести районах серые лесные почвы. Сравнение распространенности основных типов почв в Предволжье и в целом в Республике показывает, что исследуемый нами регион представляется миниатюрной копией Татарстана. Как видно, в обоих случаях доминантными являются серые лесные почвы, а субдоминантными – черноземы.

Характер изменения распределения почв разной степени гумусированности пахотных почв Предволжья РТ иллюстрируется секторными диаграммами рисунка 1.

Результаты первого тура определения гумуса в IV цикле агрохимического обследования показали, что на долю почв, с низким и очень низким содержанием гумуса, приходилось соответственно 97,6 и 64,7 тыс. га, что составило 17,8 и 11,8% от обследованной площади. Почвы пашни с повышенным и высоким содержанием гумуса в сумме равнялись 267,1 тыс. га, то есть 48,9% от общей площади. Доля пахотных почв со средней гумусированностью составила 117,4 тыс. га или 21,5% от пашни.

В следующем цикле агрохимического обследования (1991-1995 гг.) обнаружилась слабая тенденция улучшения гумусного состояния пахотных почв региона. На это указывает уменьшение площадей пашни, имеющих очень низкое и низкое содержание гумуса, при одновременном увеличении доли почв,

имеющих повышенное и высокое содержание гумуса. Так, если в IV цикле агрохимического обследования сегмент почв, имеющих очень низкое и низкое содержание гумуса, составил 29,6%, то в V цикле – только 21,2% от общей площади, а доля почв, содержащих повышенное и высокое количество гумуса, наоборот, увеличилась с 48,9 до 56,6%.

Результаты следующего VI цикла обследования пахотных почв, проведенного в 1996-2000 годы, не показали значимых изменений в содержании гумуса, хотя слабая тенденция сокращения площадей более гумусированных почв обнаружилась: доля почв с повышенным и высоким содержанием гумуса, по сравнению с предыдущим циклом обследования, сократилась на 2,9%.

В течение двух последующих циклов агрохимического обследования (2001-2005 и 2006-2010 годы) происходило постепенное уменьшение площадей почв, обеспеченность которых гумусом оценивалась как повышенная и высокая, при одновременном увеличении доли низко- и среднеобеспеченных.

Особенно резкие изменения произошли в сегменте низкообеспеченных (увеличение за 10 лет в 2,2 раза) и высокообеспеченных (уменьшение за 10 лет в 2,5 раза) почв.

Результаты предпоследнего цикла обследования (2011-2016 годы) демонстрировали некоторое улучшение обеспеченности почв региона гумусом. Оно произошло, главным образом, за счет 2,6 кратного увеличения доли почв с высоким содержанием гумуса при одновременном 1,6 кратном уменьшении низкогумусированных почв.

Наиболее значимые изменения площадей почв, различающихся по содержанию гумуса, обнаруженные в последнем цикле агрохимического обследования заключаются в 1,5 кратном увеличении доли почв с повышенным и в 1,4 кратном уменьшении доли почв с низким содержанием гумуса, что свидетельствует о некотором улучшении гумусированности пахотных почв.

## АГРОНОМИЯ

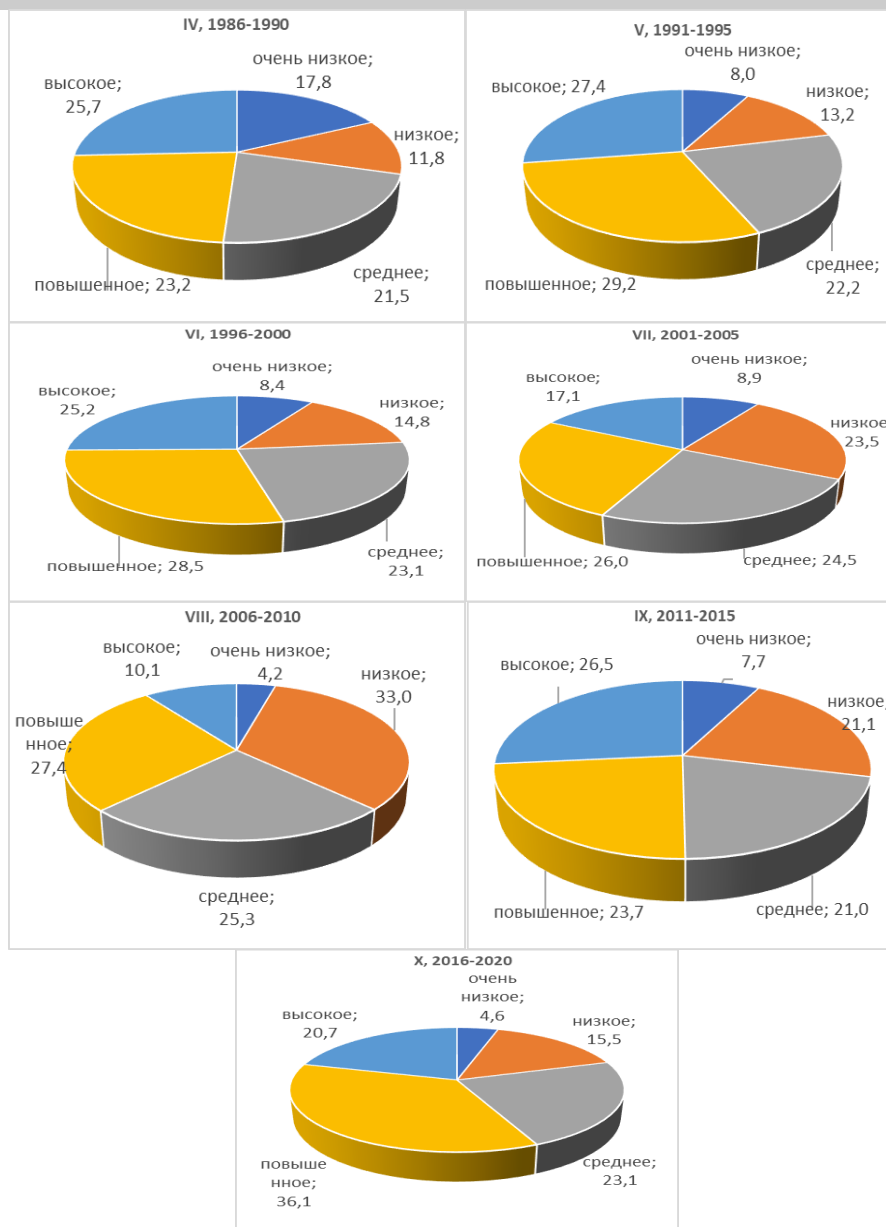


Рис. 1 - Изменение содержания гумуса в пахотных почвах Предволжья Республики Татарстан по циклам агрохимического обследования

Средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое по циклам агрохимического обследования почв исследуемого региона варьировало в пределах от 4,42 до 4,82% (рис. 2)

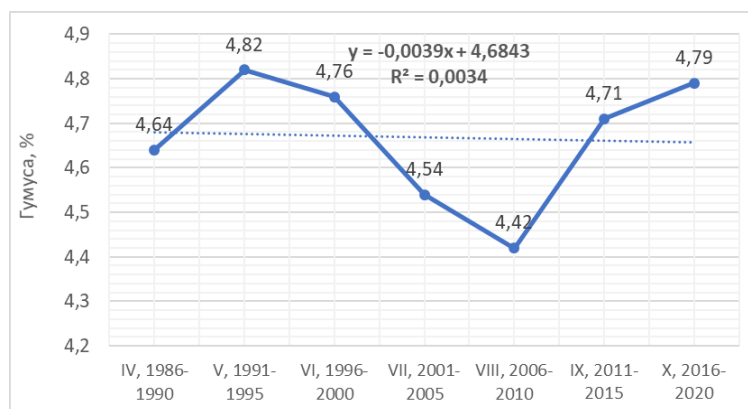


Рис. 2 - Динамика средневзвешенного содержания гумуса в пахотном горизонте по циклам агрохимического обследования почв Предволжья Республики Татарстан

## АГРОНОМИЯ

Однако, нам не удалось обнаружить статистически значимую тенденцию изменения содержания гумуса, о чем свидетельствует величина коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,0034$ ).

В то же время, говоря об изменениях содержания гумуса в пахотных почвах региона за 35 лет следует иметь в виду то, что за этот период площадь пашни региона заметно уменьшилась (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение площади обследованных площадей пахотных земель Предволжья Республики Татарстан по циклам агрохимических обследований

Единица измерения	Циклы и годы обследования						
	IV, 1986-1990 годы	V, 1991-1995 годы	VI, 1996-2000 годы	VII, 2001-2005 годы	VIII, 2006-2010 годы	IX, 2011-2015 годы	X, 2016-2020 годы
Обследованная площадь							
тыс. га	546,8	539,7	539,2	530,8	523,5	517,2	489,8
%	100,0	98,7	98,6	97,1	95,7	94,6	89,6

Так, если в годы IV цикла агрохимического обследования (1986-1990 годы) площадь пашни составила 546,8 тыс. га, то в последний срок наблюдения (2016-2020 годы) она равнялась 489,8 тыс. га, то есть сократилась на 57 тыс. га или более чем на 10%. Если предположить, что из пашни были выведены относительно менее плодородные участки и, в связи с этим под относительной стабильностью гумусного состояния остающихся в использовании пашни возможно завуалируется определенная дегумификация почв.

Исследования показали, что пахотные почвы муниципальных районов Предволжья весьма существенно различаются по средневзвешенному содержанию гумуса. Наименее гумусированными (2,64-2,74%) являются почвы северных районов Предволжья – Зеленодольского и Верхнеуслонского районов, пашни которых преимущественно расположены на дерново-подзолистых, светло-серых лесных и дерново-карбонатных почвах. Почвы пашни Камско-Устьинского района, основной массив которых сосредоточен на различных подтипах серых лесных и дерново-карбонатных почвах, также характеризуются относительно невысоким содержанием гумуса – 3,42%. В следующих трёх районах – Апастовском, Кайбицком и Тетюшском муниципальных образованиях, где доминантными являются серые лесные почвы, а субдоминантными – черноземы лесостепные, средневзвешенное содержание гумуса варьирует в интервале 4,11-4,99%, то есть примерно в 1,5 раза выше уровня гумусированности почв предыдущих трёх районов. В почвах Буинского и Дрожжановского районов средневзвешенное содержание гумуса составило соответственно 5,96 и 7,62%.

Статистическая обработка данных по распространенности различных типов, подтипов почв и средневзвешенного содержания гумуса в пахотных почвах муниципальных районов Предволжья республики показала наличие тесной зависимости между этими

переменными (рис. 3). Зависимость средневзвешенного содержания гумуса в пахотных почвах муниципальных районов от доли нечерноземных почв - серых лесных (тип), дерново-подзолистых, дерново-карбонатных и светло-серых лесных почв была отрицательной. Гумусированность пахотных почв наиболее сильно коррелировала от суммарной доли дерново-подзолистых, дерново-карбонатных и светло-серых лесных почв ( $R^2 = -0,91$ ). Положительная корреляция и максимальная высокая степень зависимости средневзвешенного содержания гумуса была от суммарной доли черноземных и темно-серых лесных почв ( $R^2 = 0,96$ ).

**Выводы.** Таким образом, в почвенном покрове двух муниципальных районов (Буинский и Дрожжановский) преобладают высокоплодородные черноземы, а в остальных шести районах серые лесные почвы.

Среди районов, на сельскохозяйственных угодьях которых доминируют серые лесные почвы, субдоминантными представлены либо дерново-подзолистые (Зеленодольский район), либо дерново-карбонатные (Верхнеуслонский, Камско-Устьинский районы), либо черноземные почвы (Кайбицкий, Апастовский, Тетюшский районы).

В целом в Предволжье РТ наибольшее распространение в общей площади сельскохозяйственных угодий получили серые лесные почвы, занимающие площадь 330,2 тыс. га или 46,3%.

Второе место по распространению в почвенном покрове Предволжья занимают черноземные почвы. Их площадь составляет 262,1 тыс. га или 36,8%. Дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы занимают, соответственно 29,1 и 29,9 тыс. га или 4,1 и 4,2% от общей площади сельскохозяйственных угодий. Оставшуюся площадь, равную 61,6 тыс. га (8,6%), почвенного покрова занимают пойменные, болотные и другие почвы, которые играют подчиненную роль.

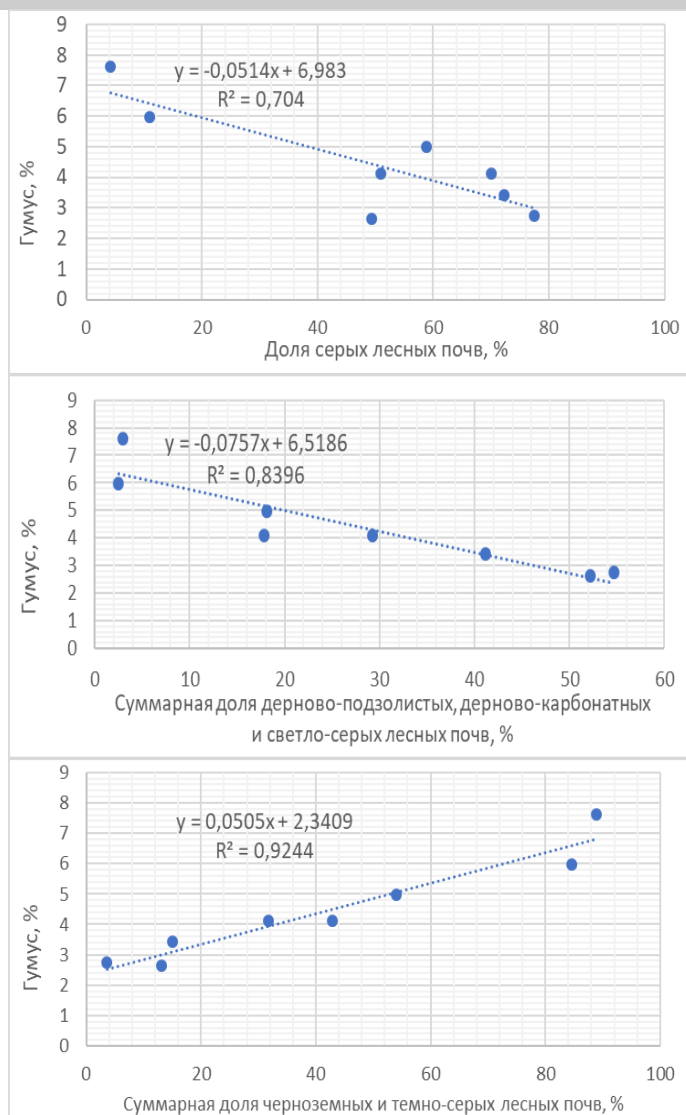


Рис. 3 - Зависимость средневзвешенного гумуса в пахотных почвах муниципальных районов Предволжья РТ от типов и подтипов почв

Сравнение распространенности основных типов почв в Предволжье и в целом в Республике показывает, что исследуемый нами регион представляется миниатюрной копией Татарстана: в обоих случаях доминантными являются серые лесные почвы, а субдоминантными – черноземы. За 35 лет наблюдений площадь пашни региона сократилась на 57 тыс. га, предположительно за счет вывода из сельскохозяйственного оборота менее плодородных земельных участков, что в определенной мере стабилизировало гумусное состояние почв, остающихся в составе пашни. Средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое по циклам агрохимического

обследования почв исследуемого региона варьировало в пределах: от 4,42 до 4,82%, однако, эти колебания оказались статистически несущественными ( $r = -0,06$ ). Положительная корреляция и максимальная высокая степень зависимости средневзвешенного содержания гумуса была от суммарной доли черноземных и темно-серых лесных почв ( $R^2 = 0,96$ ).

**Благодарности.** Авторы искренне признательны многочисленным сотрудникам агрохимической службы республики различных поколений, благодаря которым был получен, сохранен и систематизирован огромный объем почвенно-агрохимической информации по Предволжью РТ.

#### Литература

1. Федеральный закон от 16.07.1998 № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (с изменениями и дополнениями).
2. Кудяров В. Н., Соколов М. С., Глинушкин А. П. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию // Агрохимия. 2017. № 6. С. 3–11. <https://doi.org/10.7868/S0002188117060011>.
3. Сычев В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. - М.: Российская академия наук, 2019. 328 с.



4. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
5. Гилязов М. Ю., Лукманов А. А., Муратов М. Р. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. 220 с.
6. Лукманов А. А. Ресурсный потенциал выщелоченных чернозёмов Среднего Поволжья. Казань: Казанский ГАУ, 2021. 265 с.
7. Гаффарова Л. Г., Давлятшин И. Д. Статистические параметры морфологического строения и свойств пахотных дерново-подзолистых и серых лесных почв Привятской полосы лесостепной зоны Республики Татарстан. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. 130 с.
8. Борисов Б. А., Ганжара Н. Ф. Органическое вещество почв (генетическая и агрономическая оценка). М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 213 с.
9. Красная книга почв Республики Татарстан / А. Б. Александрова, Н. А. Бережная, Б. Р. Григорьян, Д. В. Иванов, В. И. Кулагина. Под ред. Д. В. Иванова. –1-е. изд. Казань: Фолиант, 2012. 192 с.
10. Структурирование почв в присутствии интерполимерного комплекса хитозан–полиакриловая кислота / Л. К. Оразжанова, Ж. С. Касымова, Б. Х. Мусабаева, А. Н. Кливенко // Почвоведение. 2020. № 12. С. 1498–1507. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20120096>
11. Травникова Л. С., Шаймухаметов М. Ш. Продукты органоминерального взаимодействия и устойчивость почв к деградации // Современные проблемы почвоведения. Науч. тр. Почв. ин-та. М., 2003. С. 356–368.
12. Панов Н. П., Савич В. И., Родионова Л. П. Экологически и экономически обоснованные модели плодородия почв. М.: РГАУ-МСХА: ВНИИА, 2014. 380 с.
13. Артемьева З. С., Кириллова Н. П. Пулы органического вещества почвы: состав, роль в процессах почвообразования и структурообразования, экологические функции // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. Вып. 90. С. 74–96.
14. Когут Б. М., Сысуюев С. А., Холодов В. А. Водопрочность и лабильные гумусовые вещества типичного чернозема при разном землепользовании // Почвоведение. 2012. № 5. С. 555–561.
15. Microaggregates in soils / K. Totsche, W. Amelung, M. Gerzabek et al. // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2018. V. 181. P. 104–136. <https://doi.org/10.1002/jpln.201600451>.
16. Влияние органического вещества почв на их кислотно-основное и окислительно-восстановительное состояние / В. И. Савич, В. Д. Наумов, И. И. Тазин, Н. Л. Каменных, А. М. Поляков, А. В. Арешин // Агро-ЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. № 3. [Электрон. ресурс] Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/3/st\\_325.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/3/st_325.pdf). <https://doi.org/10.51419/202123325>.
17. Eldor A. P. The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization // Soil Biology and Biochemistry. 2016. V. 98. pp.109-126. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.04.001>
18. Кулаковская Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: Агропромиздат, 1990. 218 с.
19. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2008. 86 с.
20. Шпедт А. А., Трубников Ю. Н. Оценка производительной способности и изменение свойств черноземов Красноярского края // Агрохимия. 2020. № 10. С. 9-14. <https://doi.org/10.31857/s0002188120100117>.
21. Природа и природные ресурсы Республики Татарстан: иллюстрированная энциклопедия. Казань: Институт татарской энциклопедии и регионоведения АН РТ, 2019. 584 с.
22. Ежегодник Министерства экологии природных ресурсов Республики Татарстан «Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2021 году». Казань, 2022. 490 с.

#### Конфликт интересов

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

#### Сведения об авторах:

Гилязов Миннегали Юсупович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: [mingilyazov@yandex.ru](mailto:mingilyazov@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0009-1077-8311>  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия  
 Лукманов Анас Ахтямович - доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: [Anas-Lukmanov@mail.ru](mailto:Anas-Lukmanov@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-9709-8883>  
 Зарипов Дайнис Фаритович - аспирант, e-mail: [zaripov122@mail.ru](mailto:zaripov122@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-2985-4088>  
 ФГБУ ЦАС «Татарский», г. Казань, Россия.

#### SOIL COVER AND HUMUS STATE OF ARABLE SOILS OF THE VOLGA REPUBLIC OF TATARSTAN

M. Yu. Gilyazov, A. A. Lukmanov, D. F. Zaripov

**Abstract.** The purpose of the study is to assess the dynamics of the humus state of arable soils in connection with the distribution features of soil types and subtypes in the municipal regions of the Volga region of the Republic of Tatarstan (RT). The territory of the Volga region occupies 1014.3 thousand hectares, which is about 15% of the area of the Republic of Tatarstan. The Volga region includes 8 municipal districts: Apastovsky, Buinsky, Verkhneuslonsky, Drozhzhanovsky, Zelenodolsky, Kaybitsky, Kamsko-Ustinsky and Tetyushsky. The results of soil and agrochemical surveys conducted by the Federal State Budgetary Institution CAS “Tatarsky” over the past 35 years are summarized. For the first time, arable soils of the studied region were examined for humus content in 1986-1990. (IV cycle of agrochemical examination). The determination of humus was carried out according to the method of I.V. Tyurin as modified by TsINAO (GOST 26213-91). It has been established that the soil cover of two municipal districts (Buinsky and Drozhzhanovsky) is dominated by highly fertile chernozems, and the remaining six districts are dominated by gray forest soils. A comparison of the distribution of the main soil types in the Volga region and in the Republic of Tatarstan as a whole shows that the region under study appears to be a miniature copy of Tatarstan: in both cases, gray forest soils are dominant, and

chernozems are subdominant. It is noted that over 35 years, the area of arable land in the region has decreased by 57 thousand hectares, presumably due to the withdrawal of less fertile land from agricultural use. It is indicated that this circumstance to a certain extent stabilized the humus state of the soils remaining in the arable land. The weighted average content of humus in the arable layer according to the cycles of agrochemical survey of soils in the studied region varied from 4.42 to 4.82%, however, these fluctuations turned out to be statistically insignificant ( $r = -0.06$ ). There was a positive correlation and the highest degree of dependence of the weighted average humus content on the total share of chernozem and dark gray forest soils ( $R^2 = 0.96$ ).

**Key words:** agrochemical examination, soil cover, chernozems, non-chernozem soils, humus, dynamics, correlation.

**For citation:** Gilyazov M.Yu., Lukmanov A.A., Zaripov D.F. Soil cover and humus status of arable soils in the Volga region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2023; 4(8): 18-25

#### References

1. Federal'nyi zakon ot 16.07.1998 № 101-FZ «O gosudarstvennom regulirovanii obespecheniya plodorodiya zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya» (s izmeneniyami i dopolneniyami) [Federal Law of July 16, 1998 No. 101-FZ "On state regulation of ensuring the fertility of agricultural lands" (as amended and supplemented)]
2. Kudeyarov V. N., Sokolov M. S., Glinushkin A. P. [Current state of soils in Russian agrocenoses, measures for their improvement and rational use]. *Agrokhimiya*. 2017; 6: 3-11. <https://doi.org/10.7868/S0002188117060011>.
3. Sychev V. G. *Sovremennoe sostoyanie plodorodiya pochv i osnovnye aspekty ego regulirovaniya* [The current state of soil fertility and the main aspects of its regulation]. M.: Rossiiskaya akademiya nauk. 2019. 328.
4. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya. Pod red. L.M. Derzhavina, D.S. Bulgakova. [Guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility in agricultural lands]. M.: FGNU «Rosinformagrotekh». 2003. 240.
5. Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A., Muratov M. R. Dlitel'noe primeneniye udobrenij i produktivnost' pashni [Long-term use of fertilizers and arable land productivity] - Kazan': Izd-vo Kazanskogo universiteta. 2016. 220.
6. Lukmanov A. A. Resursnyi potentsial vyshchelochennykh chernozemov Srednego Povolzh'ya [Resource potential of leached chernozems of the Middle Volga region]. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2021. 265.
7. Gaffarova L. G., Davlyatshin I. D. Statisticheskie parametry morfologicheskogo stroeniya i svoystv pakhotnykh dernovo-podzolistykh i serykh lesnykh pochv Privyatskoi polosy lesostepnoi zony Respubliki Tatarstan [Statistical parameters of the morphological structure and properties of arable sod-podzolic and gray forest soils of the Privyatsky strip of the forest-steppe zone of the Republic of Tatarstan]. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. agrarnogo un-ta. 2019. 130.
8. Borisov B. A., Ganzhara N. F. Organicheskoe veshhestvo pochv (geneticheskaya i agronomicheskaya ocenka) [Soil organic matter (genetic and agronomic assessment)]. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA. 2015. 213.
9. Aleksandrova A. B., Berezhnaya N. A., Grigor'yan B. R. *Krasnaya kniga pochv Respubliki Tatarstan* [Red Book of Soils of the Republic of Tatarstan]. Kazan': Foliant. 2012. 192.
10. Orazzhanova L. K., Kasymova Zh. S., Musabaeva B. Kh. [Soil structuring in the presence of the chitosan-polyacrylic acid interpolymers complex]. *Pochvovedenie*. 2020; 12: 1498-1507. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20120096>
11. Travnikova L. S., Shaimukhametov M. Sh. Produkty organomineral'nogo vzaimodeystviya i ustoychivost' pochv k degradatsii [Sovremennyye problemy pochvovedeniya. Nauch. tr. Pochv. in-ta. [Products of organomineral interaction and soil resistance to degradation]. Modern problems of soil science. Scientific tr. Soil in-ta. M. 2003: 356-368.
12. Panov N. P., Savich V. I., Rodionova L. P. *Ekologicheski i ekonomicheski obosnovannyye modeli plodorodiya pochv* [Ecologically and economically sound soil fertility models]. M.: RGAU-MSKhA: VNIIA, 2014. 380.
13. Artem'eva Z. S., Kirillova N. P. [Pools of soil organic matter: composition, role in the processes of soil formation and structure formation, environmental functions]. *Bulletin Soil Institute named after V.V. Dokuchaeva*. 2017; 90: 74-96.
14. Kogut B. M., Sysuev S. A., Kholodov V. A. [Water stability and labile humic substances of typical chernozem under different land uses]. *Pochvovedenie*. 2012; 5: 555-561.
15. Totsche K., Amelung W., Gerzabek M. [Microaggregates in soils]. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 2018; 181:104-136. doi:10.1002/jpln.201600451.
16. Savich V. I., Naumov V. D., Tazin I. I. [The influence of soil organic matter on their acid-base and redox state. *AgroJekolInfo: Jelektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal*. 2022; 3. [Internet] Access mode: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/3/st\\_325.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/3/st_325.pdf). <https://doi.org/10.51419/202123325>.
17. Eldor A. P. The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 2016; 98: 109-126. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.04.001>
18. Kulakovskaya T. N. Optimizatsiya agrokhimicheskoi sistemy pochvennogo pitaniya rastenii [Optimization of the agrochemical system of soil nutrition of plants]. M.: Agropromizdat. 1990. 218.
19. Vodyanskiy Yu. N. Tyazhelye metally i metalloidy v pochvakh [Heavy metals and metalloids in soils]. M.: Pochvennyi institut im. V. V. Dokuchaeva RASKhN. 2008. 86.
20. Shpedt A. A., Trubnikov Yu. N. [Assessment of productive capacity and changes in the properties of chernozems in the Krasnoyarsk Territory]. *Agrokhimiya*. 2020; 10: 9-14. <https://doi.org/10.31857/s0002188120100117>.
21. *Priroda i prirodnye resursy Respubliki Tatarstan: illyustrirovannaya entsiklopediya* [Nature and natural resources of the Republic of Tatarstan: illustrated encyclopedia]. Kazan': In-t tatarskoi entsiklopedii i regionovedeniya AN RT. 2019. 584.
22. *Ezhгодnik Ministerstva ekologii prirodnykh resursov Respubliki Tatarstan «Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii prirodnykh resursov i ob okhrane okruzhayushchei sredy Respubliki Tatarstan v 2021 godu»* [Yearbook of the Ministry of Ecology of Natural Resources of the Republic of Tatarstan "State report on the state of natural resources and environmental protection of the Republic of Tatarstan in 2021"]. Kazan'. 2022. 490.

#### Conflict of interests

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

#### Authors:

Gilyazov Minnegali Yusupovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: [mingilyazov@yandex.ru](mailto:mingilyazov@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0009-1077-8311>  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Lukmanov Anas Akhtyamovich - Doctor of Agricultural Sciences, e-mail: [Anas-Lukmanov@mail.ru](mailto:Anas-Lukmanov@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-9709-8883>

Zaripov Dainis Faritovich - graduate student, e-mail: [zaripov122@mail.ru](mailto:zaripov122@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-2985-4088>  
FSBI TsAS "Tatarskiy", Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ  
КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Л. М. Егоров, Е. А. Симаков**

**Реферат.** В статье представлены результаты изучения сортов Российской селекции представленных ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха». В исследованиях проведенных в 2023 году на базе ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» были представлены следующие сорта картофеля отечественной селекции: раннеспелые - Метеор и Гулливер; среднеранние сорта картофеля Ариэль, Краса Мещеры и Сюрприз; среднеспелые - Гранд и Вымпел и сорт картофеля Фиолетовый. Проведение орошения положительно сказалось на всех изучаемых отечественных сортах картофеля. При анализе таких показателей как площадь развития листовой поверхности, высота растений, нарастание массы ботвы и клубней и при учете урожайности все изучаемые сорта на поливе дали наибольшие показатели, чем при возделывании на богаре. Погодные условия вегетационного периода 2023 года значительно отличались от среднесезонных данных. Так как температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднесезонных значений. Что касается, то в мае месяце осадков выпало 46,79 мм, что выше среднесезонных данных на 23%, июнь был более засушливым (выпало всего 6 мм осадков, что составляет 10% от нормы), в июле и августе осадко выпало всего лишь – 50,3 и 37,1% от ежемесячной нормы соответственно. По результатам анализа площади листовой поверхности отечественных сортов можно судить о том, что применение орошения на картофеле 2023 году показало положительную динамику на всех вариантах по сравнению с возделыванием данной культуры на богаре. Так, максимальная ее величина 19,909 тыс.м<sup>2</sup>/га в фазу цветения была достигнута при орошении у среднеспелого сорта картофеля Гранд, что на 2205 тыс.м<sup>2</sup>/га выше чем при возделывании данного сорта на богаре. Максимальная урожайность 21,8 т/га была получена по среднеспелому сорту картофеля Гранд, что на 9,28 т/га выше при возделывании данного сорта без полива. Среднеранний сорт картофеля Ариэль так же сформировал довольно высокую урожайность – 20,94 т/га.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, орошение, площадь листьев, клубни, ботва, урожайность.

**Для цитирования:** 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

**Введение.** В продовольственной доктрине России одним из важнейших целей является самообеспечение сельскохозяйственной продукцией, в связи с этим в отрасли картофелеводства, возделывание современных сортов отечественной селекции является одной из приоритетных задач [1, 2, 3]. Большинство крупных таваропроизводителей при возделывании картофеля в основном использовали сорта зарубежной селекции и не уделяли должного внимания сортам Российских селекционеров [4, 5, 6]. Однако многие отечественные сорта картофеля по многим параметрам, так и по урожайности не уступают зарубежным [7, 8, 9].

В настоящее время картофелеводство России особенно остро испытывает отрицательное влияние неблагоприятных погодных условий, связанных с глобальными климатическими изменениями. Многолетние наблюдения погонных явлений в Поволжском регионе показали устойчивое повышение суммы положительных температур и усиление неравномерности выпадения осадков [10, 11, 12].

Ввиду того, что влажность почвы – один из основных факторов, определяющих урожайность картофеля и его качество, то для стабильного влагообеспечения растений при отклонении погодных факторов от нормальных значений необходимо создать условия для накопления влаги, удержания ее

в корнеобитаемом слое и беспрепятственного распространения корневой системы внутри почвенного горизонта [13, 14, 15].

Поэтому в своих исследованиях совместно с ФГБНУ «Федеральным исследовательским центром картофеля им. А. Г. Лорха» в условиях Предкамья Республики Татарстан, на базе опытного поля ФГБОУ ВО «Казанского государственного аграрного университета» изучали перспективные отечественные сорта [16, 17, 18].

Целью наших исследований являлось изучение современных отечественных сортов картофеля различной скороспелости в условиях Республики Татарстан на богаре и при орошении.

**Условия, материалы и методы.** Опыты были заложены в 2023 году, при этом объектом исследований были сорта картофеля отечественной селекции - Метеор, Гулливер, Ариэль, Краса Мещеры, Сюрприз, Гранд, Вымпел, Фиолетовый. Исследования были проведены на серых лесных почвах с содержанием в пахотном слое 0-25 см гумуса 3,6-3,9%, подвижного фосфора 245-265 мг/кг по Кирсанову, обменного калия 132-165 мг/кг, рН солевой вытяжки 5,9.

Исследования были проведены в четырехкратной повторности, при этом общая площадь белянок составляла 60 м<sup>2</sup>, предшественником являлась яровая пшеница. Перед

посадкой картофеля вносили минеральные удобрения дозой  $N_{40}P_{40}K_{40}$ . Перед посадкой картофеля на данном участке 5 мая 2023 года на тракторе МТЗ-1221 в агрегате с КСН-3,4 провели рыхление на глубину 17 см., далее проводили фрезерование почвы. Норма посадки клубней составляла 2,9 т/га (по схеме 75x30 см, средняя масса посадочного материала 65 г.) в среднем густота посадки составляла около 44000 штук посадочных клубней/га. При посадке 5 мая 2023 года клубни картофеля были обработаны инсектофунгицидным протравителем Идикум. На опытном участке 13 мая было проведено гребнеобразование. Гербицидную обработку посадок картофеля проводили 22 мая, для этого использовали противозлаковый гербицид Лазурит Ультра. В критические фазы роста и развития культуры – это в фазу бутонизации и в фазу цветения

было проведено два полива, при которых поливная норма составила – 250 м<sup>3</sup>/га. Статистическую обработку экспериментальных данных проведена по Б. А. Доспехову (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агрпромиздат. 1985. 351 с.).

**Результаты и обсуждение.** Погодные условия вегетационного периода 2023 года значительно отличались от среднееголетних данных. Так как температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднееголетних значений. В мае месяце осадков выпало 46,79 мм, что выше среднееголетних данных на 23%, июнь был более засушливым (выпало всего 6 мм осадков, что составляет 10% от нормы), в июле и августе осадко выпало всего лишь – 50,3 и 37,1% от ежемесячной нормы соответственно (рис. 1).

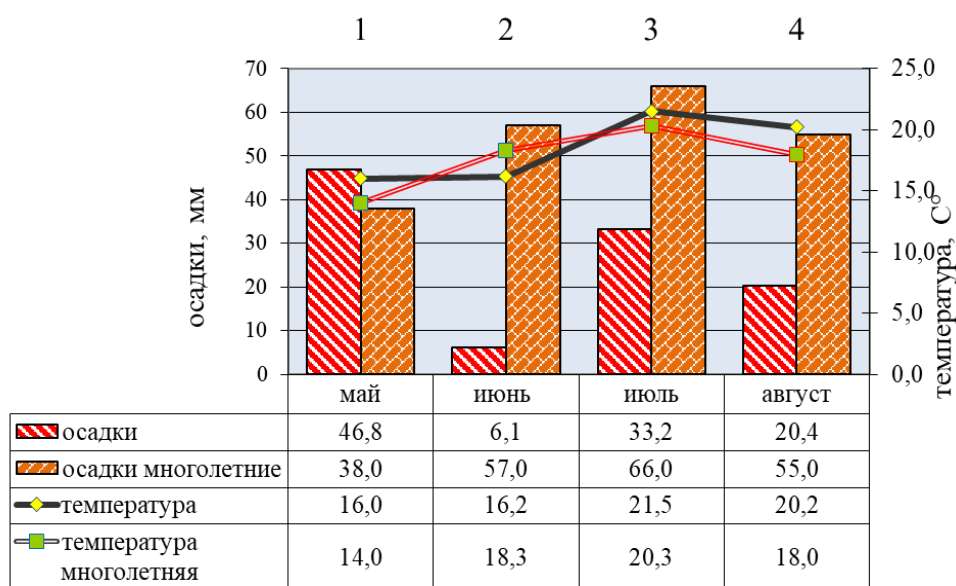


Рис. 1– Метеоданные за вегетационный период 2023 года (данные метеопоста Казанского ГАУ)

В целом 2023 год по погодным условиям не был благоприятным для возделывания картофеля. В период вегетации картофеля нами определялись фазы роста и развития,

продолжительность межфазных периодов и периода вегетации. Фазы роста и развития в 2023 году условия вегетации у изучаемых сортов картофеля протекали по разному (табл. 1).

Таблица 1 – Фенологические наблюдения за развитием сортов картофеля отечественной селекции на богаре, 2023 год

Сорта	Посадка	Всходы	Бутонизация	Цветение	Скашивание ботвы	Уборка
Метеор	05.05	27.05	18.06	25.06	03.08	14.08
Гулливер	05.05	27.05	18.06	25.06	03.08	14.08
Ариэль	05.05	28.05	18.06	25.06	13.08	26.08
Краса Мещеры	05.05	29.05	22.06	28.06	13.08	26.08
Сюрприз	05.05	29.05	22.06	28.06	13.08	26.08
Гранд	05.05	30.05	24.06	30.06.	20.08	31.08
Вымпел	05.05	30.05	24.06	30.06	20.08	31.08
Фиолетовый	05.05	31.05	27.06	03.07	20.08	31.08

У раннеспелых сортов Метеор и Гулливер и среднеранних сортов Ариэль, Краса Мещеры и Сюрприз они проходили одинаково. Однако у среднеспелых сортов картофеля Гранд

и Вымпел и среднепозднего сорта Фиолетовый фазы роса и развития проходили намного позже. Морфологические показатели изучаемых сортов приведены в таблице 2.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 2 - Высота растений и количество стеблей картофеля изучаемых сортов зависимости от орошения, 2023 год

№ п/п	Сорта	Высота растений, см.	Количество стеблей, шт./куст	Высота растений, см.		Количество стеблей, шт./куст	
				На богаре	При орошении	На богаре	При орошении
1	Метеор	42,5	2,3	45,6	2,5		
2	Гулливвер	44,3	3,2	47,8	3,4		
3	Ариэль	36,7	3,8	40,1	4,3		
4	Краса Мещеры	40,5	3,5	44,8	3,8		
5	Сюрприз	36,6	4,1	40,3	4,5		
6	Гранд	39,9	4,5	45,7	4,7		
7	Вымпел	45,6	4,8	48,7	5,0		
8	Фиолетовый	43,5	4,2	45,9	4,6		

Изучение вариантов на богаре и с орошением изучаемых отечественных сортов картофеля особенно в неблагоприятном по погодным условиям 2023 году показало положительную сторону применения полива. Так проведение орошения картофеля особенно

в критические фазы роста и развития (бутонизация-цветение) позволило существенно нарастить высоту растений.

Динамика нарастания массы ботвы в зависимости от орошения приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Динамика нарастания надземной массы ботвы изучаемых сортов в зависимости от орошения картофеля, 2023 год

№ п/п	Сорта	Массы ботвы г/куст			
		На богаре		При орошении	
		бутонизация	цветение	бутонизация	цветение
1	Метеор	205	218	252	268
2	Гулливвер	210	226	264	275
3	Ариэль	227	242	273	289
4	Краса Мещеры	211	227	268	280
5	Сюрприз	219	236	272	285
6	Гранд	216	228	268	282
7	Вымпел	213	225	270	288
8	Фиолетовый	207	216	257	272

Положительное влияние применения орошения картофеля отечественных сортов наглядно можно наблюдать изучая массу надземной ботвы картофеля, так у раннеспелого сорта картофеля Метеор масса ботвы при орошении в фазу цветения на 50 г больше чем на богаре. Такая же ситуация наблюдается и по другим изучаемым сортам картофеля как в фазу бутонизации, так и в фазу цветения.

Формирование наибольшей площади развития листовой поверхности является одним из главных факторов получения высоких урожаев картофеля, а также свидетельствующее о том, что при возделывании данной культуры

созданы наиболее оптимальные условия для роста и развития растения картофеля.

По результатам анализа площади листовой поверхности отечественных сортов можно судить о том, что применение орошения на картофеле 2023 году показало положительную динамику на всех вариантах по сравнению с возделыванием данной культуры на богаре. Так, максимальная ее величина 19,909 тыс.м<sup>2</sup>/га в фазу цветения была достигнута при орошении у среднеспелого сорта картофеля Гранд, что на 2205 тыс.м<sup>2</sup>/га выше чем при возделывании данного сорта на богаре (табл. 4).

Таблица 4 - Динамика развития листовой поверхности посадок картофеля изучаемых сортов в зависимости от орошения, тыс.м<sup>2</sup>/га, 2023 год

№ п/п	Сорта	Фазы развития			
		На богаре		При орошении	
		бутонизация	цветение	бутонизация	цветение
1	Метеор	16,559	16,896	18,977	19,371
2	Гулливвер	17,200	17,482	19,005	19,393
3	Ариэль	17,452	17,830	19,477	19,865
4	Краса Мещеры	15,998	16,230	19,197	19,558
5	Сюрприз	17,287	17,508	19,285	19,489
6	Гранд	17,273	17,704	19,604	19,909
7	Вымпел	17,038	17,482	19,538	19,863
8	Фиолетовый	16,250	16,731	18,804	19,197

## АГРОНОМИЯ

Формирование урожая картофеля напрямую зависит как от количества, так и от массы клубней в пересчете на один куст. В наших опытах при возделывании картофеля без проведения полива максимальная масса клубней в пересчете на один куст была сформирована

у среднераннего сорта картофеля Ариэль и составила 350,5 г/куст. Среднеспелый сорт картофеля Гранд оказался более чувствительным на орошение и сформировал максимальную массу клубне в пересчете на один куст, который достиг 517,3 5 г/куст (табл. 5).

Таблица 5 - Динамика нарастания массы клубней картофеля изучаемых сортов в зависимости от орошения, 2023 год

№ п/п	Сорта	Нарастание массы клубней			
		На богаре		При орошении	
		г/куст	штук	г/куст	штук
1	Метеор	252,3	5,67	405,5	6,83
2	Гулливвер	284,3	6,33	485,0	8,50
3	Ариэль	350,5	7,00	498,0	8,33
4	Краса Мещеры	282,5	7,17	446,8	7,67
5	Сюрприз	317,0	6,67	421,7	8,00
6	Гранд	297,3	6,67	517,3	8,17
7	Вымпел	275,0	6,33	433,2	7,67
8	Фиолетовый	277,2	6,33	426,8	7,83

Урожайность любой сельскохозяйственной культуры является самым главным показателем, который показывает эффективность и целесообразность использования тех или иных приемов. При изучении влияния орошения на отечественные сорта картофеля можно судить

о том, что в неблагоприятном по количеству выпавших осадков в критический периоды для культуры, все варианты опыта показали значительную прибавку урожая по сравнению с возделыванием картофеля на богаре (табл. 6).

Таблица 6 - Урожайность картофеля изучаемых сортов в зависимости от орошения, 2023 год

Сорта	Урожайность, т/га	
	На богаре	При орошении
Метеор	10,62	17,08
Гулливвер	11,94	20,37
Ариэль	14,73	20,94
Краса Мещеры	11,62	18,38
Сюрприз	13,33	17,74
Гранд	12,52	21,80
Вымпел	11,64	18,35
Фиолетовый	11,67	17,97
НСР05 делянок 1 пор.	2,32	
НСР05 делянок 2 пор.	1,32	
НСР05 А	0,82	
НСР05 В	0,94	
НСР05 АВ	2,11	

Так, максимальная урожайность 21,8 т/га была получена по среднеспелому сорту картофеля Гранд, что на 9,28 т/га выше при возделывании данного сорта без полива. Среднеранний сорт картофеля Ариэль так

же сформировал довольно высокую урожайность – 20,94 т/га.

Общая схема изучаемых отечественных сортов картофеля различной скороспелости представлена на рисунке 2.



Рис. 2 - Общий вид делянок картофеля

**Выводы.** На основании проведенных исследований по влиянию орошения картофеля можно судить о том, что в неблагоприятном по влагообеспеченности 2023 году все

отечественные сорта сформировали довольно высокую урожайность. Максимальная ее величина 21,8 т/га была сформирована у средне-спелого сорта картофеля Гранд.

#### Литература

1. Анисимов Б. В. Мировое производство картофеля: тенденции рынка, прогнозы и перспективы (аналитический обзор) // Картофель и овощи. 2021. №10. С. 3-8. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.45.71.008>
2. Девяткина Л. Н. Производство картофеля: глобальные и национальные дискурсы // Вестник НГИЭИ. 2018. №5(84). С. 122–134.
3. Тульчев В. В., Жевора С. В., Борисов М. Ю. Перспективы развития рынка картофеля в России и мире // Проблемы прогнозирования. 2020. №1. С. 117–122.
4. Пшеченков К. А., Смирнов А. В., Мальцев С. В. Современное состояние и перспективы развития картофельного комплекса России // Защита картофеля. 2017. № 1. С. 22–29.
5. Шабанов А. Э., Киселев А. И., Соломенцев П. В. Биологические особенности и реакция сорта картофеля Кумач на агроприемы выращивания // Картофель и овощи. 2022. №2. С. 23-25. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.21.36.003>
6. Владимиров В. П., Владимиров К. В., Шарапова А. Р. Пути повышения использования фотосинтетически активной радиации при возделывании картофеля // Картофель и овощи. 2022. №7. С. 29-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.36.70.007>
7. Анисимов Б. В., Зебрин С. Н., Симаков Е. А. Сравнительные испытания сортообразцов оригинального семенного картофеля методом грунтового контроля // Картофель и овощи. 2018. №6. С. 23– 25.
8. Журавлева Е. В., Фурсов С. В. Картофелеводство как одно из приоритетных направлений Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы // Картофель и овощи. 2018. № 5. С. 6–9.
9. Волков Д. И., Ким И. В., Гисюк А. А. Оценка различных сортов картофеля на пригодность к промышленной переработке и хранению в вакуумной упаковке // Картофель и овощи. 2022. №4. С. 23-27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.61.15.005>
10. Черемисин А. И. Урожайность и характеристики качества сортов картофеля в условиях южной лесостепи Омской области РФ // Картофель и овощи. 2022. №3. С. 23–26. <http://doi.org/10.25630/PAV.2022.27.25.004>
11. Смирнов А.Н., Приходько Е.С., Смирнова О.Г. Некоторые ретроспективные и современные фитопатологические вызовы для картофелеводства // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 2. С. 20–26.
12. Гуреева Ю. А., Батов А. С., Сафонова А. Д. Сравнительное изучение отечественных раннеспелых сортов картофеля в условиях лесостепи Новосибирского Приобья // Картофель и овощи. №8. С. 25–28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.46.93.004>
13. Калинин А. Б., Теплинский И. З. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля // Картофель и овощи. 2022. №2. С. 28-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.11.32.004>
14. Дорофеева М. М., Бонецкая С. А. Сравнительный анализ некоторых классических и современных методик определения площади листовой поверхности // Растительные ресурсы. 2020. № 56(2). С. 182-192. <https://doi.org/10.31857/S0033994620020041>.
15. Лапшинов Н. А. Урожайность картофеля в зависимости от влагообеспеченности // Достижения науки и техники в АПК. 2009. №3. С. 26–28.
16. Жевора С. В., Симаков Е. А., Анисимов Б. В. Селекция и семеноводство картофеля: научное обеспечение и бизнес-проекты // Картофель и овощи. 2023. №4. С. 6-10. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.22.92.003>
17. Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Жевора С. В. Картофелеводство России: состояние и перспективы в новых условиях // Картофель и овощи. 2022. №4. С. 3–6. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.80.38.001>
18. Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Зебрин С. Н. Оценка сортоотличительных признаков и симптомов проявления болезней, контролируемых в семеноводстве картофеля // Картофель и овощи. 2022. №8. С. 20–23. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.20.98.003>

#### Конфликт интересов

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

#### Сведения об авторах:

Егоров Леонид Михайлович - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: Leon-1978.1978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3973-4576>  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия  
 Симаков Евгений Алексеевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом экспериментального генофонда картофеля, e-mail: coordinazia@potatocentre.ru  
 ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А. Г. Лорха». Московская область, Россия.

#### THE INFLUENCE OF IRRIGATION ON THE PRODUCTIVITY OF DOMESTIC POTATO VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE PRE-KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

L. M. Egorov, E. A. Simakov

**Abstract.** The article presents the results of the study of varieties of Russian selection presented by the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch". In the studies conducted in 2023 on the basis of Agrobiotechnopark LLC at the Kazan State Agrarian University, the following potato varieties of domestic selection were presented: early-ripening - Meteor and Gulliver; medium-early potato varieties Ariel, Krasa Meschery and Surprise; medium-ripe - Grand and Pennant and Purple potato variety. Irrigation has had a positive effect on all the studied domestic potato varieties. When analyzing such indicators as the flatness of the development of the leaf

surface, the height of the plant, the increase in the mass of the tops and tubers and taking into account the yield, all the studied varieties on irrigation gave the highest indicators than when cultivated on the bogar. The weather conditions of the growing season of 2023 differed significantly from the average long-term data. Since the air temperature in May, July and August was higher than the average annual values. As for, 46.79 mm of precipitation fell in May, which is 23% higher than the average annual data, June was drier (only 6 mm of precipitation fell, which is 10% of the norm), in July and August precipitation fell only – 50.3 and 37.1% of the monthly norm, respectively. According to the results of the analysis of the leaf surface area of domestic varieties, it can be judged that the use of irrigation on potatoes in 2023 showed positive dynamics in all variants compared to the cultivation of this crop on bogar. Thus, its maximum value of 19,909 thousand m<sup>2</sup>/ha in the flowering phase was achieved with irrigation of the medium-ripened potato variety Grand, which is 2205 thousand m<sup>2</sup>/ha higher than when cultivating this variety on bogar. The maximum yield of 21.8 t/ha was obtained for the medium-ripened potato variety Grand, which is 9.28 t/ha higher when cultivating this variety without watering. The medium-early potato variety Ariel also formed a fairly high yield - 20.94 t/ha.

**Key words:** potatoes, variety, irrigation, leaf area, tubers, tops, yield.

**For citation:** Egorov L.M., Simakov E.A. The effect of irrigation on the productivity of domestic potato varieties in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2023; 4(8): 26-31

#### References

1. Anisimov B. V. [World potato production: market trends, forecasts and prospects (analytical review)]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2021; 10: 3-8. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.45.71.008>
2. Devyatkina L. N. Potato production: global and national discourses. *Vestnik NGIJeI*. 2018; 5(84): 122-134.
3. Tulcheev V. V., Zhevora S. V., Borisov M. Yu. [Prospects of potato market development in Russia and the world]. *Problemy prognozirovaniya*. 2020; 1: 117-122.
4. Pshechenkov K. A., Smirnov A. V., Maltsev S. V. The current state and prospects of development of the potato complex of Russia]. *Zashhita kartofelja*. 2017; 1: 22-29.
5. Simakov E. A., Anisimov B. V., Zhevora S. V. [Potato growing in Russia: state and prospects in new conditions]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 4: 3-6. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.80.38.001>.
6. Vladimirov V. P., Vladimirov K. V., Sharapova A. R. [Ways to increase the use of photosynthetically active radiation in potato cultivation]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 7: 29-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.36.70.007>
7. Anisimov B. V., Zebrin S. N., Simakov E. A. [Comparative tests of varietal samples of original seed potatoes by the method of soil control]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2018; 6: 23-25. <https://doi.org/10.25630/PAV.2018.6.18228>
8. Zhuravleva E. V., Fursov S. V. [Potato growing as one of the priority directions of the Federal Scientific and Technical Program for the development of agriculture for 2017-2025]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2018; 5: 6-9. ID: 34921525
9. Volkov D. I., Kim I. V., Gisyuk A. A. [Evaluation of various potato varieties for suitability for industrial processing and storage in vacuum packaging]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 4: 23-27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.61.15.005>
10. Cheremisin A. I. [Productivity and quality characteristics of potato varieties in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region of the Russian Federation]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 3: 23-26. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.27.25.004>.
11. Smirnov A. N., Prikhodko E. S., Smirnova O. G. [Some retrospective and modern phytopathological challenges for potato growing]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2022; 36: 2: 20-26.
12. Gureeva Yu. A., Batov A. S., Safonova A.D. [Comparative study of domestic early-ripening potato varieties in the conditions of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 8: 25-28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.46.93.004>
13. Kalinin A. B., Teplinsky I. Z. [Methods and means of controlling moisture supply regimes in potato cultivation technology]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 2: 28-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.11.32.004>.
14. Dorofeeva M. M., Bonetskaya S. A. [Comparative analysis of some classical and modern methods for determining the area of the leaf surface] // *Rastitel'nye resursy*. 2020; 56(2): 182-192. <https://doi.org/10.31857/S0033994620020041>.
15. Lapshinov N. A. [Potato yield depending on moisture availability]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2009; 3:26-28.
16. Zhirova S. V., Simakov E. A., Anisimov B. V. [Potato breeding and seed production: scientific support and business projects // *Kartofel' i ovoshhi*. 2023; 4: 6-10. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.22.92.003>
17. Simakov E. A., Anisimov B. V., Zhevora S. V. [Potato growing in Russia: state and prospects in new conditions]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 4: 3-6. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.80.38.001>.
18. Simakov E. A., Anisimov B. V., Zebrin S. N. [Assessment of variety-distinguishing signs and symptoms of diseases controlled in potato seed production] // *Kartofel' i ovoshhi*. 2022; 8: 20-23. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.20.98.003>

#### Conflict of interests

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

#### Authors:

Leonid Mikhailovich Egorov - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: Leon-1978.1978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3973-4576>

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Simakov Evgeny Alekseevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of experimental potato gene pool, e-mail: [koordinazia@potatocentre.ru](mailto:koordinazia@potatocentre.ru)

Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch. Moscow region, Russia.



**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**

**Реферат.** Реализация урожайности картофеля (35–40 т/га) в лесостепной зоне Среднего Поволжья возможна лишь при внедрении адаптированных высокопродуктивных сортов, использовании высокой агротехники возделывания на фоне сбалансированного минерального питания и обеспеченности растений влагой. В статье приведены результаты изучения влияния площади, питания на продуктивность нового раннеспелого сорта картофеля Ароза. Установлено, что в фазе цветения происходил интенсивный прирост, и масса клубней была достаточно высокой и в зависимости от густоты посадки она составила от 121 до 148 г/куст. Закономерность снижения массы клубней в расчете на один куст по мере повышения густоты посадки сохранилась вплоть до уборки. Перед уборкой она составила при густоте посадки 38,1 тыс. - 845 г; 44,4 тыс. - 778 г; 53,3 тыс. - 675 г; 88,9 тыс. клубней/га - 444 г/куст или на 401 г ниже по сравнению с густотой посадки 38,1 тыс. клубней/га. Выявлено, что на серых лесных почвах, по мере увеличения числа высаживаемых клубней с 38,1 до 88,9 тыс. штук/га урожайность клубней картофеля сорта Ароза повышалась с 30,45 до 36,65 т/га, а выход крахмала с 4,46 до 5,53 т/га. Однако максимальный урожай за вычетом семян 32,60 т/га имел четко выраженный максимум при густоте посадки - 53,3 тыс. клубней/га. По мере повышения густоты посадки несколько повышалось содержание крахмала и особенно значительно сбор крахмала с 1 га. Следует отметить, что увеличение числа растений приводит к снижению товарности урожая. При увеличении густоты посадки от 38,1 тысяч до 88,9 тыс. клубней на 1 га крахмалистость повысилась от 14,65 до 15,10%. Наряду с повышением крахмалистости клубней на 1,07 т/га увеличивался и сбор крахмала.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, урожай, площадь питания, содержание крахмала, эффективность.

**Для цитирования:** Миникаев Р.В., Шайхутдинов Ф.Ш., Егоров Л.М., Шарапова А.Р. Формирование урожайности клубней картофеля в зависимости от площади питания на серой лесной почве Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. 4(8). С. 32-36

**Введение.** Картофель предъявляет более высокие требования к подбору сорта и площади питания для выращивания в разных агроклиматических зонах. Главным критерием при выборе сорта и площади питания является его потенциальная урожайность. У многих современных российских сортов картофеля, при оптимальной площади питания, уровень потенциальной урожайности довольно высок и достигает 50–60 т/га, что практически соответствует уровню зарубежных стран с хорошо развитым картофелеводством [1, 2, 3].

Многие авторы высоко оценивают роль сорта в получении высоких стабильных урожаев картофеля. Они считают, что при интенсивной технологии возделывания на долю сорта приходится 20–30% урожая [4, 5, 6].

Ряд авторов считают, что первым и определяющим этапом при производстве картофеля является правильный подбор сортов с учетом длительности периода созревания, цели производства, почвенно-климатических условий и экономических возможностей [7, 8, 9]. К. В. Владимиров [10], А. А. Молявко [11], Ю. П. Жуков [12], Meinert G. [13] считают, что современному сельскохозяйственному производству требуются высокопродуктивные, с высоким качеством клубней сорта картофеля, отзывчивые на внесение удобрений, пригодные для механизированного возделывания и устойчивые к болезням вредителям.

Картофель – пластичная культура, способная в любой год давать урожаи клубней. Высокую урожайность клубней можно получить

на плодородных, хорошо окультуренных почвах на фоне сбалансированного минерального питания и обеспеченности растений влагой, особенно в критический период вегетации [14, 15, 16].

Цель исследований – изучить влияние площади питания на урожайность раннеспелого сорта картофеля Ароза.

**Условия, материалы и методы.** Опыты проводили в условиях Закамья Республики Татарстан КФХ «Земля» Нижнекамского района в 2022 году. Почва серая лесная, гранулометрический состав - среднесуглинистый, однородный. Мощность пахотного слоя 26–28 см, рН солевой вытяжки 5,7, содержание гумуса по Тюрину 3,2%, содержание подвижного фосфора 154 мг/кг и обменного калия 178 мг/кг почвы.

Общая площадь делянки 72,0 м<sup>2</sup>, учетная 60 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. Предшественник озимая рожь. Глубина посадки 8–10 см. Густота посадки 38,1; 44,4; 53,3; 66,6; 88,9 тыс. клубней/га. Посадка клубнями средней фракции (60–65 г), для посадки использовать семенные клубни первой репродукции раннеспелого сорта Ароза. Органические удобрения 30 т/га вносили под осеннюю вспашку; минеральные в дозе N<sub>86</sub>P<sub>35</sub>K<sub>140</sub> перед посадкой.

Протравливание клубней проводилось препаратом Максим при посадке. Против сорняков использовали гербицид Зенкор в дозе 1 л/га. Против фитофтороза Ридомилголд МЦ (2,5 кг/га) и

медьсодержащие препараты, против колорадского жука Актара (0,06 кг/га).

Результаты и обсуждение. При всех нормах посадки всходы появлялись в один срок, однако дальнейшие фенологические фазы наступали по-разному. Густота посадок от 38,1 до 88,9 тыс. клубней ускоряло начало бутонизации на 1-3, цветение на 1-4, отмирания ботвы на 1-6 дней. Увеличение густоты посадки несколько сокращало продолжительность прохождения растениями межфазные периоды. В зависимости от густоты посадки продолжительность от фазы цветения до начала отмирания ботвы составило 43-45 дней, продолжительность вегетационного периода 107 дней. Густота посадки оказала влияние на

число взошедших растений. С увеличением густоты посадки наблюдалось постепенное снижение полевой всхожести картофеля. Так по мере увеличения густоты посадки с 38,1 до 88,9 тысяч клубней число запланированных всходов снизилась от 99,27% до 97,40%, то есть снижение составило на 0,58-2,13%.

Аналогичное влияние густота посадки оказала и на сохранность растений к уборке. Число сохранившихся растений по мере увеличения их количества на единицу площади снижалось больше. Так при густоте посадки 38,1 тыс. клубней к уборке сохранилось 37,61 тыс. штук/га или 99,45%, при посадке 88,9 тыс. клубней 85,39 тыс. штук/га или 98,61% (табл. 1).

Таблица 1 - Полевая всхожесть и сохранность растений картофеля сорта Ароза в зависимости от площади питания, 2022 год

Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Всхожесть		Число растений к уборке тыс. штук на 1 га	Сохранность к уборке %
	тыс. кустов на 1 га	% от густоты посадки		
38,1 тыс.	37,82	99,27	37,61	99,45
44,4 тыс.	43,89	98,85	43,58	99,30
53,3 тыс.	52,45	98,40	51,98	99,10
66,6 тыс.	65,04	97,65	62,29	98,85
88,9 тыс.	86,59	97,40	85,39	98,61

Число стеблей на единицу площади не менее важный компонент продуктивности, оно определяется числом стеблей на один куст. 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).

Таблица 2 - Число стеблей растений картофеля сорта Ароза в зависимости от площади питания, 2022 год

Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Число стеблей	
	на 1 куст, штук	на 1 га, тыс.штук
38,1 тыс.	5,27	198,2
44,4 тыс.	5,18	225,7
53,3 тыс.	4,95	257,3
66,6 тыс.	4,61	287,1
88,9 тыс.	4,29	366,3

Так при густоте посадки 38,1 тыс. клубней на один гектар количество стеблей на один куст составило 5,27 штук, а в пересчете на один гектар 198,2 тысяч штук. Повышение густоты посадки значительно уменьшало количество стеблей на один куст, но в связи с большим количеством растений на 1 га, их, число, увеличивалось, и самой большой оно было при густоте посадки 88,9 тысяч клубней и составило 366,3 тысяч штук на 1 га.

Формирование урожая в значительной степени зависит от фотосинтетической деятельности растений картофеля. В результате фотосинтеза в растениях образуется 95-96% органического вещества. Фотосинтез, совершается лишь под действием тех лучей, которые поглощаются. Однако растения умеренной зоны используют для фотосинтеза 1-2% (максимум 5%). Количество вещества, образующегося в процессе фотосинтеза, зависит от интенсивности последнего, площади рабочей

поверхности листьев и продолжительности фотосинтеза [3].

По сведению М. К. Каюмова [4] в посадках картофеля с площадью листьев 30-40 тыс. м<sup>2</sup>/га только до 40% листьев (верхних ярусов) обеспечены достаточным количеством солнечной энергии. Листья средних и нижних ярусов значительное время получают такое количество ФАР, которого достаточно лишь для поддержания их жизнедеятельности.

Анализ динамики развития листовой поверхности показал, что увеличение числа растений картофеля на единицу площади сокращало величину листовой поверхности отдельных побегов, однако ввиду большего количества стеблей, листовая поверхность на единицу площади значительно повышалась. Наибольшей листовой поверхностью 49,6 тыс. м<sup>2</sup>/га обладали растения на варианте густой посадки 88,1 тыс. клубней/га (табл. 3).

Таблица 3 - Динамика нарастания площади листьев картофеля сорта Ароза в зависимости от площади питания, тыс.м<sup>2</sup>/га, 2022 год

Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Фаза растения			
	бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	уборка
38,1 тыс.	29,3	34,6	32,8	15,8
44,4 тыс.	31,4	38,5	37,6	16,4
53,3 тыс.	35,6	42,4	39,9	16,9
66,6 тыс.	37,5	45,0	40,2	17,3
88,9 тыс.	45,2	49,6	43,5	18,9

Клубни образуются на концах подземных стеблевых образований столонов, которые формируются из спящих почек нижней части стебля картофеля. Динамика нарастания массы клубней в опытах была следующей. Так, интенсивный прирост клубней начался в фазе образования бутонов и продолжался вплоть до уборки. Начало образования клубней отмечалось в фазе образования бутонов, однако закономерного влияния густоты посадки на её массу еще не наблюдалось. Так в фазе образования бутонов масса клубней в расчете на один куст составила на варианте, где высаживали 38,1 тыс. клубней/га - 67, а при посадке 88,9 тыс. - 54 г/куст.

В фазе цветения происходил интенсивный прирост, и масса клубней была достаточно высокой и в зависимости от густоты посадки она составила от 121 до 148 г/куст. Закономерность снижения массы клубней в расчете на один куст по мере повышения густоты посадки сохранилась вплоть до уборки. Перед уборкой она составила при густоте посадки 38,1 тыс. - 845 г; 44,4 тыс. - 778 г; 53,3 тыс. - 675 г; 88,9 тыс. клубней/га - 444 г/куст или на 401 г ниже по сравнению с густотой

посадки 38,1 тыс. клубней/га.

Урожайность клубней зависела от площади питания растений картофеля, то есть от её оптимальности. Наибольшая урожайность 36,65 т/га формировалось при густоте посадки 88,9 тысяч клубней на один гектар. Наименьшим она была при густоте посадки 38,1 тыс. клубней/га и составила 30,45 т/га. Увеличение густоты посадки до 44,4 тыс. повысило урожайность на 2,20 т/га, до 53,3 тыс. - на 3,51 т/га, 66,6 тыс. на - 4,79 т/га, 88,9 тыс. на - 6,20 т/га.

При высаживании картофеля различной густотой, немаловажное значение имеет урожайность за вычетом семян, так как семенной материал имеет большую стоимость.

В наших опытах при вычете семян урожайность была выше при густоте посадки 53,3 тыс. клубней и составила 32,60 т/га против 28,16 т/га при густоте посадки 38,1 тыс. клубней/га. Необходимо отметить, что по мере увеличения густоты посадки до 88,9 тыс. клубней урожайность за вычетом семян снизилась на 1,28 т/га по сравнению с густотой посадки 53,3 тыс. клубней/га (табл. 4).

Таблица 4 - Урожайность клубней картофеля сорта Ароза в зависимости от площади питания, 2022 год

Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Урожайность, т/га		Прибавка от густоты посадки, т/га	Биологическая урожайность, т/га
	фактическая	за вычетом семян		
38,1 тыс.	30,45	28,16	-	31,76
44,4 тыс.	32,65	29,99	+2,20	33,90
53,3 тыс.	33,96	32,60	+3,51	35,10
66,6 тыс.	35,24	31,24	+4,79	36,65
88,9 тыс.	36,65	31,32	+6,20	37,94
НСР <sub>0,5</sub>	0,57			

Анализ структуры урожая в опытах показал, что число и масса клубней с одного куста, а также средняя масса одного клубня закономерно снижались по мере роста числа растений на единицу площади. Так средняя масса одного клубня по мере увеличения густоты посадки от 38,1 тыс. до 88,9 тыс. клубней снизилась на 25,6 г, а число клубней на 2,5 штук на один куст.

Основной характеристикой качества клубней картофеля является содержание в них крахмала. Учитывая это, нами было

определено содержание крахмала в клубнях на изучаемых вариантах опыта (табл. 5).

По мере повышения густоты посадки несколько повышалось содержание крахмала и особенно значительно сбор крахмала с 1 га. Следует отметить, что увеличение числа растений приводит к снижению товарности урожая. При увеличении густоты посадки от 38,1 тысяч до 88,9 тыс. клубней на 1 га крахмалистость повысилась от 14,65 до 15,10%. Наряду с повышением крахмалистости клубней на 1,07 г/га увеличивался и сбор крахмала.

Таблица 5 - Качество клубней картофеля сорта Ароза в зависимости от площади питания, 2022 год

Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Содержание крахмала % на сырое вещество	Сбор крахмала с 1 га, т	Товарность, %
38,1 тыс.	14,65	4,46	93,6
44,4 тыс.	14,72	4,81	92,4
53,3 тыс.	14,79	5,02	89,4
66,6 тыс.	14,96	5,27	85,7
88,9 тыс.	15,10	5,53	82,0

По мере повышения густоты посадки от 38,1 до 88,9 тыс. клубней/га доля мелких клубней увеличилась с 6,3 до 18,0%, а величина крупных клубней наоборот снизилась с 46,2 до 27,5%. Соответственно снижалась товарность урожая. Если при густоте посадки 38,1 тыс. клубней товарность составила 93,6%, а при самой большой густоте посадки 88,9 тыс. клубней - 82,0%.

Увеличение густоты посадки до 53,3 тыс. клубней/га, несмотря на некоторое повышение затрат на 1 га, превосходило другие варианты по уровню чистого дохода и себестоимости одной тонны урожая. На этом варианте чистый доход составил 96940 руб./га, а себестоимость картофеля 2126 руб./т. Уровень рентабельности был выше на втором варианте с густотой посадки

44,4 тыс. клубней/га, что объясняется с высокой стоимостью семенных клубней.

**Выводы.** На серых лесных почвах Закамья Республики Татарстан урожайность клубней картофеля сорта Ароза, а также сбор крахмала повышались с увеличением нормы посадки до 88,9 тыс. клубней на 1 га.

Урожай за вычетом семян имел четко выраженный максимум при некоторой оптимальной норме посадки, для сорта Ароза она составила 53,3 тыс. клубней на 1 га.

Количество клубней в расчете на 1 куст и средняя масса клубней уменьшались по мере увеличения густоты посадок. Доля мелких фракций клубней в урожае при этом возрастало, а крупных уменьшалось. В результате наблюдалось снижение товарности урожая и повышение выхода семенных клубней.

#### Литература

1. Картофель: селекция, семеноводство, технология возделывания / П. И. Альсмик, В. С. Шевелуха, Х. Ортель и др. Минск: Ураджай, 1988. 304 с.
2. Барсуков А.С., Барсуков С.С. Тип почвы, способы и густота посадки влияют на продуктивность// Картофель и овощи. 2002. № 3. 25 с.
3. Бурлака В. В. Картофелеводство Сибири и Дальнего Востока. М.: Колос, 1978. 208 с.
4. Каюмов М. К. Справочник по программированию продуктивности полевых культур. - М.: Россельхозиздат, 1982. 288 с.
5. Коршунов А. В., Семенов А. В. Приемы агротехники влияют на урожай и его качество // Картофель и овощи. 2003. № 3. С. 8-9.
6. Система биологизации земледелия нечерноземной зоны России / В. Ф. Мальцев, М. К. Каюмов, В. Е. Ториков [и др.]. Том Часть 2. Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2002. 576 с.
7. Писарев Б. А. Производство раннего картофеля. М.: Россельхозиздат, 1986. 286 с.
8. Синягин И. И. Площадь питания растений. М.: Россельхозиздат, 1975. 384 с.
9. Исследования эффективности применения органоминеральных удобрений при выращивании картофеля / Т. И. Бурмирова, Л. Н. Сысоева, Т. П. Алексеева, Н. М. Трунова // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 5. С. 32-33.
10. Эффективность расчетных доз удобрений на получение запланированных урожаев картофеля на серой лесной почве лесостепи среднего Поволжья / К. В. Владимиров, В. Н. Фомин, П. А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 31-33.
11. Продуктивность и энергетическая эффективность различных сортов картофеля в зависимости от систем удобрений / А. А. Молявко, А. В. Марухленко, Н. П. Борисова [и др.] // Агробиотехнологический вестник. 2021. № 3. С. 27-30. DOI 10.24412/1029-2551-2021-3-006.
12. Жуков Ю. П. Баланс питательных веществ как прогнозно-экологический показатель плодородия почв и продуктивности культур // Агробиотехнология. 1996. №7. С. 35-45.
13. Meinert G., Mittnacht A. Integrierter Pflanzenschutz, Unkreuter, Krankheiten und Schadlinge im Ackerbau. Stuttgart: Ulmer. 1992. 335 p.
14. Рекомендации по применению регуляторов роста и удобрений при выращивании картофеля: Методическое пособие / Л. А. Дорожкина, Е. А. Князева, В. Зейрук [и др.]. Коломна: Инлайт, 2018. 40 с.
15. Сидеральная культура - эффективный предшественник для картофеля / В. П. Владимиров, Л. М. Егоров, В. И. Аппаков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. Т. 7. № 3(25). С. 101-105.
16. Картофель. Выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер [и др.]. Москва: ООО «ДЛВАГРОДЕЛО», 2016. 458 с. ISBN 978-5-903209-17-0.

#### Конфликт интересов

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

**Сведения об авторах:**

Миникаев Рогат Вагизович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: ragat@mail.ru

Шайхутдинов Фарит Шарипович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: faritshay@kazgau.com

Егоров Леонид Михайлович - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: Leon-1978.1978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3973-4576>

Шарапова Алсу Рафиковна – аспирант, e-mail: xbm21@yandex.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

**FORMATION OF THE YIELD OF POTATO TUBERS DEPENDING ON THE FEEDING AREA ON GRAY FOREST SOIL REPUBLIC OF TATARSTAN**

**R. V. Minikaev, F. Sh. Shaikhutdinov, L. M. Egorov, A. R. Sharapova**

**Abstract.** Realization of the potential potato yield (35-40 t/ha) in the forest-steppe zone of the Middle Volga region is possible only with the introduction of adapted highly productive varieties and the use of varietal agricultural technology. The article presents the results of a study of the influence of area and nutrition on the productivity of the new early ripening potato variety Arosa. It was established that in the flowering phase there was an intensive growth, and the mass of the tubers was quite high and, depending on the planting density, it ranged from 121 to 148 g/bush. The pattern of decreasing tuber weight per course as planting density increased continued until harvesting. Before harvesting, it was 38,1 thousand - 845 g at planting density; 44,4 thousand - 778 g; 53,3 thousand - 675 g; 88,9 thousand tubers/ha - 444 g/bush or 401 g lower compared to the planting density of 38,1 thousand tubers/ha. It was revealed that on gray forest soils, as the number of planted tubers increased from 38,1 to 88,9 thousand pieces/ha, the yield of potato tubers of the Arosa variety increased from 30,45 to 36,65 t/ha, and the collection of starch from 4,46 to 5,53 t/ha. However, the maximum yield excluding seeds of 32,60 t/ha had a clearly defined maximum at a certain optimal planting rate – 53,3 thousand tubers/ha.

**Key words:** Potatoes, variety, yield, feeding area, starch content, efficiency.

**For citation:** Minikaev R.V., Shaikhutdinov F.Sh., Egorov L.M., Sharapova A.R. Formation of the yield of potato tubers depending on the feeding area on gray forest soil of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2023; 4(8): 32-36

**References**

1. Al'smik P. I., Sheveluha V. S., Ortel' X. Kartofel': selekcija, semenovodstvo, tehnologija vozdevljanija [Potatoes: breeding, seed production, cultivation technology]. Minsk: Uradzhaj. 1988. 304.
2. Barsukov A. S., Barsukov S. S. [Soil type, planting methods and density affect productivity]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2002; 3: 25.
3. Burlaka V. V. Kartofelevodstvo Sibiri i Dal'nego Vostoka [Potato growing in Siberia and the Far East]. M.: Kolos. 1978. 208.
4. Kajumov M. K. Spravochnik po programmirovaniu produktivnosti polevyh kul'tur [Handbook on programming productivity of field crops]. M.: Rossel'hozizdat. 1982. 288.
5. Korshunov A. V., Semenov A. V. [Agricultural techniques affect the harvest and its quality]. *Kartofel' i ovoshhi*. 2003; 3: 8-9.
6. Mal'cev V. F., Kajumov M. K., Torikov V. E. Sistema biologizacii zemledelija nechernozemnoj zony Rossii [The system of biologization of agriculture in the non-chernozem zone of Russia]. Tom Chast' 2. Moskva: Rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut informacii i tehniko-jekonomicheskikh issledovanij po inzhenerno-tehnicheskomu obespecheniju agropromyshlennogo kompleksa. 2002. 576.
7. Pisarev B. A. Proizvodstvo rannego kartofelja [Production of early potatoes]. M.: Rossel'hozizdat. 1986. 286.
8. Sinjagin I. I. Ploshhad' pitanija rastenij [Plant nutrition area]. M.: Rossel'hozizdat. 1975. 384.
9. Burmistrova T. I., Sysoeva L. N., Alekseeva T. P. [Investigation of the effectiveness of the use of organomineral fertilizers in potato cultivation]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2012; 5: 32-33.
10. Vladimirov K. V., Fomin V. N., Chekmarev P. A. [Efficiency of calculated doses of fertilizers for obtaining planned potato harvests on gray forest soil of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2012; 2: 31-33.
11. Moljavko A. A., Maruhlenko A. V., Borisova N. P. [Productivity and energy efficiency of various potato varieties depending on fertilizer systems]. *Agrohimicheskij vestnik*. 2021; 3: 27-30. DOI 10.24412/1029-2551-2021-3-006.
12. Zhukov Ju. P. [The balance of nutrients as a predictive ecological indicator of soil fertility and crop productivity]. *Agrohimija*. 1996; 7: 35-45.
13. Meinert G., Mittnacht A. Integrierter Pflanzenschutz, Unkreuter, Krankheiten und Schadlinge im Ackerbau. Stuttgart: Ulmer. 1992. 335.
14. Dorozhkina L. A., Knjazeva E. A., Zejruk V. Rekomendacii po primeneniju reguljatorov rosta i udobrenij pri vyrashhivanii kartofelja: Metodicheskoe posobie [Recommendations on the use of growth regulators and fertilizers in potato cultivation: A methodological guide]. Kolomna: Inlajt. 2018. 40.
15. Vladimirov V. P., Egorov L. M., Appakov V. I. [Sideral culture - an effective precursor for potatoes]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012; 7. 3(25): 101-105.
16. Shpaar D., Bykin A., Dreger D. Kartofel'. Vyrashhivanie, uborka, hranenie [Potatoes. Cultivation, harvesting, storage]. Moskva: OOO «DLVAGRODELO». 2016. 458. ISBN 978-5-903209-17-0.

**Conflict of interests**

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

**Authors:**

Minikaev Rogat Vagizovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of the department, e-mail: ragat@mail.ru

Shaikhutdinov Farit Sharipovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faritshay@kazgau.com

Egorov Leonid Mikhailovich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: Leon-1978.1978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3973-4576>

Sharapova Alsu Rafikovna - Graduate student, e-mail: xbm21@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ  
УРОЖАЙНОСТИ ГРЕЧИХИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН В 2000-2022 ГОДЫ****А. Б. Мустафина**

**Реферат.** Исследования проводили с целью изучения оценки влияния метеорологических условий на урожайность гречихи в Республике Татарстан в период 2000-2022 годы. Рассматривалась динамика урожайности гречихи с 2000 по 2022 годы, средняя урожайность оказалась равной 10,5 ц/га. Размах колебаний урожайности в исследуемые годы оказался равным 13,0 ц/га. Наибольшая урожайность была зафиксирована в 2008 году, когда условия увлажнения были благоприятными для развития растений гречихи, в то время как минимальный показатель был зафиксирован в 2010 году из-за недостатка осадков и высокой температурной напряженности, что отрицательно повлияло на рост, цветение и созревание культуры. Для оценки динамики развития урожайности гречихи во времени были проанализированы показатели, характеризующие динамику временных рядов. В течение исследуемого периода наблюдалась переменчивая динамика урожайности гречихи в Республике Татарстан. Максимальное увеличение было в 2011 году по сравнению с предыдущим годом и составило 9,6 ц/га, что является увеличением на 355,6%. Наиболее высокие темпы урожайности были зафиксированы в 2011 и 2022 годах - 455,6% и 226,9% соответственно. Минимальные темпы урожайности гречихи в Татарстане были отмечены в 2010 (22,7%), 2021 (55,3%) и 2018 (68,2%) годах. Сравнивались температуры воздуха месяца мая, июня и июля в периоды 2000-2010 и 2011-2022 годы. Обнаружено, что в период 2011-2022 годы средняя температура воздуха рассмотренных месяцев на 0,8-1,0°C выше чем в 2011-2022 годы. Анализ корреляционной связи урожайности с основными метеорологическими показателями показал, что важную роль для высокого урожая играют температуры воздуха в июне и июле и осадки в июне.

**Ключевые слова:** гречиха, агроклиматические условия, урожайность, Республика Татарстан.

**Для цитирования:** Мустафина А.Б. Влияние агроклиматических условий на формирование урожайности гречихи в Республике Татарстан в 2000-2022 гг. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. №4 (8). С. 37-42

**Введение.** Гречиха является одной из самых важных и популярных продовольственных культур. Гречиха обладает рядом преимуществ благодаря высокому содержанию питательных веществ и диетических компонентов. Она является богатым источником минеральных солей, органических кислот, витаминов и незаменимых аминокислот, которые необходимы организму человека [1].

Гречиха представляет собой ценный источник пользы для здоровья и может использоваться в качестве медоносного растения с высокими показателями сбора меда. В зависимости от погодных условий и сельскохозяйственных методов, с каждого гектара гречишного поля можно получить от 50 до 90 кг меда, который отличается отличным вкусом, приятным ароматом и лечебными свойствами. Гречишный мед содержит полный комплекс необходимых аминокислот и имеет особую ценность в пчеловодстве, где используются специально выращенные посевы для сбора меда помимо обычных посевов на зерно [2].

Кроме того, отходы крупяного производства используются в качестве концентрированного корма для животных и птиц. Солома гречихи также признана ценным кормом для скота.

Хороший урожай гречихи способствует улучшению почвы и созданию благоприятного фосфорно-калийного фона, что положительно сказывается на качестве последующего посева. Кроме того, гречиха помогает бороться со сорняками и улучшает

физико-механические свойства почвы, оставляя ее рыхлой [3].

Гречиха имеет большое агротехническое значение. Будучи культурой короткого вегетационного периода и поздних сроков сева, она широко используется для пересева погибших озимых и яровых культур [1].

Уровень урожайности гречихи посевной зависит в большей степени от условий, которые сложились в период вегетации растений. Это объясняется тем, что оплодотворение, хорошее опыление и формирование плодов зависят от температурного фона, осадков и относительной влажности воздуха, которые складываются во время цветения растений [4, 5].

У гречихи каждый цветок цветет только в течение одного дня. Если цветки не опыляются, семена не образуются. Обычно на одном растении гречихи появляется около 500 цветков, но урожай зерна дают лишь около 4-6% из них. Каждый процент цветков, которые не опылены, приводит к потере 1-2 зерна [6].

Исследования показали, что для успешного выращивания гречихи наиболее подходящей температурой является диапазон от 18 до 25°C, и относительная влажность воздуха должна быть не ниже 50%. В случае избыточного увлажнения, проливных дождей и сильных ветров во время цветения, а также при засухе, процесс опыления и образование плодов у гречихи отрицательно сказываются. Повышенные температуры воздуха свыше 26°C и относительная влажность воздуха ниже

30% также негативно влияют на опыление и приводят к массовому отмиранию завязей у гречихи [2].

Исследования в области изменения климата и агрометеорологии проводятся многие десятилетия. В работах А. Б. Мустафиной, В. Н. Павловой [7, 8, 9] делается вывод о существенной зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от метеорологических условий. Однако зависимость от условий погоды делает производство сельскохозяйственной продукции нестабильным [10]. В настоящее время наблюдается увеличение засушливости в большей части сельскохозяйственных регионов России, что негативно влияет на валовый сбор урожая зерновых культур [11].

В условиях Среднего Поволжья главные лимитирующие факторы урожайности гречихи – так же часто повторяющиеся засухи, а в северных районах зоны еще и недостаточный уровень почвенного плодородия [12, 13, 14].

Для того, чтобы получить хороший урожай гречихи, необходимо учитывать агроклиматические условия региона, где выращивается культура. В данной статье будет рассмотрена

связь между урожайностью гречихи и агроклиматическими условиями.

Цель исследования – изучение оценки влияния метеорологических условий на урожайность гречихи в Республике Татарстан в период 2000-2022 годы.

**Условия, материалы и методы.** В работе использовались данные Росстата об урожайности гречихи в Республике Татарстан в 2000-2022 годы, метеорологические данные фонда ВНИИГМИ-МЦД за период 2000-2022 годы 13 метеостанций, находящихся на территории Республики Татарстан. В работе для обработки и анализа исходных данных использовались современные вычислительные системы, апробированные статистические методы, корреляционный и тренд-анализ.

**Результаты и обсуждение.** Средняя урожайность гречихи в Республике Татарстан за рассмотренный период оказалась равной 10,5 ц/га (рис. 1, табл. 1). Размах колебаний урожайности в исследуемые годы (разность между максимальной и минимальной урожайностью) составляет 13,0 ц/га. Наибольшая урожайность была в 2008 году, минимальная – в 2010 году.

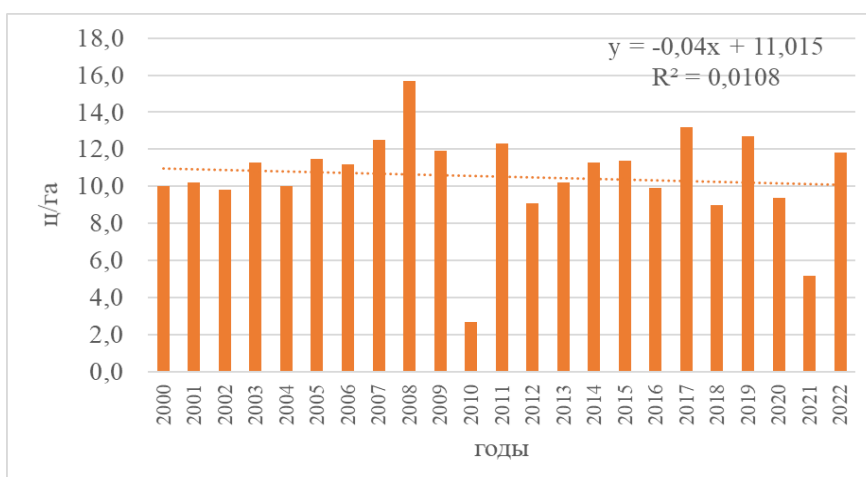


Рис.1 - Динамика урожайности гречихи (ц/га) в 2000–2022 годы

В начале вегетационного периода 2008 года температура и уровень увлажнения создали благоприятные условия для развития гречихи. В мае среднесуточная температура воздуха составила 12,3 °С (с изменением в пределах 5,8-22,7 °С), а осадков выпало 49,2 мм, что составляет 129,5 % среднегогодового значения (38 мм). В июне было замечено избыточное количество осадков, превышающее климатическую норму (82,4 мм вместо 57 мм), а

температура воздуха была ниже средней многолетней температуры (16,2 °С против средне-многолетней 18,3 °С). Июнь был благоприятным для процессов плодообразования гречихи с точки зрения погодных условий. Июль соответствовал климатическим нормам по температуре воздуха и количеству осадков. В 2008 году атмосферные осадки во время вегетационного периода гречихи были выше среднего уровня [15].

Таблица 1 - Статистические данные по урожайности гречихи

Средняя урожайность за весь исследуемый период, ц/га	10,5
Максимальная урожайность, ц/га	15,7
год	2008
Минимальная урожайность, ц/га	2,7
год	2010
СКО, ц/га	2,6
Средняя урожайность за последние три года (2020-2022), ц/га	8,8

В 2010 году количество атмосферных осадков, достаточных для вегетационного периода гречихи, было ниже многолетнего уровня. С середины апреля до середины мая существенных осадков (выше 1 мм) не наблюдалось. За май-июль выпало 38,8 мм осадков при норме 158 мм. Среднемесячная температура воздуха мая составила 16,8°C (норма равна 14,1°C). В июне и июле среднемесячные температуры воздуха составили 21,0 °C и 24,7 °C соответственно, что на 2,7 и 4,2 °C выше среднемноголетнего значения. Максимальная температура доходила до 38-39°C. В 2010 году высокая температурная напряженность и недостаток влаги негативно сказались на интенсивности ростовых процессов, плодообразовании и созревании гречихи, т.к. высокая температура без осадков препятствует нормальному развитию корней и надземной части растений. Корням требуется более низкая температура, чем надземной части. Обычно природные условия способствуют этому разделению, но при отклонении от оптимальных условий корневая система страдает, что наблюдается в периоды засухи [1, 16].

Вегетация гречихи 2018 и 2021 годы протекала в условиях острой почвенной и атмосферной засухи. Гидротермический коэффициент по Селянинову в среднем за вегетацию 2018 году составил 0,51, 2021 году – 0,29 [17].

Для характеристики интенсивности развития урожайности гречихи во времени, были рассмотрены показатели, количественно характеризующие динамику временных рядов: абсолютный прирост, темп роста,

температура.

Абсолютный прирост  $\Delta t$  показывает абсолютную величину увеличения (или уменьшения) уровня ряда  $y_t$  за определенный временной интервал и находится как разница уровней ряда (Чичасов Г.Н. Численные методы обработки и анализа гидрометеорологической информации. М.: Боргес, 2013. 235 с):

$$\Delta t = y_t - y_{t-1} \quad (1)$$

где  $y_t$  - уровень сравниваемого периода,  $y_{t-1}$  - уровень предыдущего сравниваемого периода.

Темп роста представляет собой процентный коэффициент увеличения или снижения показателя, который показывает, насколько величина этого показателя отличается от уровня, принятого за 100%, в данном периоде. Темп прироста показывает, на сколько процентов уровень больше (меньше) от уровня сравнения.

Данные, приведенные в таблице 2 показывают, что за исследуемый период наблюдалась непостоянная динамика урожайности гречихи. Абсолютный прирост показывает, что максимальное увеличение было в 2011 году по сравнению с предыдущим годом на 9,6 ц/га, т.е. увеличение валового сбора достигло 355,6%. Наибольшие темпы урожайности были в 2011 и 2022 годы – 455,6% и 226,9% соответственно. Минимальные темпы урожайности гречихи в Татарстане наблюдались в 2010 (22,7%), 2021 (55,3%) и 2018 (68,2%) годы.

Таблица 2 - Показатели динамики урожайности гречихи

Годы	Урожайность, ц/га	Абсолютный прирост, ц/га	Темп роста, %	Темп прироста, %
2000	10,0	-	-	-
2001	10,2	0,2	102,0	2,0
2002	9,8	-0,4	96,1	-3,9
2003	11,3	1,5	115,3	15,3
2004	10,0	-1,3	88,5	-11,5
2005	11,5	1,5	115,0	15,0
2006	11,2	-0,3	97,4	-2,6
2007	12,5	1,3	111,6	11,6
2008	15,7	3,2	125,6	25,6
2009	11,9	-3,8	75,8	-24,2
2010	2,7	-9,2	22,7	-77,3
2011	12,3	9,6	455,6	355,6
2012	9,1	-3,2	74,0	-26,0
2013	10,2	1,1	112,1	12,1
2014	11,3	1,1	110,8	10,8
2015	11,4	0,1	100,9	0,9
2016	9,9	-1,5	86,8	-13,2
2017	13,2	3,3	133,3	33,3
2018	9,0	-4,2	68,2	-31,8
2019	12,7	3,7	141,1	41,1
2020	9,4	-3,3	74,0	-26,0
2021	5,2	-4,2	55,3	-44,7
2022	11,8	6,6	226,9	126,9

Как следует из данных Росстата, в 2022 году в Республике Татарстан было посеяно

5684 га гречихи, из них 2472 га в Чистопольском районе. Валовой сбор в 2022 году



## АГРОНОМИЯ

составил 179,8 тыс. центнеров, что составляет 231,6% к 2021 году, что указывает нам и темп роста.

С целью определения изменения

термического режима за исследуемый период, были проведены расчет и анализ средней температуры воздуха за май, июнь и июль по периодам 2000–2010 и 2011–2022 годы (табл. 3).

Таблица 3 - Изменение температуры воздуха (°C) в мае, июне и июле в 2000-2010 годы и 2011-2022 годы

Средние значения температуры воздуха, °C					
май		июнь		июль	
2000-2010 годы	2011-2022 годы	2000-2010 годы	2011-2022 годы	2000-2010 годы	2011-2022 годы
13,4	14,4	17,3	18,1	20,4	20,3

Оказалось, что наблюдался существенный рост температуры воздуха на 0,8-1,0 °C в мае и июне, в июле среднемесячная температура в 2011-2022 годы оказалась ниже на 0,1°C по сравнению с 2000-2010 годы.

Количество осадков в мае в период 2011-2022 годы составило 47,2 мм и оказалось ниже на 13,9 мм по сравнению с 2000-2010 годы, когда количество составило

33,3 мм. В июне в 2011-2022 годы количество осадков меньше на 8,1 мм по сравнению с 2000-2010 годы. В июле изменения количества не существенные – в 2011-2022 годы количество осадков меньше всего на 0,7 мм, чем 2000-2010 годы (табл. 4).

Таким образом, количество осадков во вторую часть исследуемого периода уменьшилось.

Таблица 4 - Изменение количества осадков (мм) в мае, июне и июле в 2000-2010 годы и 2011-2022 годы

Количество осадков, мм					
май		июнь		июль	
2000-2010 годы	2011-2022 годы	2000-2010 годы	2011-2022 годы	2000-2010 годы	2011-2022 годы
47,2	33,3	65,0	56,9	59,9	59,2

В таблице 5 представлены результаты зависимости (корреляционной связи), которые демонстрируют связь урожайности гречихи с температурой воздуха и осадками. Как следует из расчетов, в мае связи и по температуре воздуха, и по осадкам незначимые, значения ниже критической величины.

Из таблицы 5 также следует, что значимые связи урожайности гречихи установлены с температурой воздуха в июне и июле и

с осадками в июне. В июле отсутствует зависимость урожайности гречихи от количества осадков.

На рисунке 2 представлена зависимость урожайности гречихи от температур воздуха июня. Коэффициент наклона линейного тренда данной зависимости отрицательная, что говорит о том, что с повышением температуры воздуха количество собранного урожая гречихи снизится.

Таблица 5 - Коэффициенты корреляции урожайности гречихи с температурой воздуха и осадками в 2000-2022 годы

Температура воздуха			Осадки		
май	июнь	июль	май	июнь	июль
-0,39	-0,51	-0,59	0,34	0,52	0,38

Примечание: Критический коэффициент корреляции при  $p \geq 0,95$  равен  $r \geq 0,41$ .

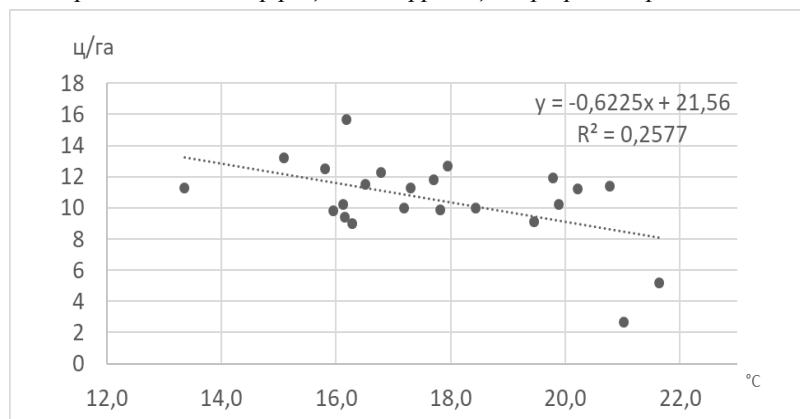


Рис. 2 – Зависимость урожайности гречихи от температуры воздуха июня

Анализ корреляционной связи урожайности с основными метеорологическими показателями, что существенную роль играют температуры воздуха июня и июля, также осадки, выпавшие в июне, что так же было отмечено [4].

Как видно из таблицы 5, коэффициент корреляции урожайности гречихи с температурой воздуха июня и июля отрицательная, что так же доказывает о снижении урожайности с повышением температуры воздуха.

С осадками корреляционная связь положительная и значительная в июне, то есть увеличение количества осадков июня благоприятно сказывается на урожайности гречихи.

**Выводы.** Таким образом, погодные

аномалии, наблюдавшиеся в 2010 году оказали негативное влияние на формирование урожая гречихи.

В результате исследований выявлено в 2011–2022 годы по сравнению с периодом 2000–2010 годы значимое повышение средней температуры воздуха в мае и июне, в наиболее важные периоды для формирования урожая.

Установлена значимая связь урожайности гречихи с температурой воздуха в июне и июле и осадками в июне. Коэффициент корреляции с температурой воздуха отрицательная, с осадками – положительная, что доказывает о снижении урожайности с повышением температуры воздуха и повышении ее с увеличением количества осадков.

### Литература

1. Якименко А.Ф. Гречиха. М.: Колос, 1982. 196 с.
2. Современная технология возделывания гречихи и проса в Республике Башкортостан (методические рекомендации) / А. А. Сахибгареев, Р. Л. Акчурин и др. Уфа, 2015. 66 с.
3. Рахимова Г. М., Бакирова Э. Р. Продуктивность сортов гречихи в условиях Татышлинского и Учалинского районов Республики Башкортостан // Российский электронный научный журнал. 2023. № 1(47). С. 148-156. <https://doi.org/10.31563/2308-9644-2023-47-1-148-156>.
4. Никитина В. И., Вагнер В. В. Влияние метеорологических факторов на урожайность и продолжительность вегетационного периода сортов гречихи посевной в лесостепной зоне Южно-Минусинского округа // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5(182). С. 3-8. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-3-8>.
5. 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>.
6. Ефименко Д. Я., Барабаш Г. И. Гречиха. Москва: Агропромиздат, 1990. 192 с.
7. Мустафина А. Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в Республике Татарстан // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 2(372). С. 144-153.
8. Мустафина А. Б. Агроклиматические условия Республики Татарстан // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2018. Т. 28. № 3. С. 298-307.
9. Павлова В. Н. Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI веке // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2013. № 569. С. 20-37.
10. Противоэрозионная мелиорация в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2(66). С. 47-54. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-45-52>.
11. Павлова В. Н., Каланка П., Караченкова А. А. Продуктивность зерновых культур на территории Европейской России при изменении климата за последние десятилетия // Метеорология и гидрология. 2020. №1. С. 78-94.
12. Кадырова Ф. З., Климова Л. Р., Кадырова Л. Р. О некоторых приемах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 30-33. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10507>.
13. Сафин Р. И., Валиев А. Р., Колесар В. А. Современное состояние и перспективы развития углеродного земледелия в Республике Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 7-13. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-7-13>.
14. Кадырова Ф. З., Кадырова Л. Р. Особенности репродуктивной биологии *Fagopyrum esculentum* Moench в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 4(34). С. 131-134. <https://doi.org/10.12737/7746>.
15. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научное издание, 2022. 124 с.
16. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 160-166. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-160-166>.
17. Климова Л. Р., Кадырова Ф. З. Оценка продуктивности и качества урожая сортов гречихи обыкновенной в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 4(68). С. 5-10. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-5-10>.

### Конфликт интересов

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

### Сведения об авторах:

Мустафина Айсылу Билаловна - кандидат географических наук, старший преподаватель, e-mail: [aysl\\_mustafina@mail.ru](mailto:aysl_mustafina@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-5864-1727>  
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

## THE INFLUENCE OF AGROCLIMATIC CONDITIONS ON BUCKWHEAT YIELD FORMATION IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN FROM 2000 TO 2022

A. B. Mustafina

**Abstract.** The studies were carried out in order to study the impact of meteorological conditions on the yield of buckwheat in the Republic of Tatarstan in the period 2000-2022. The dynamics of buckwheat yield from 2000 to 2022 was considered, the average yield was equal to 10,5 c/ha. The range of yield fluctuations in the study years turned out to be 13,0 c/ha. The highest yield was recorded in 2008, when humidification conditions were favorable for the development of buckwheat plants, while the minimum figure was recorded in 2010 due to lack of precipitation and high temperature tension, which negatively affected the growth, flowering and maturation of the crop. To assess the dynamics of buckwheat yield development over time, indicators characterizing the dynamics of time series were analyzed. During the study period, variable dynamics of buckwheat yield was observed in the Republic of Tatarstan. The maximum increase was in 2011 compared to the previous year and amounted to 9,6c/ha, which is an increase of 355,6%. The highest yield rates were recorded in 2011 and 2022 – 455,6% and 226,9 %, respectively. The minimum rates of buckwheat yield in Tatarstan were noted in 2010 (22,7%), 2021 (55,3%) and 2018 (68,2%). Air temperatures of the month of May, June and July during the periods 2000-2010 and 2011-2022 were compared. It was found that in the period 2011-2022 the average air temperature of the months considered is 0.8-1.0 °C higher than in 2011-2022. Analysis of the correlation of yield with the main meteorological indicators showed that air temperatures in June and July and precipitation in June play an important role for high yields.

**Key words:** buckwheat, agroclimatic conditions, yield, Republic of Tatarstan.

**For citation:** Mustafina A.B. The influence of agroclimatic conditions on buckwheat yield formation in the Republic of Tatarstan from 2000 to 2022. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2023; 4(8); 37-42

## References

1. Yakimenko A. F. Grechiha [Buckwheat]. M.: Kolos. 1982. 196.
2. Sakhibgareev A. A., Akchurin R. L. *Sovremennaja tehnologija vozdeljvanija grechihi i prosa v Respublike Bashkortostan* [Modern technology of buckwheat and millet cultivation in the Republic of Bashkortostan]. Ufa. 2015. 66.
3. Rakhimova G. M., Bakirova E. R. [Productivity of buckwheat varieties in the Tatyshlinsky and Uchalinsky districts of the Republic of Bashkortostan]. *Rossijskij elektronnyj nauchnyj zhurnal*. 2023; 1(47): 148-156. <https://doi.org/10.31563/2308-9644-2023-47-1-148-156>.
4. Nikitina V. I., Wagner V. V. [The influence of meteorological factors on the yield and duration of the growing season of buckwheat varieties sown in the forest-steppe zone of the South Minusinsk District]. *Vestnik KrasGAU*. 2022; 5 (182): 3-8. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-3-8>.
5. Shaikhutdinov F. Sh., Amirov M. F., Serzhanov I. M. [The productivity of various types of spring wheat depending on the background of nutrition at various sowing rates in the conditions of the Predkam zone of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 1(5): 46-51. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-46-51>.
6. Efimenko D. Ya., Barabash G. I. Grechiha [Buckwheat]. M.: Agropromizdat. 1990. 192.
7. Mustafina A. B. [Main features of the influence of weather conditions on the yield of grain crops in the Republic of Tatarstan]. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy*. 2019; 2(372): 144-153.
8. Mustafina A. B. [Agroclimatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*. 2018; 28. 3: 298-307.
9. Pavlova V. N. [Agroclimatic resources and productivity of Russian agriculture in the implementation of new climatic scenarios in the XXI century]. *Trudy Glavnoj geofizicheskoj observatorii im. A.I. Voejkova*. 2013; 569: 20-37.
10. Khismatullin M. M., Valiev A. R., Khismatullin M. M. [Anti-erosion reclamation in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; 17. 2(66): 47-54. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-45-52>.
11. Pavlova V. N., Kalanka P., Karachenkova A. A. [Productivity of grain crops in the territory of European Russia under climate change over the past decades]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2020; 1: 78-94. EDN OPLARE.
12. Kadyrova F. Z., Klimova L. R., Kadyrova L. R. [On some methods of optimizing buckwheat cultivation in arid conditions]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; 33. 5: 30-33. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10507>.
13. Safin R. I., Valiev A. R., Kolesar V. A. [The current state and prospects for the development of carbon agriculture in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 16. 3 (63): 7-13.
14. Kadyrova F. Z., Kadyrova L. R. [Features of reproductive biology *Fagopyrum esculentum* Moench in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014; 9. 4(34): 131-134. <https://doi.org/10.12737/7746>.
15. Tretij ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. *Obschchee rezyume* [Third assessment report on climate change and its effects in the Russian Federation. General summary.] SPb.: Naukoemkie tekhnologii. 2022. 124.
16. Khismatullin M. M., Khismatullin M. M., Valiev A. R. [The role and place of irrigated agriculture in the production of agricultural products and its economic efficiency (experience of the Republic of Tatarstan)]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 16. 3(63): 160-166. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-160-166>.
17. Klimova L. R., Kadyrova F. Z. [Assessment of productivity and quality of the crop of buckwheat varieties in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; 17. 4(68): 5-10. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-5-10>.

## Conflict of interests

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

## Author:

Mustafina Aysylu Bilalovna - Ph. D. of Geographical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Land Management and Cadastre, e-mail: [ayslu\\_mustafina@mail.ru](mailto:ayslu_mustafina@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-5864-1727>  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ

Р. И. Сафин, И. Х. Вафин

**Реферат.** Приводятся результаты полевых опытов на яровом ячмене, проведенных в 2023 году на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Целью исследований была оценка влияния применения разработанных в Институте агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ различных композиций органоминеральных удобрений на основе природных минералов (цеолит, диатомит, перлит), гуматов и отходов пищевой промышленности (лузга гречихи, свекловичная меласса) на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя. В задачи исследований входило изучение характера изменений в росте и развитии растений, урожайности и содержании в зерне белка при применении экспериментальных органоминеральных удобрений. Объектом исследования выступал яровой ячмень сорта Раушан. В качестве контроля выступал вариант без удобрений, в качестве стандарта использовалось внесение 100 кг/га азофоски. Экспериментальные удобрения вносились из расчета 120 кг/га. Все удобрения в опыте вносились перед посевом. Исследования проводились на серой лесной высококультуренной почве. Условия вегетации 2023 году отличалась периодически острозасушливыми явлениями, что повлияло на рост и развитие растений ярового ячменя. Установлено, что внесение экспериментальных удобрений способствовало росту длины корней и надземных частей растений, а также снижало поражение растений корневыми гнилями. Наибольшее положительное влияние на снижение поражения корневыми гнилями оказало удобрение на основе диатомита. Наибольшая прибавка урожая к контролю (на 0,73 т/га) и стандарту (на 0,22 т/га) была получена при использовании удобрения на основе диатомита. Следовательно, применение всех органоминеральных удобрений (особенно на основе цеолита) ведет к увеличению содержания в зерне белка.

**Ключевые слова:** органоминеральные удобрения, гуминовые препараты, отходы пищевой промышленности, яровой ячмень.

**Для цитирования:** Сафин Р.И., Вафин И.Х. Перспективы применения различных органоминеральных удобрений на яровом ячмене // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 43-47

**Введение.** Яровой ячмень является одной из наиболее древних сельскохозяйственных культур, играющих до сих пор важнейшую роль как в пищевой промышленности, так и в качестве корма для животных [1, 2]. Доля ячменя в экспортных поставках России составляет более 14%, что делает его одной из важнейших экспортных сельскохозяйственных культур страны [3].

Для Татарстана яровой ячмень остается основной зернофуражной культурой [4], что подтверждает необходимость и актуальность научных исследований по селекции, семеноводству и приемам агротехнологии возделывания данной культуры [5, 6, 7]. Одним из важнейших элементов технологии возделывания ярового ячменя является система удобрений, играющая значительную роль как в формировании урожая, так и в изменениях качественных характеристик зерна у данной культуры [8, 9]. Вместе с тем, рост стоимости синтетических минеральных удобрений, развитие органического земледелия, а также необходимость в снижении антропогенной нагрузки на полевые агроценозы диктуют необходимость в разработке новых органоминеральных удобрений, основанных на природных веществах или органических отходах промышленности [10, 11, 12]. Высокая эффективность различных органоминеральных удобрений показана и на яровом ячмене [13, 14, 15].

Среди наиболее ценных для использования в качестве основы для производства органоминеральных удобрений, особое место

занимают природные кремнийсодержащие минералы – цеолит, диатомит, перлит [16, 17]. Показано, что внесение данных минералов в почву оказывает положительное влияние на формирование урожая сельскохозяйственных культур [18, 19, 20]. Разработаны органоминеральные удобрения, представляющие смеси кремнийсодержащих минералов и различных органических веществ [21]. В ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» разработаны новые комплексные органоминеральное удобрение на основе природных материалов (цеолита, диатомита, перлита), гуминовых веществ, лузги гречихи и мелассы. В связи с вышеизложенным, целью работы было изучение эффективности внесения данных удобрений под яровой ячмень. В задачи исследований входило определение влияния экспериментальных органоминеральных удобрений на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя.

**Условия, материалы и методы.** В качестве объекта исследований выступал сорт Раушан. Репродукция семян – суперэлита.

Полевые опыты закладывались на опытных полях в экспериментальном севообороте Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Изучались следующие варианты опыта:

1. Контроль;
2. Азофоска (16:16:16), 100 кг/га – стандартное минеральное удобрение;
3. Органоминеральное удобрение (ОМУ) с диатомитом, 120 кг/га;
4. Органоминеральное удобрение (ОМУ) с цеолитом, 120 кг/га;

5. Органоминеральное удобрение (ОМУ) с диатомитом, 120 кг/га.

Общая площадь делянки – 26 м<sup>2</sup>, учетная – 20,0 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – четырехкратная. Агротехнология возделывания ярового ячменя – общепринятая для зоны Предкамья Республики Татарстан. Все изучаемые удобрения вносили перед посевом под предпосевную культивацию. Погодные условия 2023 года были периодически засушливыми. Температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднегодовых данных. В мае выпало 46,79 мм осадков, что выше среднегодовых 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. Полевые опыты размещались на серой лесной высококультурной почве: содержание гумуса – 3,1-3,2%, подвижного фосфора – очень высокое и обменного калия - повышенное с рН<sub>КCl</sub> 6,5.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений ярового ячменя в фазу полных всходов, 2023 год

Вариант	Максимальная высота растений, см	Максимальная длина корня, см
Контроль	18,51±0,93	7,65±0,36
Азофоска	23,33±1,02	7,86±0,32
ОМУ с диатомитом	24,85±0,99	7,94±0,38
ОМУ с цеолитом	23,68±1,09	9,55±0,42
ОМУ с перлитом	22,83±1,14	8,17±0,31

Результаты оценки влияния внесения удобрения на развитие растений в фазу всходов показали, что при использовании всех удобрений отмечался достоверный рост длины как надземных органов, так и корней. Если по показателю максимальной высоты растений

Органоминеральные удобрения на основе диатомита, цеолита и перлита были получены на экспериментальной установке барабанного типа.

В качестве органических компонентов использовались гуминовые вещества, измельченная лузга гречихи и свекловичная меласса. Полученные экспериментальные удобрения содержали в своем составе в среднем 7-8% органических и 90-92% минеральных веществ. В предварительно проведенных вегетационных опытах, были установлены оптимальные нормы расхода органоминеральных удобрений, которые составляли 90-120 кг/га, поэтому в полевых опытах использовался максимальный уровень внесения данных удобрений – 120 кг/га.

**Результаты и обсуждение.** Результаты оценки влияния внесения органоминеральных удобрений на биометрические показатели растений приведены в таблице 1.

достоверных отличий между вариантами с разными удобрениями не отмечалось, то по длине корня выделялось удобрение на основе цеолита.

Применение удобрений повлияло на поражение растений корневыми гнилями (табл. 2).

Таблица 2 – Поражение растений ярового ячменя корневыми гнилями в фазу кушения, 2023 год

Вариант	Распространенность болезни, %	Развитие болезни, %
Контроль	40,1	2,1
Азофоска	26,6	1,8
ОМУ с диатомитом	10,9	0,6
ОМУ с цеолитом	20,8	1,5
ОМУ с перлитом	11,9	1,1

Использование органоминеральных удобрений привело к снижению поражения корневыми гнилями, причем особенно заметным данный эффект был при применении ОМУ с диатомитом и перлитом.

Применение удобрений влияние и на урожайность ярового ячменя и на содержание в зерне белка, причем характер такого влияния был различным для разных видов ОМУ (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя сорта Раушан при применении органоминеральных удобрений, 2023 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Содержание белка, %	Сбор белка с 1 га, т
Контроль	4,69	-	10,5	0,492
Азофоска	5,20	0,51	14,3	0,744
ОМУ с диатомитом	5,42	0,73	17,8	0,965
ОМУ с цеолитом	4,82	0,13	19,0	0,916
ОМУ с перлитом	4,70	0,01	16,8	0,790
НСР <sub>05</sub>	0,19			

В условиях засушливого 2023 года достоверный рост урожайности ярового ячменя

к уровню контроля и к значениям стандарта (азофоска) был только при использовании

органоминерального удобрения с диатомитом. Однако, применение всех органоминеральных удобрений оказало выраженное положительное влияние на содержание в зерне ячменя белка, причем особенно заметным это было при применении ОМУ с цеолитом. По всей видимости, внесение органоминеральных удобрений, за счет стимуляции роста растений, оптимизации минерального питания и снижения поражения их болезнями, способствовали накоплению белка в зерне.

Во всех вариантах с экспериментальными ОМУ сбор белка с 1 га был значительно выше,

чем в контроле и в варианте с внесением только азофоски.

Данные результаты особенно ценны с учетом важности ячменя как зернофуражной культуры.

**Выводы.** Применение новых органоминеральных удобрений способствует снижению поражения растений корневыми гнилями и стимулирует рост растений. Их использование ведет к повышению содержания в зерне белка. Наилучшие результаты по урожайности и качественным характеристикам зерна оказало удобрение на основе диатомита.

#### Литература

1. Хоконова М. Б. Народно-хозяйственное значение озимого и ярового ячменя // Результаты фундаментальных и прикладных исследований в России и за рубежом: Материалы международной научно-практической конференции, Самара, 31 июля 2017 года. Самара: ООО «Поволжская научная корпорация», 2017. С. 116-118.
2. Шило Е. В., Дериглазова Г. М. Народнохозяйственное значение ярового ячменя // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. Том Часть 1. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. С. 243-248.
3. Шейхова М. С., Орлова Е. П. Рынок зерна в России: анализ и перспективы развития // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2021. № 3(41). С. 137-144.
4. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Семенные качества различных генотипов ярового ячменя в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 2(2). С. 12-18. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-38-45>.
5. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Влияние экологических факторов на формирование качественных характеристик семян сортов ярового ячменя в Предкамской зоне Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 2(6). С. 12-18. <http://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-18>.
6. Засухоустойчивость сортов ярового 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. [http://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2022\\_3\\_4-11](http://doi.org/10.48012/1817-5457_2022_3_4-11).
7. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции татарского НИИСХ / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4(40). С. 82-92. <http://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92>.
8. Гуреев И. И., Гостев А. В., Нитченко Л. Б. Экономико-экологическая эффективность адаптивной системы удобрения ярового ячменя // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, № 3(60). С. 95-101. <http://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-95-101>.
9. Бакаева Н. П., Васильев А. С., Кутилкин В. Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С.3-9. [http://doi.org/10.55170/19973225\\_2023\\_8\\_2\\_3](http://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_2_3).
10. Носкова Е. В., Иванова С. С. Влияние органоминеральных удобрений на агрохимические показатели почвы и урожайность полевых культур в Ярославской области // Владимирский земледелец. 2019. № 4(90). С. 37-42. <http://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10091>.
11. Последствие органической и органоминеральной систем удобрения в длительном стационарном опыте на дерновоподзолистой почве / Р. Ф. Байбеков, А. А. Коваленко, Т. М. Забугина и др. // Земледелие. 2022. № 6. С. 8-10. <http://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-8-11>.
12. Карпунин М. Ю., Байкин Ю. Л., Батыршина Э. Р. Агрономическая эффективность органоминерального удобрения на черноземных почвах Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2023. № 4(233). С. 2-14. <http://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14>.
13. Органоминеральное удобрение Геотон в посевах ячменя / М. С. Чижова, А. И. Денисенко, В. Н. Рыбина и др. // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. 2021. № 3(12). С. 90-94.
14. Налиухин А. Н., Власова О. А., Ерегин А. В. Влияние биомодифицированных органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // Плодородие. 2022. № 6(129). С. 104-108. <http://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.27>.
15. Марьяна-Чермных О. Г. Влияние органоминерального удобрения ЭкоОрганика на урожайность ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2021. Т. 7, № 2(26). С. 143-149. <http://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148>.
16. Варламова Л. Д., Бахарев А. В., Сергеев В. В. Оценка эффективности кремнийсодержащих минералов при внесении под полевые культуры // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2017. №2. С.21-24.
17. Перспективы использования кремниевых препаратов в сельском хозяйстве (обзор научной литературы) / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова, Г. В. Пироговская и др. // Почвоведение и агрохимия. 2022. № 1(68). С. 219-234. [http://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-219-234](http://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234).
18. Козлов А. В., Куликова А. Х., Уромова И. П. Подвижность силикатов, показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, биоаккумуляция кремния и продуктивность сельскохозяйственных культур под действием цеолита // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 1. С. 183-198. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.1.183rus>.

19. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный вестник Урала. 2022. № 3(218). С. 13-23. <http://doi.org/1997-4868-2022-218-03-13-23>.

20. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Волкова Е. С. Кремнистые породы в системе удобрения озимой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3(51). С. 53-59. <http://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-3-53-59>.

21. Угаслов Д. Н., Панкратова Е. В., Шипов Р. А. Удобрение органоминеральное «naturagro ecoscrystal» на основе дегидратированного цеолита и жидкого концентрата сапропеля // Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве: Материалы Национальной научно-практической конференции с Международным участием, Ульяновск, 08–09 апреля 2021 года. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. С. 121-127.

*Работа выполнена в рамках НИР «Разработка биостимуляторов и органо-минеральных удобрительных составов на основе отходов пищевой промышленности».*

**Сведения об авторах:**

Сафин Радик Ильясович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, e-mail: [radiksaf2@mail.ru](mailto:radiksaf2@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

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

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**PROSPECTS FOR THE USE OF VARIOUS ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON SPRING BARLEY**

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

**Abstract.** The results of field experiments on spring barley conducted in 2023 on the experimental fields of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University are presented. The purpose of the research was to assess the impact of the use of various compositions of organomineral fertilizers based on natural minerals (zeolite, diatomite, perlite), humates and food industry waste (buckwheat husk, beet molasses) developed at the Institute of Agrobiotechnologies and Land Management of Kazan State Agrarian University on the formation of the yield and grain quality of spring barley. The objectives of the research included studying the nature of changes in plant growth and development, yield and protein content in grain when using experimental organomineral fertilizers. The object of the study was spring barley of the Raushan variety. The control was the option without fertilizers; the standard was the application of 100 kg/ha of azofoska. Experimental fertilizers were applied at a rate of 120 kg/ha. All fertilizers in the experiment were applied before sowing. The studies were carried out on gray forest highly cultivated soil. The growing season conditions in 2023 were characterized by periodically severe drought phenomena, which affected the growth and development of spring barley plants. It was found that the application of experimental fertilizers contributed to the growth of the length of roots and above-ground parts of plants, and also reduced the damage to plants by root rot. Diatomite-based fertilizer had the greatest positive effect on reducing root rot damage. The largest increase in yield over the control (by 0.73 t/ha) and standard (by 0.22 t/ha) was obtained when using diatomite-based fertilizer. The use of all organomineral fertilizers (especially those based on zeolite) leads to an increase in the protein content in the grain.

**Key words:** organomineral fertilizers, humic preparations, food industry waste, spring barley

**For citation:** Safin R.I., Vafin I.Kh. Prospects for the use of various organomineral fertilizers on spring barley. Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2023; 4(8): 43-47

**References**

1. Khokonova M. B. [National economic importance of winter and spring barley]. Rezultaty fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij v Rossii i za rubezhom: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Samara, 31 iulja 2017 goda. Samara: OOO «Povolzhskaja nauchnaja korporacija», 2017; 1:116-118.

2. Shilo E. V., Deriglazova G. M. [National economic importance of spring barley]. Molodezhnaja nauka - razvitiju agropromyshlennogo kompleksa: Materialy II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Kursk, 21 dekabrja 2021 goda. Tom Chast' 1. Kursk: Kurskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija imeni I.I. Ivanova, 2021; 1: 243-248.

3. Sheikhova M. S., Orlova E. P. [Grain market in Russia: analysis and development prospects]. Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; 3(41): 137-144.

4. Afanasyeva D. S., Kadyrova F. Z. [Seed qualities of various genotypes of spring barley in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotehnologii i cifrovoe zemledelie. 2022; 2(2):12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-38-45>.

5. Afanasyeva D. S., Kadyrova F. Z. [The influence of environmental factors on the formation of qualitative characteristics of seeds of spring barley varieties in the Predkamsk zone of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotehnologii i cifrovoe zemledelie. 2023; 2(6):12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-18>.

6. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu., Ganieva I. S. [Drought resistance of spring barley varieties in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj 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).

7. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu., Ganieva I. S. [Assessment of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley selected by the Tatar Research Institute of Agriculture]. Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2021; 4(40): 82-92. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92>.

8. Gureev I. I., Gostev A. V., Nitchenko L. B. [Economic and environmental efficiency of the adaptive fertilizer system for spring barley]. Jug Rossii: jekologija, razvitie. 2021; 3(60): 95-101. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-95-101>.

9. Bakaeva N. P., Vasiliev A. S., Kutilkin V. G. [The influence of tillage systems and fertilizers on the structure of the crop and the quality of grain of spring barley]. Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2023; 2:3-9. [https://doi.org/10.55170/19973225\\_2023\\_8\\_2\\_3](https://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_2_3).

10. Noskova E. V., Ivanova S. S. [The influence of organomineral fertilizers on agrochemical soil indicators and the yield of field crops in the Yaroslavl region]. Vladimirskij zemledec. 2019; 4(90): 37-42. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10091>.

11. Baibekov R. F., Kovalenko A. A., Zabugina T. M. [Aftereffect of organic and organomineral fertilizer systems in a long-term stationary experiment on soddy-podzolic soil]. *Zemledelie*. 2022; 6:8-10. [https://doi.org/ 10.24412/0044-3913-2022-6-8-11](https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-6-8-11).
12. Karpukhin M. Yu., Baykin Yu. L., Batoryshina E. R. [Agronomic efficiency of organomineral fertilizer on chernozem soils of the Middle Urals]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2023; 4(233): 2-14. [https://doi.org/ 10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14](https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-2-14).
13. Chizhova M. S., Denisenko A. I., Rybina V. N. [Organomineral fertilizer Geoton in barley crops]. *Nauchnyj vestnik Luganskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 3(12): 90-94.
14. Naliukhin A. N., Vlasova O. A., Eregin A. V. [The influence of biomodified organomineral fertilizers on the yield and quality of barley grain]. *Plodorodie*. 2022; 6(129):104-108. [https://doi.org/ 10.25680/S19948603.2022.129.27](https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.27).
15. Maryina-Chernnykh O. G. [Influence of organomineral fertilizer EcoOrganika on barley yield]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Sel'skhozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki*. 2021; 2(26):143-149. [https://doi.org/ 10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148](https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148).
16. Varlamova L. D., Bakharev A. V., Sergeev V. V. [Assessing the effectiveness of silicon-containing minerals when applied to field crops]. *Agrohimicheskij vestnik*. 2017; 2: 21-24.
17. Matychenkov V.V., Bocharnikova E. A., Pirogovskaya G. V. [Prospects for the use of silicon preparations in agriculture (review of scientific literature)]. *Pochvovedenie i agrohimiya*. 2022; 1(68): 219-234. [https://doi.org/ 10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-219-234](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234).
18. Kozlov A. V., Kulikova A. Kh., Uromova I. P. [Mobility of silicates, indicators of fertility of soddy-podzolic soil, bioaccumulation of silicon and productivity of agricultural crops under the influence of zeolite]. *Sel'skhozjajstvennaja biologija*. 2021; 1(56): 183-198. [https://doi.org/ 10.15389/agrobiology.2021.1.183rus](https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.1.183rus).
19. Olenin O. A., Zudilin S. N. [Elements of organic technology for cultivating spring barley in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2022; 3(218):13-23. [https://doi.org/ 10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23](https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23).
21. Ugaslov D. N., Pankratova E. V., Shipov R. A. [Organomineral fertilizer "Naturagro ecocrystal" based on dehydrated zeolite and liquid sapropel concentrate]. *Kremnij i zhizn'. Kremnistye porody v sel'skom hozjajstve: Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii s Mezhdunarodnym uchastiem, Ul'janovsk, 08-09 aprelja 2021 goda. Ul'janovsk: Ul'janovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P.A. Stolypina, 2021; 1:121-127.*

*The work was carried out as part of the research project "Development of biostimulants and organo-mineral fertilizer compositions based on food industry waste".*

**Authors:**

Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of the department, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, e-mail: [radiksaf2@mail.ru](mailto:radiksaf2@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>  
 Vafin Ilshat Khafizovich - Senior lecturer, e-mail: [zemledeliekazgau@mail.ru](mailto:zemledeliekazgau@mail.ru), [http:// orcid.org/0000-0002-1415-0734](http://orcid.org/0000-0002-1415-0734)  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.



**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ****Р. И. Сафин, Н. А. Медведев**

**Реферат.** Приводятся результаты полевых опытов на картофеле, проведенных в 2023 году на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Целью исследований была оценка влияния применения некорневого внесения экспериментальных жидких органоминеральных удобрений на формирование урожая и качество клубней картофеля. В задачи исследований входило изучение характера изменений в фитосанитарном состоянии, урожайности и содержании крахмала в клубнях картофеля при использовании разработанного в Казанском ГАУ жидкого органоминерального удобрения на основе гуминовых веществ и отходов пищевой промышленности. В качестве объекта исследований выступал сорт картофеля сорта Ред Скарлет. В качестве стандартного гуминового удобрения выступал препарат Биосок. Обработка проводилась в фазу бутонизации-начало цветения с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Препараты применялись по отдельности и в составе баковой смеси. Исследования проводились на серой лесной высококультуренной почве. Агроклиматические условия вегетации 2023 году отличались периодически острозасушливыми явлениями, что негативно повлияло на рост и развитие растений картофеля. Установлено, что обработка посадок картофеля экспериментальным органоминеральным удобрением способствовало увеличению количества клубней и их массы, сформировавшихся в одном кусте. Наибольшая прибавка (на 3,2 т/га к контролю) урожая картофеля, была получена при использовании экспериментального удобрения с нормой расхода 0,5 л/га. При применении некорневого внесения органоминерального удобрения значительно снизилась зараженность клубней нового урожая сухой гнилью и обыкновенной паршой. За счет применения экспериментального удобрения отмечалось увеличение товарности клубней и рост содержания в них крахмала, что имеет важное значение для промышленного картофелеводства.

**Ключевые слова:** органоминеральные удобрения, гуминовые препараты, эндофитные бактерии, некорневое внесение, картофель.

**Для цитирования:** Сафин Р.И., Медведев Н.А. Оценка влияния органоминеральных удобрений на формирование урожая картофеля //Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 48-52

**Введение.** Картофель относится к числу наиболее важных (четвертое место по значимости) сельскохозяйственных культур в мире [1, 2] и в России [3, 4]. Республика Татарстан исторически относится к числу регионов Российской Федерации с развитым картофелеводством [5]. Учеными республики были разработаны различные элементы агротехнологии возделывания культуры, адаптированные к агроклиматическим и производственным условиям Татарстана [6, 7, 8].

Известно, что картофель предъявляет повышенные требования к уровню обеспеченности растений элементами минерального питания [9, 10, 11], поэтому отдача от применения минеральных и органических удобрений на данной культуре очень высокая [12, 13, 14]. В последние годы, на картофеле все большее распространение получили органоминеральные удобрения, представляющие собой смесь органических и минеральных веществ [15, 16, 17]. К числу таких препаратов относятся и гуминовые удобрения, применяемые для некорневого внесения и обладающие комплексным положительным воздействием на рост и развитие растений, что приводит к повышению урожайности и качественных характеристик клубней картофеля [18, 19, 20]. Использование гуминовых удобрений вместе с микро- и микроэлементами позволяет снизить поражение болезнями и обеспечить устойчивый рост продуктивности картофельного растения, что имеет

важное значение для устойчивого развития картофелеводства [21, 22]. Имеются сведения о положительном использовании гуминовых удобрений и биопрепаратов [23].

В ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» разработано новое комплексное органоминеральное удобрение на основе гуминовых веществ, содержащее микроэлементы, стимуляторы роста и полезные микроорганизмы.

В связи с вышеизложенным, целью работы было изучение эффективности применения данного удобрения при некорневой подкормке на картофеле. В задачи исследований входило определение влияния данных обработок на формирование урожая и качество клубней.

**Условия, материалы и методы.** В качестве объекта исследований выступали ранний сорт картофеля Ред Скарлет. Репродукция посадочного материала – суперэлита.

Полевые опыты закладывались в картофельном севообороте Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Изучались следующие варианты опыта:

1. Контроль – без обработки;
2. Биосок (стандарт), 1,0 л/га;
3. Экспериментальное жидкое органоминеральное удобрение (ЭЖОМУ), 0,5 л/га;
4. ЭЖОМУ, 1,0 л/га;
5. ЭЖОМУ, 1,5 л/га.

Общая площадь делянки – 28 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – четырехкратная. Норма посадки клубней 45 тыс. шт./га. Предшественник – озимая пшеница по чистому

пару. Опрыскивание растений проводилось вручную, ранцевым опрыскивателем из расчета 300 л/га в фазу бутонизации-начало цветения картофеля

Полевые опыты размещались на серой лесной высококультурной почве: содержание гумуса - 3,2%, подвижного фосфора – очень высокое и обменного калия - повышенное с  $pH_{KCl}$  6,7. До посадки под весеннее фрезерование вносилась азофоска в норме  $N_{64}P_{64}K_{64}$  (4 ц/га). Агротехнология возделывания картофеля, за исключением изучаемых приемов, рекомендованная для культуры в Предкамской агропроизводственной зоне Республики Татарстан.

В 2023 году в период вегетации картофеля отмечались остросушливые явления, что

оказало влияние на формирование урожая картофеля.

Изучаемое жидкое органоминеральное удобрение было получено на экспериментальной установке. В качестве основы для препарата использовался жидкий гумат калия, полученный из вермикомпоста. Для повышения активности препарата в его состав были включены эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis*, природные физиологически активные вещества и микроудобрения (борная кислота или молибденово-кислый аммоний).

**Результаты и обсуждение.** Результаты оценки влияния применения некорневой подкормки изучаемыми удобрениями на формирование количества и фракционный состав картофеля представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество и фракционный состав клубней картофеля сорта Ред Скарлет при применении некорневой подкормки удобрениями, шт./растение, 2023 год

Вариант	Общее количество клубней, шт./растение	В том числе по фракциям, шт./растение		
		крупная	средняя	мелкая
Контроль	11,4	1,8	3,4	6,2
Биосок, 1 л/га	13,4	2,4	4,2	6,8
ЭЖОМУ, 0,5 л/га	14,0	2,8	4,0	7,2
ЭЖОМУ, 1,0 л/га	13,6	2,6	4,0	7,0
ЭЖОМУ, 1,5 л/га	14,0	2,6	4,2	7,2
НСР <sub>05</sub>	0,5			

Применение при некорневой подкормке в фазу бутонизация - начало цветения всех удобрений с гуматами оказало достоверное положительное влияние на общее количество клубней, образующихся в одном растении. С учетом того, что именно в данную фенологическую фазу развития картофеля идет формирование количества клубней в одном кусте, отмечаемые результаты позволяют сделать вывод о стимуляции под влиянием гуминовых удобрений процессов клубнеобразования. При обработке изучаемыми удобрениями отмечалось и увеличение количества клубней

крупной и средней фракций. Максимальные показатели как по общему количеству клубней, так и по товарной их фракции (крупные и средние) были при использовании экспериментального удобрения с нормами 0,5 и 1,5 л/га.

Данные по урожайности, содержанию в клубнях и выходу крахмала с 1 га приведены в таблице 2.

Необходимо отметить, что сравнительно высокая урожайность картофеля в условиях засушливых погодных условий были обусловлены использованием в опытах орошения.

Таблица 2 – Урожайность, содержание в клубнях и сбор крахмала картофеля сорта Ред Скарлет при применении некорневой подкормки удобрениями, 2023 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Содержание крахмала, %	Сбор крахмала с 1 га, т
Контроль	29,7		11,3	3,4
Биосок, 1 л/га	31,3	1,6	11,6	3,6
ЭЖОМУ, 0,5 л/га	32,9	3,2	11,9	3,9
ЭЖОМУ, 1,0 л/га	32,4	2,7	11,5	3,7
ЭЖОМУ, 1,5 л/га	31,2	1,5	11,7	3,6
НСР <sub>05</sub>	1,4			

Результаты оценки урожайности показали, что в условиях 2023 года во всех вариантах с подкормкой удобрениями отмечался достоверный рост урожайности картофеля в сравнении с показателями контроля.

Существенная разница с показателями для стандартного гуминового удобрения были при использовании экспериментального жидкого органоминерального удобрения с нормой

расхода 0,5 л/га. В данном варианте отмечалось и максимальное содержание крахмала, что позволило обеспечить сбор крахмала с 1 га на 0,5 т/га больше, чем в контроле и на 0,3 т/га выше, чем у стандартного гуминового удобрения.

При производстве картофеля важное значение имеет и зараженность клубней болезнями (табл. 3).

Таблица 3 – Зараженность клубней картофеля сорта Ред Скарлет при применении некорневой подкормки удобрениями, 2023 год

Вариант	Сухая гниль*, %	Обыкновенная парша	
		распространенность, %	развитие, %
Контроль	17,5	20,1	5,6
Биосок, 1 л/га	7,5	18,3	3,3
ЭЖОМУ, 0,5 л/га	6,9	16,1	2,8
ЭЖОМУ, 1,0 л/га	7,4	15,1	2,9
ЭЖОМУ, 1,5 л/га	7,0	16,5	2,6

Примечание: \* – распространенность болезни, %

Применение некорневой подкормки способствовало значительному (в 2,3-2,5 раза) снижению зараженности клубней сухой гнилью, условия для развития которой в 2023 году были благоприятными (уборка проводилась в сухую погоду).

Минимальное заражение было при применении экспериментального удобрения с нормой 0,5 л/га. По отношению к обыкновенной парше, экспериментальные препараты показали лучшие результаты, чем стандарт, что может быть связано с наличием в них эндофитных бактерий, обладающих антимикробным действием.

**Выводы.** Обработка растений картофеля сорта Ред Скарлет в фазу бутонизации - начало цветения гуминовыми удобрениями оказывает положительное влияние на формирование клубней, повышает урожайность и содержание крахмала в клубнях картофеля. Данная обработка снижает зараженность клубней сухой гнилью и обыкновенной паршой.

По показателю урожайности, сбора крахмала и способности тормозить заражение клубней нового урожая сухой гнилью и паршой обыкновенной преимущество имело экспериментальное органоминеральное удобрений с нормой расхода 0,5 л/га.

#### Литература

1. Global Potato Yields Increase Under Climate Change With Adaptation and CO<sub>2</sub> Fertilisation / S. A. Jennings, A.-K. Koehler, K. J. Nicklin, C. Deva, S.M. Sait, A. J. Challinor // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.519324>
2. The Potato of the Future: Opportunities and Challenges in Sustainable Agri-food / A. Devaux, JP. Goffart, P. Kromann, et al. // *Systems. Potato Res.* 2021. Vol. 64, P. 681–720. <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09501-4>.
3. Перспективы развития рынка картофеля в России и мире / В. В. Тульчев, С. В. Жевора, М. Ю. Борисов и др. // *Проблемы прогнозирования*. 2020. №1 (178). С. 117-122. <https://doi.org/10.1134/S1075700720010177>.
4. Попов Д. Ю. Общемировые тенденции в развитии рынка картофеля // *International Agricultural Journal*. 2021. №6. С. 856-866. <https://doi.org/10.24412/2588-0209-2021-10436>.
5. Владимиров С. В., Чекмарев П. А., Якушкин Н. М. Состояние картофелепродуктового подкомплекса Республики Татарстан // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. №2. С. 15-17. <https://doi.org/10.24412/2588-0209-2021-10436>.
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*. Том 1. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 324-331.
7. Возделывание картофеля с использованием элементов биологической системы земледелия на серой лесной почве лесостепи Среднего Поволжья / В. П. Владимиров, А. Н. Кшникаткина, К. В. Владимиров и др. // *Плодородие*. 2020. № 3(114). С. 42-44. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.13>.
8. Владимиров В. П., Егоров Л. М., Артамонов С. Г. Продуктивность и качество клубней среднераннего картофеля в зависимости от доз фосфорных удобрений на серой лесной почве лесостепи Среднего Поволжья // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14, № 1(52). С. 5-10. [https://doi.org/10.12737/article\\_5cbf066ea037d0.58302480](https://doi.org/10.12737/article_5cbf066ea037d0.58302480).
9. Продуктивность картофеля в зависимости от способа применения регулятора роста и расчетном фоне минерального питания на серой лесной почве лесостепи Среднего Поволжья / В. П. Владимиров, А. А. Мостякова, Л. М. Егоров и др. // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14, № S4-1(55). С. 21-26. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-21-26>.
10. Качество картофеля и картофелепродуктов в зависимости от минерального питания / А. А. Молявко, А. В. Марухленко, Л. А. Еренкова и др. // *Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА*. 2019. №5 (75). С.10-15.
11. Спиридонов А. М., Рачеева А. И. Влияние сорта и удобрений на продуктивность и качество урожая картофеля // *Известия Санкт-Петербургского ГАУ*. 2023. №2 (71). С. 9-19. <https://doi.org/10.24412/2078-1318-2023-2-9-19>.
12. Ионас Е. Л. Эффективность различных систем удобрения картофеля // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. №4. С.40-43.
13. Газданова И. О., Бекмурзов Б. В. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения различных доз минеральных удобрений // *Аграрный вестник Урала*. 2022. №5 (220). С.2-11. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-220-05-2-11>.
14. Продуктивность и энергетическая эффективность различных сортов картофеля в зависимости от систем удобрений / А. А. Молявко, А. В. Марухленко, Н. П. Борисова и др. // *Агрохимический вестник*.

2021. №3. С. 27-30. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-3-006>.

15. Куклина Н. М., Любимская И. Г., Кузнецов С. С. Урожай семенного картофеля при применении органоминерального удобрения в условиях Костромской области // Плодородие. 2022. №5 (128). С. 73-75. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.128.18>.

16. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В. Продуктивность сельскохозяйственных культур при использовании органоминеральных удобрений на основе отработанного грибного компоста // Вестник РУДН. Серия: Агронимия и животноводство. 2023. №1. С. 20-30. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-1-20-30>.

17. Влияние внесения комплекса аминокислот и микроэлементов на продуктивность раннего картофеля в Астраханской области / О. А. Шаповал, А. Ю. Шатохин, О. В. Абашкин и др. // Земледелие. 2022. №7. С. 28-31. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-7-28-31>.

18. Комаров А. А., Суханов П. А., Комаров А. А. Результаты производственных испытаний действия гуминовых удобрений на урожайность картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 54. С. 74-79. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-11074>.

19. Влияние листовых подкормок гуминовыми удобрениями на урожайность и качество орошаемого картофеля в Саратовском Заволжье / В. В. Пронько, К. В. Корсаков, Н. В. Верховцева и др. // Аграрный научный журнал. 2023. № 6. С. 58-63. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i6pp58-63>.

20. Рабинович Г. Ю., Фомичева Н. В. Влияние жидкого гуминового биосредства на рост и развитие картофеля // Бюллетень науки и практики. 2019. №9. С. 209-216. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/46/25>.

21. Савина О. В., Афиногенова С. Н. Влияние некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуматом на биометрические параметры роста и развития растений картофеля // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2021. № 1(49). С. 56-66. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.49.1.009>.

22. Левченкова А. Н., Лебедева Н. В., Павлов И. Н. Влияние регуляторов роста на адаптацию растений картофеля к условиям in vivo и их урожайность в условиях Великолукского района Псковской области // Вавиловские чтения - 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции. Саратов: «Амирит», 2022. С. 508-512.

23. Черемисин А. И., Кумпан В. Н. Изучения влияния применения биопрепаратов и стимуляторов роста на полезную микрофлору и продуктивность картофеля // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 4(51). С. 91-95. [https://doi.org/10.12737/article\\_5c3de390ad4cc9.66646319](https://doi.org/10.12737/article_5c3de390ad4cc9.66646319).

*Работа выполнена в рамках НИР «Разработка биостимуляторов и органо-минеральных удобрительных составов на основе отходов пищевой промышленности».*

#### Сведения об авторах:

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

Медведев Никита Андреевич - аспирант, e-mail: nikitamedvede170217@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

#### ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON THE FORMATION OF POTATO YIELD R. I. Safin, N. A. Medvedev

**Abstract.** The results of field experiments on potatoes conducted in 2023 on the experimental fields of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University are presented. The purpose of the research was to evaluate the impact of the use of foliar application of experimental liquid organomineral fertilizers on the formation of the yield and quality of potato tubers. The objectives of the research included studying the nature of changes in the phytosanitary condition, yield and starch content in potato tubers when using a liquid organomineral fertilizer based on humic substances and food industry waste developed at Kazan State Agrarian University. The object of research was the Red Scarlet potato variety. Biosok was used as a standard humic fertilizer. The treatment was carried out in the budding phase - the beginning of flowering with a working fluid consumption of 300 l/ha. The drugs were used individually and as part of a tank mixture. The studies were carried out on gray forest highly cultivated soil. The agroclimatic conditions of the growing season in 2023 were characterized by periodically severe drought phenomena, which negatively affected the growth and development of potato plants. It was established that treatment of potato plantings with experimental organomineral fertilizer contributed to an increase in the number of tubers and their mass formed in one bush. The largest increase (by 3.2 t/ha to the control) in potato yield was obtained when using an experimental fertilizer with a consumption rate of 0.5 l/ha. When using foliar application of organomineral fertilizer, the infection of tubers of the new crop with dry rot and common scab significantly decreased. Due to the use of experimental fertilizer, there was an increase in the marketability of tubers and an increase in the starch content in them, which is important for industrial potato growing.

**Key words:** organomineral fertilizers, humic preparations, endophytic bacteria, foliar application, potatoes.

**For citation:** Safin R.I., Medvedev N.A. Assessment of the influence of organomineral fertilizers on the formation of potato yield. Agrobiotechnologies and digital farming. 2023; 4(8): 48-52

#### References

- Jennings S. A., Koehler A.-K., Nicklin K.J. Global Potato Yields Increase Under Climate Change With Adaptation and CO<sub>2</sub> Fertilisation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020; 4. <http://doi.org/10.3389/fsufs.2020.519324>
- Devaux A., Goffart J.P., Kromann P. The Potato of the Future: Opportunities and Challenges in Sustainable Agri-food. *Systems. Potato Res*. 2021. 64: 681–720. <http://doi.org/10.1007/s11540-021-09501-4>.
- Tulcheev V. V., Zhevorra S. V., Borisov M. Ju. [Prospects for the development of the potato market in Russia and the world]. *Problemy prognozirovaniya*. 2020; 1 (178):117-122. <http://doi.org/10.1134/S1075700720010177>.
- Popov D. Yu. [Global trends in the development of the potato market]. *IACJ*. 2021; 6: 856-866. <http://doi.org/10.24412/2588-0209-2021-10436>.
- Vladimirov S. V., Chekmarev P. A., Yakushkin N. M. [State of the potato product subcomplex of the Republic of Tatarstan]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2012; 2:15-17. <http://doi.org/10.24412/2588-0209-2021-10436>.
- Orehov S. V., Serzhanov I. M., Egorov L. M. [Productivity of potato varieties depending on the use of microfertilizers based on copper, zinc and manganese in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Sovremennye*

dozisthenija agrarnoj nauki: Nauchnye trudy vsrossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoi konferencii. Tom 1. Kazan': Kazanskiy GAU. 2021; 1: 324-331.

7. Vladimirov V. P., Kshnikatkina A. N., Vladimirov K. V. [Cultivation of potatoes using elements of a biological farming system on gray forest soil in the forest-steppe of the Middle Volga region]. Plodorodie. 2020; 3(114): 42-44. <http://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.13>.

8. Vladimirov V. P., Egorov L. M., Artamonov S. G. [Productivity and quality of mid-early potato tubers depending on doses of phosphorus fertilizers on gray forest soil of the forest-steppe of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 1(52): 5-10. [http://doi.org/10.12737/article\\_5cbf066ea037d0.58302480](http://doi.org/10.12737/article_5cbf066ea037d0.58302480).

9. Vladimirov V. P., Mostjakova A. A., Egorov L. M. [Potato productivity depending on the method of application of a growth regulator and the calculated background of mineral nutrition on the gray forest soil of the forest-steppe of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 4-1(55): 21-26. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-21-26>.

10. Molyavko A. A., Maruhlenko A. V., Erenkova L. A. [The quality of potatoes and potato products depending on mineral nutrition]. Vestnik FGOU VPO Brjanskaja GSHA. 2019; 5 (75): 10-15.

11. Spiridonov A. M., Racheeva A. I. [The influence of variety and fertilizers on the productivity and quality of potato harvest]. Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; 2 (71): 9-19. <http://doi.org/10.24412/2078-1318-2023-2-9-19>.

12. Jonas E. L. [Efficiency of various potato fertilization systems]. Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohoziarstvennoj akademii. 2021; 4: 40-43.

13. Gazdanova I. O., Bekmurzov B. V. [Potato yield and quality depending on the use of different doses of mineral fertilizers]. Agrarnyj vestnik Urala. 2022; 5 (220): 2-11. <http://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-220-05-2-11>.

14. Molyavko A. A., Maruhlenko A. V., Borisova N. P. [Productivity and energy efficiency of various potato varieties depending on fertilizer systems]. Agrohimicheskij vestnik. 2021; 3: 27-30. <http://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-3-006>.

15. Kuklina N. M., Lyubimskaya I. G., Kuznetsov S. S. [Seed potato yield when using organomineral fertilizer in the conditions of the Kostroma region]. Plodorodie. 2022; 5 (128):73-75. <http://doi.org/10.25680/S19948603.2022.128.18>.

16. Zubkova T. V., Vinogradov D. V. [Productivity of agricultural crops when using organomineral fertilizers based on spent mushroom compost]. Vestnik RUDN. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo. 2023; 1: 20-30. <http://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-1-20-30>.

17. Shapoval O. A., Shatohin A. Ju., Abashkin O. V. [The influence of adding a complex of amino acids and microelements on the productivity of early potatoes in the Astrakhan region]. Zemledelie. 2022; 7: 28-31. <http://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-7-28-31>.

18. Komarov A. A., Sukhanov P. A., Komarov A. A. [Results of production tests of the effect of humic fertilizers on potato yields]. Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 54: 74-79. <http://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-11074>.

19. Pronko V. V., Korsakov K. V., Verhovceva N. V. [The influence of foliar fertilizing with humic fertilizers on the yield and quality of irrigated potatoes in the Saratov Trans-Volga region]. Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2023; 6: 58-63. <http://doi.org/10.28983/asj.y2023i6pp58-63>.

20. Rabinovich G. Yu., Fomicheva N. V. [Influence of liquid humic biological product on the growth and development of potatoes]. B'ulleten' nauki i praktiki. 2019; 9: 209-216. <http://doi.org/10.33619/2414-2948/46/25>.

21. Savina O. V., Afinogenova S. N. [The influence of foliar fertilizing with complex microfertilizers and humate on the biometric parameters of growth and development of potato plants]. Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. 2021; 1(49): 56-66. <http://doi.org/10.36508/RSATU.2021.49.1.009>.

22. Levchenkova A. N., Lebedeva N. V., Pavlov I. N. [The influence of growth regulators on the adaptation of potato plants to in vivo conditions and their yield in the conditions of the Velikoluksky district of the Pskov region]. Vavilovskie chtenija - 2022: Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii. Saratov: «Amirit», 2022. 508-512.

23. Cheremisin A. I., Kumpan V. N. [Studying the influence of the use of biological products and growth stimulants on beneficial microflora and potato productivity]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; 4 (51): 91-95. [http://doi.org/10.12737/article\\_5c3de390ad4cc9.66646319](http://doi.org/10.12737/article_5c3de390ad4cc9.66646319).

*The work was carried out as part of the research project "Development of biostimulants and organo-mineral fertilizer compositions based on food industry waste".*

**Authors:**

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

Medvedev Nikita Andreevich - Graduate student, e-mail: nikitamedvede170217@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОРМОВ, ЗАГОТОВЛЕННЫХ ИЗ КУКУРУЗЫ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ХИМИЗАЦИИ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****И. Ф. Яхин, Р. Х. Габитов, С. В. Сочнева, Н. В. Трофимов**

**Реферат.** Известно, что из одного и того же кукурузного растительного сырья можно заготовить силос, корнаж, плющенное зерно или же зерно на фураж. В каждой из них содержится совершенно разное количество питательных веществ и широкий диапазон валового сбора кормовых единиц. Результаты исследований показывают прямую зависимость выбора способа использования кукурузы от зональных особенностей почвенного покрова, существующего уровня химизации и энергооборуженности сельскохозяйственных формирований Республики Татарстан. Следует так же особо подчеркнуть высокую эффективность комплексного применения агрохимикатов на выщелоченных черноземах Республики Татарстан. Несмотря на 5-ти летний давности известкования, фосфоритования, применения цеолита, внесение NPK с расчетом получения 35 т/га зеленой массы было получено 10,6 т/га дополнительной продукции, что выше контроля на 34,6 процента. На этом варианте опыта агроメリоранты обеспечили получение 41,2 т/га зеленой массы против 33,8 т/га с внесением азотно-, фосфорно- и калийных удобрений без предварительного известкования и фосфоритования в сочетании с применением пролонгатора (цеолита) из расчета 0,5 т/га. Также выявлено, что для производства плющенного зерна или корнажа с валовым сбором кормовых единиц 7,94-8,82 т/га на выщелоченных черноземных почвах Республики Татарстан, на долю которых приходится 83103 га пашни, под кукурузу рекомендуется комплексное применение агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений. Известкование кислых темно-серых и серых лесных почв с фосфоритованием и внесением цеолита в сочетании с применением расчетных норм минеральных удобрений обеспечивает повышение валового сбора кормовых единиц в кукурузном силосе от 4,22 до 6,13 и 3,34 до 5,86 т/га соответственно.

**Ключевые слова:** почвенный покров, фон питания, кукуруза, корнаж, силос, плющенное зерно, питательность кормов, кормовые единицы.

**Для цитирования:** Яхин И.Ф., Габитов Р.Х., 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. 2023. №4(8). С. 53-60

**Введение.** Кукуруза является самой универсальной культурой в мире. Кукурузное зерно широко используется в питании человека в виде муки, крупы, крахмала, растительного масла и алкогольных напитков [1, 2]. В США и Бразилии из зерна кукурузы вырабатывают этиловый спирт в качестве альтернативного источника дизельному топливу [3, 4], в КНР кукуруза используется для производства грубой бумаги [4, 5, 6]. Однако основным потребителем кукурузы испокон веков было и остается животноводство, поскольку урожайность и питательность зелёной массы, и валовые сборы кормовых единиц в 2-3 раза выше других силосных культур (однолетние травы, кормосмеси, подсолнечник на силос и др.). Более того в настоящее время существенно рассмотрены способы использования кукурузы на кормовые цели [7, 8]. Таким образом, при использовании современных технологий в кормлении животных, применение кукурузы в кормопроизводстве в настоящее время не теряет своей актуальности [9, 10].

В связи с этим, целью наших исследований стала сравнительная оценка качества различных видов кормов с учетом почвенно-климатических условий и уровня химизации зональных почв Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** Для решения поставленной цели двухфакторный полевой опыт проводился в 2018-2022 годы

на трех типах почв – выщелоченные черноземы в СХПК «Ембулатово» Буинского, темно-серые (АПК «Продпрограмма») Мамадышского и серые лесные почвы (СХПК «Нур») Тетюшского муниципальных районов Республики Татарстан в звене полевого севооборота: чистый пар с известкованием, фосфоритованием и внесением цеолита (2018 год) – озимая рожь на зерно (2019 год) – яровая пшеница (2020 год) – ячмень на фураж (2021 год) – кукуруза (2022 год). В целях упрощения методики изложения результатов исследований в настоящей работе рассматривается только урожайность и качество различных видов кормов, заготовленных из кукурузы.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру с содержанием азота 34,5%, двойной суперфосфат (49,5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калийную соль (40% K<sub>2</sub>O). Известкование проводили известью местных карьеров с содержанием влаги 9,4-10,6%, кальция и магния 89,8-93,5% среднего помола, которые соответствовали ТУ 2015.79-016-5934001-2017. Фосфоритная мука содержало 22% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и влаги 15%.

Цеолит Татарско-Шатранского месторождения. Использовали в качестве пролонгатора фосфоритной муки, минеральных удобрений и известки. Кроме того, в составе цеолита содержится калий, кальций, натрий и комплекс микроэлементов [11, 12].

## АГРОНОМИЯ

Методика проведения опыта была общепринятой для кормовых культур. Делянки опыта площадью 108 м<sup>2</sup> (3,6х30=108 м<sup>2</sup>) размещались в систематическом порядке, в 4-х кратной повторности. Физико-химические свойства зональных почв Татарстана существенно отличаются гранулометрическим составом, содержанием гумуса, основных элементов питания, кислотностью почвенной среды и мн. др. Исходное содержание гумуса: 6,7% на выщелоченных черноземах; 5,5% - на темно-серых и 4,8% - на серых лесных почвах. рН – 5,4; 5,2; 5,1. Содержание подвижного фосфора – 157; 148; 142 и обменного калия – 168; 160; 151 мг/кг почвы соответственно.

Технология возделывания районированной гибридной кукурузы двойного назначения (силос и зерно) Росс 140 была общепринятой (дискование после уборки предшественника (ячмень) в последующей плоскорезной обработки почвы на глубине 24 см. весной закрытие влаги в 2 следа, внесение расчетных минеральных удобрений, предпосевная культивация, посев с прикатыванием во второй декаде мая с нормой высева 71,5 тыс. шт./га всхожих

семян с шириной междурядий 70 см и расстоянием в рядах 20 см.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г. существенно отличались от средне многолетних показателей: в мае выпало 70,8-78,4 мм осадков, что в 2 раза больше нормы, июнь и август сопровождалось высокими термическими ресурсами в сочетании с дефицитом влаги. В критический период потребления воды кукурузой (июль) выпало 62-65 мм осадков, что стало основой формирования высокопродуктивных агроценозов объекта исследований во всех зонах проведения исследования [13]. Хотя ГТК за май – сентябрь составила 0,85-0,96 против 1,0 среднемноголетних его показателей.

**Результаты и обсуждение.** Сочетание двух благоприятных факторов в внешней среде (высокая обеспеченность влагой в начале вегетации и критический период потребления воды с термическими ресурсами) с оптимизацией условий питания кукурузы, обеспечили формирование биомассы выше планируемой ее величины (табл. 1)

Таблица 1 - Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на урожайность биомассы гибридной кукурузы Росс 140

Фактора А (почвенный покров)	Фактора В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка от агрохимикатов		Прибавка от почвенного покрова	
			т/га	%	т/га	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	30,6	-	-	7,2	30,8
	НПК на 3,5 т/га	33,8	3,2	10,5	5,9	21,1
	НПК + известкование 5 т/га	35,7	5,1	16,7	5,6	18,6
	НПК + известкование + фосфоритование 1 т/га	38,9	8,3	27,1	5,3	15,8
	НПК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	41,2	10,6	34,6	5,2	14,4
Темно-серые почвы	Контроль (без удобрений)	26,4	-	-	3,0	12,8
	НПК на 3,5 т/га	30,7	4,3	16,3	2,8	10,4
	НПК + известкование 6 т/га	32,5	6,1	23,1	2,4	8,0
	НПК + известкование + фосфоритование 1 т/га	35,0	9,6	36,4	2,4	7,1
	НПК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	38,3	11,9	45,1	2,3	6,4
Серые лесные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	23,4	-	-	-	-
	НПК на 3,5 т/га	27,9	4,5	19,2	-	-
	НПК + известкование 7 т/га	30,1	6,7	28,6	-	-
	НПК + известкование + фосфоритование 1 т/га	33,6	10,2	43,6	-	-
	НПК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	36,0	12,6	53,8	-	-
НСР <sub>05</sub>	А	1,41				
	В	1,82				
	АВ	2,14				

Естественное плодородие выщелоченного чернозема превышает серо-лесные почвы на 7,2 т/га зеленой массы кукурузы и имеет тенденцию снижения до 5,2 т/га под действием комплексного применения агрохимикатов и

минеральных удобрений. При этом прибавка урожайности от известкования, фосфоритования, внесения цеолита и применения расчетных норм минеральных удобрений на серых лесных почвах достигает максимальной

величины – 12,6 т/га зеленой массы, что выше контроля на 53,8%, против 19% в варианте внесения минеральных удобрений без известкования и фосфоритования. Неслучайно, ведущие агрохимики [14, 15, 16] утверждают, что среднегодовое поступление NPK в почву должно быть не менее среднегодового поступления извести.

Тем не менее, эффективность комплексного применения агрохимикатов на серых лесных почвах (прибавка урожайности зеленой массы кукурузы 58,8%) превышает выщелоченные черноземы (прибавка 34,6%), а темно-серые почвы занимают промежуточное положение с прибавкой урожайности биомассы изучаемой культуры 45,1% по сравнению с контрольным вариантом опыта (без удобрений и агроメリорантов).

В отличие от 80-тых годов прошлого столетия в настоящее время задача возделывания кукурузы коренным образом изменилась в сторону получения не рекордно высокой урожайности зеленой массы, а высокопитательного корма с початками в молочно-восковой или же восковой спелости зерна этой культуры. В связи с этим, республиканская программа «Три по сто» предусматривает ежегодное

возделывание кукурузы на зерно на площади 100 тыс. гектаров, включая по 100 тыс. га подсолнечника и ярового рапса для производства масличного сырья в качестве высоко-маржинальных сельскохозяйственных культур. Решение данной важной проблемы возможно на основе химической мелиорации земель в сочетании с внесением минеральных удобрений с учётом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан [17, 18, 19] (табл. 2).

На черноземах формирование плотного агроценоза (от 52 до 61 тыс. шт./га продуктивных стеблей) с крупными 2-мя початками с содержанием от 280 до 368 шт. семян с массой от 60 до 82 г обеспечило получение от 5,64 до 8,82 т/га зерна при 35% влажности в зависимости от применения минеральных удобрений агроメリорантов в технологии возделывания основной кормовой культуры Татарстана - кукурузы.

При этом прибавка от урожая химизации возрастала от 1,16 т/га в варианте применения NPK без агроメリорантов до 3,18 т/га зерна в последнем варианте опыта (NPK+известкование + фосфоритование + внесение цеолита).

Таблица 2 - Урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан

Фактора А (почвенный покров)	Фактора В (агроメリоранты и минеральные удобрения)	Урожайность зерна, т/га	Прибавка от агрохимикатов		Прибавка от почвенного покрова	
			т/га	%	т/га	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	5,64	-	-	3,16	117,4
	NPK на 3,5 т/га	6,80	1,16	20,6	3,35	97,1
	NPK + известкование 5 т/га	7,65	2,01	35,6	3,49	83,9
	NPK + известкование + фосфоритование 1 т/га	8,34	2,70	47,9	3,67	78,6
	NPK + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	8,82	3,18	56,4	3,81	76,0
Темно-серые почвы	Контроль (без удобрений)	3,12	-	-	0,64	25,8
	NPK на 3,5 т/га	4,21	1,09	34,9	0,76	22,0
	NPK + известкование 6 т/га	4,68	1,56	50,0	0,52	12,5
	NPK + известкование + фосфоритование 1 т/га	5,15	2,03	65,1	0,48	10,3
	NPK + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	5,45	2,33	74,7	0,44	8,9
Серые лесные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	2,48	-	-	-	-
	NPK на 3,5 т/га	3,45	0,97	39,1	-	-
	NPK + известкование 7 т/га	4,16	1,68	67,7	-	-
	NPK + известкование + фосфоритование 1 т/га	4,67	2,19	88,3	-	-
	NPK + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	5,01	2,58	102,0	-	-
HCP <sub>05</sub>	A	0,63				
	B	0,85				
	AB	1,08				

В тех же агрометеорологических условиях, абсолютно одинаковой технологии возделывания изучаемой культуры на серых лесных почвах было получено 2,48-5,01 т/га зерна той же гибридной кукурузы Росс 140 выше соответственно сравниваемым вариантам опыта.

На темно-серых лесных почвах комплексное применение агрохимикатов, также как и на серых лесных почвах сглаживает разницу между ними и выщелоченными чернозема. Например, преимуществом выщелоченного чернозема по сравнению с серыми лесными



## АГРОНОМИЯ

почвами снизилось от 117,4% в контроле (без удобрений) до 86% в последнем варианте опыта, что характерно и для темно-серых почв - от 25,8 до 8,9%.

Несмотря на весьма высокие прибавки урожайности зерна кукурузы (39,1-102,0%) в вариантах с применением минеральных

удобрений и агромелиорантов на серых лесных почвах его физическая величина составляет всего 3,45-5,01 т/га против 6,80-8,82 т/га на выщелоченных черноземах, что необходимо учитывать при выборе способа использования выращенной продукции (табл. 3, рис. 1, 2).

Таблица 3 - Сравнительная оценка эффективности заготовки различных кормов из гибридной кукурузы Росс 140, т/га кормовых единиц

Фактора А (почвенный покров)	Фактора В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Силос	Зерно на фураж	Плющен-ное зерно	Корнаж
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	4,90	4,06	5,08	5,64
	НРК на 3,5 т/га	5,41	4,90	6,12	6,80
	НРК + известкование 5 т/га	5,71	5,51	6,89	7,65
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	6,22	6,01	7,51	8,34
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	6,59	6,35	7,94	8,82
Темно-серые почвы	Контроль (без удобрений)	4,22	2,25	2,81	3,12
	НРК на 3,5 т/га	4,91	3,03	3,79	4,21
	НРК + известкование 6 т/га	5,20	3,37	4,21	4,68
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	5,76	3,71	4,64	5,15
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	6,13	3,93	4,91	5,45
Серые лесные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	3,74	1,78	2,23	2,48
	НРК на 3,5 т/га	4,64	2,49	3,11	3,45
	НРК + известкование 7 т/га	4,82	2,99	3,74	4,16
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	5,38	3,36	4,20	4,67
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	5,76	3,61	4,51	5,01



Рис. 1 - Плющенное зерно кукурузы в рукавах



Рис. 2 - Комбайн для уборки кукурузы на зерно

Сравнительная оценка валового сбора кормовых единиц в зависимости от способов заготовки кукурузных кормов показывают весьма противоречивые закономерности. Во-первых, валовый сбор кормовых единиц кукурузы, убранной для заготовки фуражного зерна во всех зональных почвах и во всех вариантах опыта была постоянно ниже по сравнению с закладкой объекта исследований как на силос, так и плющенного зерна, на серых лесных почвах, данная разница в пользу силоса составила 1,96 т/га ( $3,74-1,78 = 1,96$  т/га), что характерно и для плющенного зерна и корнажа. Такое противоречие объясняется сроками уборки и влажностью зерна кукурузы.

Максимальное содержание кормовых единиц в зерне кукурузы достигает при влажности 35% (восковая спелость), а для закладки на фуражное зерно требуется ее снижать до 15%. Другими словами, валовый сбор кормовых единиц зерна автоматически уменьшается на 20%. Кроме того, при сушке снижается содержание белка, сумма сахаров, аминокислот и других питательных веществ [20, 21]. В тоже время уборка кукурузы на зерно даже в самые поздние сроки (конец октября) в почвенно-климатических условиях нашей

республики не обеспечивает снижение его влажности ниже 32%.

Во-вторых, на выщелоченных черноземах результаты исследований показывают явное преимущество заготовки плющенного зерна и закладки его в полиэтиленовые рукава для зимнего хранения, по сравнению с закладкой на силос с початками в молочной спелости, особенно в последнем варианте опыта с высокой химизацией (валовой сбор кормовых единиц в кукурузном силосе 6,59, а в плющенном зерне 7,94 т/га).

На темно-серых и серых почвах Татарстана наибольший сбор кормовых единиц обеспечивает кукурузный силос: на темно-серых почвах 4,22-6,13 т/га, на серых лесных почвах 3,74-5,76 т/га против 2,81-4,91 и 2,23-4,51 т/га соответственно в плющенном зерне этой культуры. И, наконец, следует особо остановиться на заготовке корнажа (рис. 3). Его отличие заключается в том, что при помощи специальной жатки, которая устанавливается на силосоуборочный комбайн, отдельно убирающий початки кукурузы при 35% влажности и измельчает. В дальнейшем, измельченная масса также закладывается в полиэтиленовые рукава.



Рис. 3 - Кукурузный корнаж

Его преимущество заключается в сборе не только зерна, но и целиком початки с листообразными обертками. Более того, отпадает процесс плющения, что значительно снижает затраты на электроэнергию. В результате, при меньших затратах валовой сбор кормовых единиц на выщелоченных черноземах достигает максимальных величин (5,64-8,82 т/га) по сравнению с заготовкой кукурузного силоса (4,9-6,59 т/га), кукурузного фуражного зерна (4,06-5,08-7,94 т/га).

**Выводы.** Для производства плющенного

зерна или корнажа с валовым сбором кормовых единиц 7,94-8,82 т/га на черноземных почвах Республики Татарстан, кукурузу рекомендуется возделывать на фоне комплексного применения агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений. Известкование кислых темно-серых и серых лесных почв с фосфоритованием и внесением цеолита в сочетании с применением NPK обеспечивает повышение валового сбора кормовых единиц в кукурузном силосе от 4,22 до 6,13 и 3,34 до 5,86 т/га соответственно.

#### Литература

1. Кукуруза: технология выращивания, консервирования, хранения, переработки и использования в молочном скотоводстве РТ / Ш. К. Шакиров, О. Л. Шайтанов, Н. Н. Хазипов и др. Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2017. 104 с. ISBN 978-5-93962-851-8.
2. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К., Казеева Н. А. Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 107-111. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-107-111>.
3. Яхин И. Ф., Хисматуллин М. М., Трофимов Н. В. Урожайность орошаемой кормовой кукурузы

в зависимости от погодно-климатических условий 2022 г. И фонов её питания на серых лесных почвах Республики Татарстан // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мартганова А.П. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 564-572.

4. Эффективность применения различных биологических препаратов при силосовании кукурузы / Ф. Р. Вафин, И. Т. Бикчантаев, Ш. К. Шакиров и др. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 10. С. 77-83.

5. Динамика энергетической и протеиновой питательности грубых кормов в Республике Татарстан / Е. О. Крупин, Ш. К. Шакиров, М. Ш. Тагиров [и др.] // Ветеринария и кормление. 2021. № 3. С. 31-34. <http://doi.org/10.30917/АТТ-ВК-1814-9588-2021-3-9>

6. Бикчантаев И. Т., Шакиров Ш. К., Крупин Е. О. Силосование люцерны зарубежной селекции экспериментальными биопрепаратами // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 71-75. <http://doi.org/10.28983/asj.y2023i9pp71-75>.

7. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2(46). С. 34-41.

8. Михайлова М. Ю., Маркова М. М. Особенности потребления макроэлементов кукурузой на черноземе обыкновенном при внесении минеральных удобрений // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 304-308.

9. Современная технология управления кормлением коров / Б. Г. Зиганшин, А. Б. Москвичева, Р. Р. Шайдуллин, Тино Хохмут, И. О. Ефимова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2018. Т. 236 (4). С. 96-101. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-236-4-96-101>

10. Использование современных технологий в молочном животноводстве / Ф. Ф. Ситдииков, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Шайдуллин, А. Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. № 1(57). С. 81-87. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-81-87>

11. Химический состав кормов в зависимости от способов основной обработки почвы и фонов питания / В. В. Медведев, В. Н. Фомин, М. М. Нафиков и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15, № 1(57). С. 32-37. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-32-37>.

12. 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. <http://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-199-223>.

13. Габитов Р. Х., Лукманов А. А., Сафиоллин Ф. Н. Влияние минеральных удобрений и агролегиорантов на урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140 в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 2022. С. 105-111.

14. Экономические показатели применения антистрессовых и фитогормонных препаратов на посевах яровой рапса Руян в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, С. Р. Сулейманов и др. // Финансовый бизнес. 2021. № 6(216). С. 192-196.

15. Экономическая эффективность использования биологических препаратов в технологии возделывания многолетних трав / М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин, А. С. Лукин и др. // Финансовый бизнес. 2021. № 3(213). С. 183-187.

16. Микроудобрительные стимулирующие составы и макроэлементы в технологии возделывания люцерны посевной на серых лесных почвах среднего Поволжья / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева, И. Г. Гайнутдинов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 2021. С. 482-489.

17. Эффективность применения расчетных доз минеральных удобрений на люцерно-райграсовых лугах Среднего Поволжья / М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева, Н. В. Трофимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1(48). С. 78-82. [http://doi.org/10.12737/article\\_5afc0ad3032b51.23223038](http://doi.org/10.12737/article_5afc0ad3032b51.23223038).

18. Энергетические и экономические показатели известкования кислых почв, фосфоритования и применения расчетных норм минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы Тулайковская 10 / А. А. Лукманов, Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин и др. // Финансовый бизнес. 2021. № 10(220). С. 230-233.

19. Шайтанов О. Л., Тагиров М. Ш., Каримов Х. З. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 4(51). С. 96-102. [http://doi.org/10.12737/article\\_5c3de390aeb1b1.95182086](http://doi.org/10.12737/article_5c3de390aeb1b1.95182086).

20. Михайлова М. Ю. Роль листовых подкормок в формировании зеленой массы кукурузы // Производство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 2021. С. 153-159.

21. Михайлова М. Ю., Миникаев Р. В. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 12-14. <http://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.03>.

#### Конфликт интересов

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

#### Сведения об авторах:

Яхин Ильдар Фаритович - аспирант, e-mail: [ildarsuper97@bk.ru](mailto:ildarsuper97@bk.ru), <https://orcid.org/0009-0000-9453-3358>

Габитов Ранис Харисович - соискатель, e-mail: [RanisGabitov@tatar.ru](mailto:RanisGabitov@tatar.ru), <https://orcid.org/0009-0008-0901-3920>

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:

**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**

**I. F. Yakhin, R. Kh. Gabitov, S. V. Sochneva, N. V. Trofimov**

**Abstract.** It is known that from the same corn plant material one can prepare silage, cornage, flattened grain or grain for fodder. Each of them contains completely different amounts of nutrients and a wide range of gross feed units. The research results show a direct dependence of the choice of method of using corn on the zonal characteristics of the soil cover, the existing level of chemicalization and the power supply of agricultural units of the Republic of Tatarstan. It should also be particularly emphasized the high efficiency of the integrated use of agrochemicals on leached chernozems of the Republic of Tatarstan. Despite 5 years of liming, phosphorite treatment, the use of zeolite, and the application of NPK with the expectation of obtaining 35 t/ha of green mass, 10.6 t/ha of additional products were obtained, which is 34.6 percent higher than the control. In this version of the experiment, agromeliorants ensured the production of 41.2 t/ha of green mass versus 33.8 t/ha with the application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers without prior liming and phosphorite treatment in combination with the use of a prolongator (zeolite) at the rate of 0.5 t/ha. It was also revealed that for the production of flattened grain or cornage with a gross harvest of feed units of 7.94-8.82 t/ha on leached chernozem soils of the Republic of Tatarstan, which account for 83,103 hectares of arable land, the integrated use of agromeliorants and calculated norms of minerals for corn is recommended fertilizers Liming of acidic dark gray and gray forest soils with phosphorite treatment and the addition of zeolite in combination with the use of calculated rates of mineral fertilizers ensures an increase in the gross collection of feed units in corn silage from 4.22 to 6.13 and 3.34 to 5.86 t/ha respectively.

**Key words:** soil cover, nutrition background, corn, cornage, silage, flattened grain, nutritional value of fodder, fodder units.

**For citation:** Yakhin I.F., Gabitov R.Kh., 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*. 2023; 4(8): 53-60

**References**

1. Shakirov Sh. K., Shaitanov O. L., Khazipov N. N. Kukuруза: tekhnologiya vyrashchivaniya, konservirovaniya, khraneniya, pererabotki i ispol'zovaniya v molochnom skotovodstve RT [Corn: technology of cultivation, canning, storage, processing and use in dairy cattle breeding of the Republic of Tatarstan]. Kazan': OOO "Centr innovatsionnyh tekhnologiy", 2017: 104. ISBN 978-5-93962-851-8.
2. Krupin E. O., Shakirov Sh. K., Kazeeva N. A. [Trends in changes in the energy and protein nutritional value of corn silage in the Republic of Tatarstan]. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana*. 2021; 246. 2: 107-111. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-107-111>.
3. Yakhin I. F., Khismatullin M. M., Trofimov N. V. [Yield of irrigated fodder corn depending on weather and climatic conditions in 2022 and the background of its nutrition on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya tehnicheckoy bazy agropromyshlennogo kompleksa: nauchnye trudy Vserossiyskoj (natsional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj pamjati d.t.n., professora Mart'janova A.P.* Kazan': Kazanskij GAU, 2022: 564-572.
4. Vafin F. R., Bikhantaev I. T., Shakirov Sh. K. [The effectiveness of using various biological preparations for corn ensiling]. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. 2018; 10: 77-83.
5. Krupin E. O., Shakirov Sh. K., Tagirov M. Sh. [Dynamics of energy and protein nutritional value of roughage in the Republic of Tatarstan]. *Veterinariya i kormleniye*. 2021; 3: 31-34. <http://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-3-9>.
6. Bikhantaev I. T., Shakirov Sh. K., Krupin E. O. [Ensilage of alfalfa of foreign selection with experimental biological products]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2023; 9: 71-75. <http://doi.org/10.28983/asj.y2023i9pp71-75>.
7. Mikhailova M. Yu., Gilyazov M. Yu., Nizamov R. M. [The role of macro- and microfertilizers in increasing the yield and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2023; 2(46): 34-41. EDN LSBUKK.
8. Mikhailova M. Yu., Markova M. M. [Peculiarities of consumption of macroelements by corn on ordinary chernozem when applying mineral fertilizers]. *Sovremennye dostizheniya agrarnoy nauki: nauchnye trudy vserossiyskoj (natsional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii*. Kazan', 2021: 304-308.
9. Ziganshin B.G., Moskvicheva A. B., Shaidullin R. R. [Modern technology for managing cow feeding]. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana*. 2018; 236 (4): 96-101. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-236-4-96-101>
10. Sitdikov F. F., Ziganshin B. G., Shaidullin R. R. [Use of modern technologies in dairy farming]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 1(57): 81-87. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-81-87>
11. Medvedev V. V., Fomin V. N., Nafikov M. M. [Chemical composition of feed depending on the methods of basic soil cultivation and nutrition background]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 15. 1(57): 32-37. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-32-37>.
12. 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]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchayeva*. 2023; 115: 199-223. <http://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-199-223>.
13. Gabitov R. Kh., Lukmanov A. A., Safiollin F. N. [The influence of mineral fertilizers and agromeliorants on the grain yield of hybrid corn Ross 140 in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Biologicheskaja zashchita rastenij s ispol'zovaniem genomnyh tekhnologij: sbornik nauchnyh trudov po materialam I Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Kazan', 2022: 105-111.
14. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Suleymanov S. R. [Economic indicators of the use of anti-stress and phytohormone drugs on crops of spring rape Ruyan in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Finansovyy biznes*. 2021; 6(216): 192-196.
15. Khismatullin M. M., Safiollin F. N., Lukin A. S. [Economic efficiency of using biological preparations in the technology of cultivating perennial grasses]. *Finansovyy biznes*. 2021; 3(213): 183-187.
16. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Sochneva S. V. [Microfertilizer stimulating compositions and macroelements in the technology of cultivating alfalfa on gray forest soils of the middle Volga region]. *Global'nye vyzovy dlja proizvodstvennoj bezopasnosti: riski i vozmozhnosti: nauchnye trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*,

Kazan', 2021: 482-489.

17. Khismatullin M. M., Sochneva S. V., Trofimov N. V. [The effectiveness of using calculated doses of mineral fertilizers on alfalfa-ryegrass meadows of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; 13. 1(48): 78-82. [http://doi.org/10.12737/article\\_5afc0ad3032b51.23223038](http://doi.org/10.12737/article_5afc0ad3032b51.23223038).

18. Lukmanov A. A., Safiollin F. N., Khismatullin M. M. [Energy and economic indicators of liming of acidic soils, phosphorite treatment and the use of calculated norms of mineral fertilizers on spring wheat crops Tulaikovskaya 10]. Finansovyy biznes. 2021; 10(220): 230-233.

19. Shaitanov O. L., Tagirov M. Sh., Karimov Kh. Z. [Results of environmental tests of new corn hybrids in extreme conditions in 2017]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; 13. 4(51): 96-102. [http://doi.org/10.12737/article\\_5c3de390aeb1b1.95182086](http://doi.org/10.12737/article_5c3de390aeb1b1.95182086).

20. Mikhailova, M. Yu. [The role of foliar fertilizers in the formation of green mass of corn]. Vosпроизводство plodorodija pochv i prodovol'stvennaja bezopasnost' v sovremennyh uslovijah: sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 100-letiju kafedry agrohimii i pochvovedeniya Kazanskogo GAU, Kazan', 2021: 153-159.

21. Mikhailova M. Yu., Minikaev R. V. [Dynamics of macroelements in gray forest soil under corn crops for green mass in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan when applying increased doses of mineral fertilizers]. Plodородiye. 2020; 3(114): 12-14. <http://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.03>.

#### Conflict of interests

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

#### Authors:

Yakhin Ildar Faritovich - graduate student, e-mail: [ildarsuper97@bk.ru](mailto:ildarsuper97@bk.ru), <https://orcid.org/0009-0000-9453-3358>

Gabitov Ranis Kharisovich - applicant, e-mail: [RanisGabitov@tatar.ru](mailto:RanisGabitov@tatar.ru), <https://orcid.org/0009-0008-0901-3920>

Sochneva Svetlana Viktorovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: [sochneva.sv1@mail.ru](mailto:sochneva.sv1@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.

**ХАРАКТЕРИСТИКА БЫКОВ С РАЗНЫМ ГЕНОТИПОМ ГЕНА OLR  
ПО ПРОДУКТИВНОСТИ ЖЕНСКИХ ПРЕДКОВ**

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

**Реферат.** Целью исследований явилось в проведении оценки по происхождению быков-производителей чёрно-пёстрой породы с разными генотипами по гену рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI*). Объектом исследования выступила одна выборка, представленная 58 быками-производителями чёрно-пёстрой породы, принадлежащих АО «Головное племенное предприятие «Элита» Высокогорского района Республики Татарстан. Представлена предварительная оценка племенной ценности быков чёрно-пёстрой породы с разными генотипами по одному из генов-маркеров липидного обмена (рецептор липопротеина низкой плотности – *OLRI*), которые преимущественно используются в осеменении коров молочных пород, разводимых на территории Республики Татарстан. В результате молекулярно-генетического исследования (ПЦР-ПДРФ) поголовье животных отобрали по группам с учётом генотипа по локусам гена *OLRI*. Оценка и отбор на основании показателей молочной продуктивности матерей, матерей и отцов матерей быков показали, что наибольшую селекционную значимость по удою и массовой доле жира в молоке женских предков, имели производители с *AA* и *AC* генотипами гена рецептора липопротеина низкой плотности. Так, родительский индекс быков с *AA* и *AC* генотипами *OLRI*-гена составил по молочности и массовой доле жира – 9071 кг, 3,90% и 9510 кг, 3,95%, что выше, чем у быков с *CC* генотипом на 817 кг и 1256 кг ( $P < 0,05$ ) молока, 0,03-0,08% жира, соответственно.

**Ключевые слова:** бык, ПЦР, ДНК, генотип, ген *OLRI*, молочная продуктивность.

**Для цитирования:** Ламара М., Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Садриев А.Р., Зарубежнова Д.В. Характеристика быков с разным генотипом гена OLR по продуктивности женских предков // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. №4 (8). С. 61-65

**Введение.** Для более быстрого и точного получения генетических ответов от отбора по количественным признакам, можно использовать молекулярную селекцию. Молекулярная селекция может быть проведена путём изучения генетических вариантов основных генов-кандидатов на основе геномных данных. Стратегия идентификации генов-кандидатов была предложена путём прямого поиска локусов на нуклеотидном уровне, которые влияют на количественные признаки (QTL). Генетические вариации в одном гене (и связанных с ним генах) могут влиять на физиологические пути и фенотипы, что может служить селекционной стратегией для улучшения важных количественных признаков [1, 2].

Использование молекулярных маркеров позволило разработать точные карты для отдельных хромосом, включая признаки, связанные с молоком, и функциональными признаками. Применение таких генных карт позволило разработать метод, названный Marker-Assisted Selection (MAS) [3]. Поскольку MAS предполагает отбор на основе прямых знаний об отдельных животных, он может существенно изменить масштаб селекционных преимуществ. Связь между наличием маркеров и признаками производства молока показана на хромосоме 5, вблизи локуса гена рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI*) [4]. Полиморфизм в позиции A8232C гена *OLRI* был проанализирован разными авторами с участием различных типов и пород крупного рогатого скота [5].

Коровы с генотипами *CC* и *AC* по гену *OLRI* имели высокие показатели по молочному жиру в сравнении с аналогами генотипа *AA* [6, 7].

Исследование I. Kowalewska-Luczak, E. Czerniawska-Piatkowska (2018) показало, что коровы с генотипом *AC* характеризовались более высокими показателями удою, массовой доли белка и жира в молоке, причём по выходу жира разница была подтверждена статистически ( $P \leq 0,05$ ). Коровы с генотипом *AA* характеризовались самым поздним наступлением первого отёла и самым длинным интервалом между отёлами [8].

Животные, несущие в своём геноме *S*-аллель по гену *OLRI*, превосходили своих аналогов с генотипом *AA* по удою, выходу молочного жира и белка [9]. В других исследованиях коровы с генотипами *CC* и *AC* по гену *OLRI* характеризовались более высокой массовой долей жира в молоке по сравнению со сверстницами *AA OLR1* [7].

Многими исследователями отмечается, что основным источником генетического прогресса в скотоводстве являются быки-производители, используемые в программах крупномасштабной селекции [10, 11]. Внедрение в практику отечественного животноводства принципов селекции по линиям, которые являются основным инструментом совершенствования популяций и отдельных стад в странах с развитым животноводством, имеет большое практическое значение [12, 13]. Другие также подтверждают, что в молочном скотоводстве разведение животных в зависимости от линейной принадлежности является неотъемлемой частью селекции [14, 15].

Показан высокий генетический потенциал быков-производителей и целенаправленный подбор родительских пар с учётом племенной ценности, способствующий получению животных с высокими наследственными качествами,

реализация которых обусловлена паратипическими факторами [16, 17, 18].

В связи с вышесказанным нами поставлена цель – провести оценку по происхождению чёрно-пёстрых быков-производителей с разными генотипами по гену рецептора липопротейна низкой плотности.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились на одной выборке, представленной 58 быками-производителями чёрно-пёстрой породы, принадлежащих АО «Головное племенное предприятие «Элита» Высокогорского района Республики Татарстан. Отбор быков-производителей для исследований осуществлялся по году рождения и по принадлежности к одной породе.

Источником ДНК для начала молекулярно-генетических исследований выступали индивидуальные пробы цельной крови, взятые из хвостовой вены животных и предварительно экстрагированные набором «ДНК-сорб В» (ЦНИИ Эпидемиологии, Россия).

Генотипирование быков по гену рецептора липопротейна низкой плотности выполнили методом ПЦР-ПДРФ с использованием ДНК-амплификатор DNA Engine PTC (США). Для амплификации специфичного фрагмента гена *OLR1* длиной 143 бп. применяли праймеры *OLR1-F*: 5'-TCCCTAACTTGTCCCAAGTCCT-3/ и *OLR1-R*: 5'-CTTACAATGCCTAGAAGAAAGC-3/ [19].

Для проведения ПДРФ-анализа *OLR1*-гена 20 мкл ПЦР пробы обрабатывали 20 ед. эндонуклеазы рестрикции *PstI* в 1×буфере «О» фирмы СибЭнзим (Россия) при 37°С течение ночи.

Анализ результатов цельных фрагментов, ПЦР-ПДРФ-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).

Расчёт родительского индекса быков с разными генотипами *OLR1* по характерным показателям молочной продуктивности и статистический анализ проводили по общепринятым методиками.

**Результаты и обсуждение.** Особый интерес представляют исследования, касающиеся оценки по происхождению быков-производителей с разными отдельными и комплексными генотипами по генам хозяйственно-полезных признаков. Наибольшие показатели молочной продуктивности были у быков с генотипами: *AB* по гену бета-лактоглобулина (*BLG*) [20], *PIT1/AB*, *PRL/AA*, *GH/LL*, *GHRH/AB*, *IGF1/AA* и *PIT1/AA*, *PRL/AB*, *GH/LV*, *GHRH/BB*, *IGF1/BB* по генам соматотропинового каскада (*PIT1*, *PRL*, *GH*, *GHRH*, *IGF1*) [21, 22], *HSP70.1/C-* и *HSP70.1/«-»* по гену белка теплового шока (*HSP70.1*) [23], *BB/AA* по генам, ассоциированным с резистентностью к заболеваниям и качеством продукции (*iNOS*, *LTF*) [24] по сравнению с аналогами других генотипов.

С учётом вышесказанного нами дана характеристика быков-производителей чёрно-пёстрой породы с разными генотипами *OLR1*-гена по происхождению, которая представлена в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показывает, что наибольшие показатели по удою имели матери быков с *AA* генотипом *OLR1*-гена - 9514 кг, а по массовой доле жира в молоке с *AC* генотипом *OLR1*-гена - 3,91%, при этом превосходили матерей быков с другими генотипами на 353 кг и 1337 кг ( $P < 0,01$ ), на 0,06-0,08%, соответственно.

Таблица 1 – Характеристика быков-производителей с разными генотипами *OLR1*-гена по молочной продуктивности женских предков

Показатель		Генотип быков по локусу <i>OLR</i> -гена		
		<i>AA</i>	<i>AC</i>	<i>CC</i>
Число быков		7	19	32
Матери	удой, кг	9514±420,4	9161±361,8	8177±287,9**
	жир, %	3,83±0,06	3,91±0,05	3,85±0,03
ММ	удой, кг	7871±494,7	7802±544,5	6691±314,7*
	жир, %	3,97±0,23	3,87±0,05	3,81±0,05
МО	удой, кг	9385±568,4*	11915±820,9	9969±404,9*
	жир, %	3,96±0,08	4,11±0,11	3,95±0,04
Родословный индекс быка (РИБ)	удой, кг	9071±378,2	9510±441,9	8254±237,9*
	жир, %	3,90±0,08	3,95±0,04	3,87±0,02

Примечание: \* -  $P < 0,05$ , \*\* -  $P < 0,01$  (разность между наибольшим и данным показателем).

Высокий удой и массовая доля жира в молоке были характерны для матерей матерей (ММ) быков с *AA* и *AC* генотипами (7871 кг и 3,97% и 7802 кг и 3,87%). При этом превосходство вышеназванных генотипов над аналогами с *CC* генотипом составило по удою на 1180 кг ( $P < 0,05$ ) и 1111 кг, а по жирномолочности - на 0,06-0,16%, соответственно.

По группе матери отцов (МО) быков с большим удоём и массовой долей жира в молоке характеризовались животные с генотипом *AC* (11915 кг и 4,11%), что выше, чему у сверстниц с другими генотипами *OLR1*-гена на 1946-2530 кг ( $P < 0,05$ ) и 0,15-0,16%, соответственно.

**Выводы.** Оценка быков показала, что

наибольшие показатели по удою и массовой доле жира в молоке были у женских предков быков с *AA* и *AC* генотипами гена рецептора липопротеина низкой плотности. По родительскому индексу быков животные с генотипами

*AA* и *AC OLR1*-гена превосходили молочность и жирномолочность быков с *CC* генотипом. Следовательно, животные, имеющие аллель *A OLR1*-гена необходимо в большей степени использовать при подборе.

#### Литература

1. Anggraeni A. Genetic polymorphisms of the OLR1 and DGAT1 genes associated with milk components in Holstein Friesian dairy cattle under an intensive management in Central Java // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 287. 012001. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/287/1/012001>.
2. Шайдуллин Р. Р., Ганиев А. С. Оценка полиморфизма гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3 (31). С. 104-109.
3. Rothschild M. F., Plastow G. S. Applications of genomics to improve livestock in the developing world // Livest. Sci. 2014. V. 166. pp. 76-83. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.020>.
4. Quantitative trait loci mapping in dairy cattle: review and meta-analysis / M. S. Khatkar, P. C. Thomson, I. Tammen, H. W. Raadsma // Genet. Sel. Evol. 2004. V. 36. pp. 163-190. <http://doi.org/10.1186/1297-9686-36-2-163>.
5. Atashi H., Asaadi A., Hostens M. Association between age at first calving and lactation performance, lactation curve, calving interval, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows // PLoS ONE. 2021. V. 16 (1): e0244825. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0244825>.
6. Association of the OLR1 gene with milk composition in Holstein dairy cattle / H. Khatib, S. D. Leonard, V. Schutzkus 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. Soltani-Ghombavani M., Ansari-Mahyari S., 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 56. 2013. V. 32. pp. 328-334. <http://doi.org/10.7482/0003-9438-56-032>.
8. Kowalewska-Luczak I., Czerniawska-Piatkowska E. Polymorphism in the OLR1 gene and functional traits of dairy cattle // Veterinarski Arhiv. 2018. V. 88 (2). pp. 171-177. <http://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170228>.
9. 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.
10. Молочная продуктивность коров разных ветвей основных линий голштинской породы / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, Е. В. Ачкасова и др. // Пермский аграрный вестник. 2021. № 2 (34). С. 69-76.
11. Генетические ресурсы быков-производителей по ДНК-маркерам в Республике Татарстан / Р. Р. Шайдуллин, Г. С. Шарафутдинов, Ф. С. Сибгатуллин, Ф. Р. Зарипов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 4 (42). С. 60-68.
12. Молочная продуктивность коров, происходящих из перспективных ветвей голштинской породы / Р. Р. Шайдуллин, Ч. А. Харисова, Т. М. Ахметов, А. С. Тенлибаева // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 2 (6). С. 52-56.
13. Эффективность использования быков-производителей в Удмуртской Республике / Р. Р. Закирова, А. П. Ямщиков, Г. Ю. Березкина, Ю. В. Исупова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 109-113.
14. Русских Т. А., Бычкова В. А., Юдин В. М. Продуктивное долголетие коров чёрно-пестрой и холмогорской пород // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 123-130.
15. Genetic potential of milk productivity of black and white cows depending on selection and management / A. I. Liubimov, E. N. Martynova, Yu. V. Isupova et al. // BIO Web of Conferences. International Scientific - Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019). 2020. P. 158. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20201700158>.
16. Продуктивные качества женских предков быков-производителей разных генотипов / Т. Т. Тарчоков, Х. М. Гасараева, М. Г. Тлейншева и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1 (45). С. 53-59.
17. Шайдуллин Р. Р., Шарафутдинов Г. С., Нигматуллин И. Н. Эффективные методы подбора в молочном скотоводстве / Практические рекомендации. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 64 с.
18. Сравнительная характеристика быков-производителей с разными ДНК-маркерами по молочной продуктивности женских предков / Ф. С. Сибгатуллин, Р. Р. Шайдуллин, Г. С. Шарафутдинов и др. // Ветеринарный врач. 2017. № 1. С. 52-59.
19. 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.
20. Характеристика быков-производителей с комплексными генотипами генов BLG и INOS по молочной продуктивности женских предков / Х. Х. Гильманов, С. В. Тюлькин, И. В. Ржанова, Р. Р. Вафин // Учёные записки Казанской ГАВМ. 2020. Т. 241. № 1. С. 71-75. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-241-1-71-76>.
21. Оценка быков-производителей с разными генотипами генов соматотропинового каскада по молочной продуктивности и качеству молока ближайших женских предков / Л. Р. Загидуллин, И. Ю. Гилемханов, Р. У. Зарипов и др. / Учёные записки Казанской ГАВМ. 2020. Т. 244. № 4. С. 86-92. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-86-92>.
22. Evaluation towards stud bulls with different mixed genotypes relating to somatotropin cascade genes by origin / L. Zagidullin, I. Gilemhanov, R. Khisamov, S. Tyulkin // BIO Web of Conferences. International scientific-practical conference “Agriculture and food security: Technology, innovation, markets, human resources” 2020. V. 17. 00109. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20201700109>.
23. Assessment on milk productivity and milk quality in cattle with different genotypes by HSP70.1 gene / O. I. Efimova, L. R. Zagidullin, R. R. Khisamov et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. V. 604. 012016. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012016>.
24. Оценка по происхождению быков разных генотипов, ассоциированных с резистентностью к заболе-



ваниям и качеством продукции / Х.Х. Гильманов, С.В. Тюлькин, Р.Р. Вафин, Н.С. Пряничникова // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 29-33. <http://doi.org/10.33943/MMS.2020.53.38.007>.

**Конфликт интересов**

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

**Сведения об авторах:**

Ламара Мохаммед – аспирант, e-mail: [madenideniden@gmail.com](mailto:madenideniden@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-7621-5353>

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия

Ахметов Тахир Мунавирович - доктор биологических наук, заведующий кафедрой, старший научный сотрудник, e-mail: [ahmetov-tahir@mail.ru](mailto: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

Тюлькин Сергей Владимирович - доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: [tulsv@mail.ru](mailto: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

Садриев Айдар Радикович - кандидат биологических наук, заместитель директора, e-mail: [aidar\\_sadriev@mail.ru](mailto:aidar_sadriev@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0007-1408-7353>

Татарский филиал Федерального центра охраны здоровья животных, г. Казань, Россия

Зарубежнова Диана Викторовна - аспирант, e-mail: [diana.zarubezhnova@icloud.com](mailto:diana.zarubezhnova@icloud.com), <https://orcid.org/0009-0006-4390-6111>

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия.

**CHARACTERISTICS OF BULLS WITH DIFFERENT GENOTYPES OF THE OLR GENE ACCORDING TO THE PRODUCTIVITY OF FEMALE ANCESTORS**

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

**Abstract.** The aim of the research was to assess the origin of Black-and-White breed bulls with different genotypes according to the low-density lipoprotein receptor (*OLR1*) gene. The object of the study was one sample represented by 58 bulls-producers of black and motley breed belonging to JSC "Head breeding enterprise "Elite" of the Vysokogorsky district of the Republic of Tatarstan. A preliminary assessment of the breeding value of Black-and-White bulls with different genotypes for one of the lipid metabolism marker genes (low-density lipoprotein receptor - *OLR1*), which are mainly used in insemination of dairy cows bred in the Republic of Tatarstan, is presented. As a result of a molecular genetic study (*PCR-RFLP*), the animal population was selected by groups, taking into account the genotype at the loci of the *OLR1* gene. Evaluation and selection based on indicators of milk productivity of mothers, mothers and fathers of bull mothers showed that producers with *AA* and *AC* genotypes of the low-density lipoprotein receptor gene had the greatest breeding significance in terms of milk yield and mass fraction of fat in the milk of female ancestors. Thus, the parental index of bulls with *AA* and *AC* genotypes of the *OLR1* gene was 9071 kg, 3.90% and 9510 kg, 3.95% in terms of milk content and fat mass, which is slightly higher than in bulls with *CC* genotype by 817 kg and 1256 kg ( $P < 0.05$ ) of milk, 0.03-0.08% fat, respectively.

**Key words:** bull, PCR, DNA, genotype, gene *OLR1*, milk production.

**For citation:** Lamara M., Akhmetov T.M., Tyulkin S.V., Sadriev A.R., Zarubezhnova D.V. Characteristics of bulls with different genotypes of the OLR gene according to the productivity of female ancestor. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2023; 4(8): 61-65

**References**

1. Anggraeni A. Genetic polymorphisms of the *OLR1* and *DGAT1* genes associated with milk components in Holstein Friesian dairy cattle under an intensive management in Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. 287. 012001. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/287/1/012001>.
2. Shaydullin R. R., Ganiyev A. S. [Evaluation of genetic polymorphism of kappa-casein gene in animals of black-motley breed]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. 2015; 3(31): 104-109. EDN: UMIBGR.
3. Rothschild M. F., Plastow G. S. Applications of genomics to improve livestock in the developing world. *Livest. Sci*. 2014; 166: 76-83. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.020>.
4. Khatkar M. S., Thomson P. C., Tammen I. Quantitative trait loci mapping in dairy cattle: review and meta-analysis. *Genet. Sel. Evol.* 2004; 36: 163-190. <http://doi.org/10.1186/1297-9686-36-2-163>.
5. Atashi H., Asaadi H., Hostens M. Association between age at first calving and lactation performance, lactation curve, calving interval, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows. *PLoS ONE*. 2021; 16(1): e0244825. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0244825>.
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. Soltani-Ghombavani M., Ansari-Mahyari S., 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* 56. 2013; 32: 328-334. <http://doi.org/10.7482/0003-9438-56-032>.
8. Kowalewska-Luczak I., Czerniawska-Piatkowska E. Polymorphism in the *OLR1* gene and functional traits of dairy cattle. *Veterinarski Arhiv*. 2018; 88(2): 171-177. <http://doi.org/10.24099/vet.arhiv.170228>.
9. 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.
10. Martynova E. N., Yakimova V. Yu. [Milk yield and longevity of high yielding cows with different levels of productivity depending on Holstein breed blood share]. *Permskij agrarnyj vestnik*. 2019; 2 (26): 128-136. EDN: BCSSIA.
11. Shaydullin R. R., Sharafutdinov G. S., Sibagatullin F. S. [Genetic resources of servicing bulls according to dna markers in the republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016; 11. 4(42): 60-68. EDN: YPLNBP.
12. Shaydullin R. R., Kharisov Ch. A., Ahmetov T. M. [Dairy productivity of cows originating from perspective branches of the Holstianian breed]. *Agrobiotexnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 2 (6): 52-56. EDN: ZJRYJS.
13. Zakirova R. R., Yamschikova A. P., Berezkina G. Yu. [Efficiency of use bulls in the Udmurt Republic]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. 2022; 2: 109-113.

14. Russkih T. A., Bychkova V. A., Yudin V. M. [Productive longevity of cows of Black pied and Kholmogorskaya breeds]. *Permskiy agrarny'j vestnik*. 2019; 1 (25): 123-130.
15. Liubimov A. I., Martynova E. N., Isupova Yu. V. Genetic potential of milk productivity of black and-white cows depending on selection and management. *BIO Web of Conferences*. International Scientific - Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019). 2020: 158. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20201700158>.
16. Tarchokov T. T., Gasarayeva Kh. M., Tleynsheva M. G. [Productive qualities of female ancestors of bulls of different genotypes]. *Vestnik Kurganskoj GSXA*. 2023; 1 (45): 53-59.
17. Shaydullin R. R., Sharafutdinov G. S., Nigmatullin I. N. [Effective selection methods in dairy cattle breeding]. *Prakticheskie rekomendacii*. Kazan': Izd-vo Kazanskogo GAU, 2017: 64.
18. Sibagatullin F. S., Shaydullin R. R., Sharafutdinov G. S. [The comparative characteristics of production bulls with various dna-markers on dairy efficiency of female ancestors]. *Veterinarny'j vrach*. 2017; 1: 52-59.
19. 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.
20. Gilmanov Kh. Kh., Tyulkin S. V., Rzhanova I. V. [Characteristics of bull-producers with complex genotypes genes of BLG and iNOS by milk productivity of female ancestors]. *Uchyony'e zapiski Kazanskoy GAVM*. 2020; 241. 1: 71-75. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-241-1-71-76>.
21. Zagidullin L. R., Gilemhanov I. Yu., Zaripov R. U. [Evaluation of breeding bulls with different genotypes of somatotropin cascade genes for milk productivity and milk quality of the closest female ancestors]. *Uchyony'e zapiski Kazanskoy GAVM*. 2020; 244. 4: 86-92. <http://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-86-92>.
22. Zagidullin L., Gilemhanov I., Khisamov R. Evaluation towards stud bulls with different mixed genotypes relating to somatotropin cascade genes by origin. *BIO Web of Conferences*. International scientific-practical conference "Agriculture and food security: Technology, innovation, markets, human resources" 2020; 17: 00109. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20201700109>.
23. Efimova O. I., Zagidullin L. R., Khisamov R. R. Assessment on milk productivity and milk quality in cattle with different genotypes by HSP70.1 gene. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 604: 012016. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012016>.
24. Gilmanov Kh. Kh., Tyulkin S. V., Vafin R. R. [Assessment by origin of bulls of different genotypes associated with disease resistance and product quality]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2020; 7: 29-33. <http://doi.org/10.33943/MMS.2020.53.38.007>.

**Conflict of interests**

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

**Authors:**

Lamara Mohammed - graduate, e-mail.ru: [madenideniden@gmail.com](mailto:madenideniden@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-7621-5353>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Baumana, 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. Baumana, Kazan, Russia  
 Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 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  
 Sadriev Aidar Radikovich - Candidate of Biological Sciences, Deputy Director, e-mail.ru: [aidar\\_sadriev@mail.ru](mailto:aidar_sadriev@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0007-1408-7353>  
 Tatar bra Federal centre for animal health, Kazan, Russia  
 Zarubezhnova Diana Viktorovna - graduate, e-mail.ru: [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. Baumana, Kazan, Russia.

**АНАЛИЗ МУЛЬТИГЕННЫХ СЕМЕЙСТВ ВИРУСА  
АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ**

**А. К. Сибгатуллова, Д. В. Колбасов, И. А. Титов**

**Реферат.** В статье представлены обобщенные данные о мультигенных семействах вируса (МГС) африканской чумы свиней. Особенностью вируса АЧС является наличие большого количества мультигенных семейств. Общеизвестно, что белки мультигенного семейства широко распространены в геноме вируса африканской чумы свиней (АЧС) и обычно подразделяются на пять семейств, включая MGF-100, MGF-110, MGF-300, MGF-360 и MGF-505. Мультигенные семейства вируса АЧС располагаются как в левой, так и правой вариабельных областях генома. Известно, что мультигенные семейства 110 и 300 расположены на левом концевом участке, а МГС 100 на правом, а МГС360, МГС505 и МГС530 на обоих концах генома. Большинство МГС семейств имеют копии на каждом конце генома. Мультигенные семейства отвечают за вирулентность и репликацию вируса АЧС. Несколько генов, относящихся к семействам 360 и 505/530 определяют круг хозяев вируса АЧС и его вирулентность. Мультигенные семейства 530 содержит шесть различных рамок считывания, кодирующих в среднем пятьсот тридцать аминокислот, содержащих четыре высоко консервативных домена. МГС300 состоит из трех открытых рамок трансляции, кодирующих в среднем триста аминокислот, содержащих три высококонсервативных домена. Аминоконцевые области белков, кодируемых МГС-530 и 300, имеют значительное сходство друг с другом, а также с соответствующими областями. Большинство исследователей считают, что МГС эволюционировали с помощью процесса удвоения и расхождения последовательности. Элементы мультигенных семейств расположены близко к друг другу и считываются только в одном направлении.

**Ключевые слова:** африканская чума свиней, домашние свиньи, дикие кабаны, мультигенные семейства.

**Для цитирования:** Сибгатуллова А.К., Колбасов Д.В., Титов И.А. Анализ мультигенных семейств вируса африканской чумы свиней // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 66-70

**Введение.** Африканская чума свиней - это вирусная контагиозная септическая болезнь, поражающая диких и домашних свиней всех пород и возрастов [1]. Болезнь характеризуется лихорадкой, обширными геморрагиями и цианозом кожи, тяжелыми дистрофическими и некротическими поражениями внутренних органов и высокой летальностью. Источником вируса АЧС являются больные и переболевшие дикие кабаны, и домашние свиньи [2].

Вирус африканской чумы свиней (ВАЧС) представляет собой икосаэдрический ДНК-вирус диаметром 200 нм, состоящий из оболочки, капсида, внутренней мембраны капсулы, оболочки ядра и внутреннего ядра [3]. Вирусный геном представляет собой линейную двухцепочечную молекулу ДНК длиной 170-190 кб с ковалентно замкнутыми концами. Размер ДНК составляет 170-190 кб в зависимости от штамма вируса и кодирует 150-200 вирусных белков, включая 68 структурных белков и более 100 неструктурных белков [4].

Повторение и потеря определенных последовательностей в геноме вируса АЧС является одним из факторов различий в штаммах вируса АЧС из разных источников или разных поколений одного и того же штамма. Белок р72 является основным капсидным белком, который используется для серотипирования штаммов вируса АЧС из-за его консервативности [5].

Геном вируса состоит из центрального консервативного региона, а также правой и

левой вариабельной областей. Вначале дифференциация вариантов вирус АЧС осуществлялось с применением рестрикционных карт и определением размера генома. Большая степень изменчивости отмечалась в пределах тридцати восьми и сорока семи т.п.н. на левом конце, а также тринадцать и шестнадцать т.п.н. на правом конце генома [6].

Цель исследований - провести анализ и обобщить литературные данные об мультигенных семействах вируса африканской чумы свиней.

**Условия, материалы и методы.** При написании статьи был проведен детальный и углубленный анализ 22 актуальных источников литературы из них 5 научных статей на русском языке и 18 на английском, индексируемых в международных базах данных PubMed, Web of Science, Google Scholar, представленных на платформе elibrary.ru и охватывающих период с 1994 по 2020 годы. Для формирования статьи рассматривались как последние работы по мультигенным семействам вируса африканской чумы свиней, так и самые первые, то есть старые публикации, сформировавшие выбранную тематику.

Выборка статей осуществлялась на основании высокого уровня цитируемости и частоте встречаемости данных научных работа в других литературных источниках.

**Результаты и обсуждение.** Особенностью вируса АЧС является присутствие большого количества мультигенных семейств (МГС). В геноме вируса АЧС представлены гены мультигенных семейств 360 и 530, которые

вливают на репликацию вируса в макрофагах и на вирулентность.

Неизвестен механизм, с помощью которого эти гены влияют на взаимодействие вирусохозяин. Однако, при сравнении транскрипционных профилей макрофагов, инфицированных вирусом дикого типа или мутантом с делецией шести генов МГС360 и двух генов из семейства МГС530 были представлены результаты, доказывающие их влияние на функцию ингибирования экспрессии интерферона. Представители мультигенных семейств являются одним из самых лабильных компонентов генома вируса АЧС. Функции большинства генов из мультигенных семейств до сих пор остаются неизвестными, среди которых и не исключено, и ингибирование апоптоза [7].

Большинство МГС имеют копии на каждом конце генома, как описано для геномов поксвирусов. Гены и наличие дополнительных функциональных доменов у некоторых копий белков МГС, предполагают наличие разных функций. Например, среди семейства МГС110, два гена ХР124L, Y118L участвуют в кодировании белков, которые содержат последовательности эндоплазматического ретикула, и несколько белков с предсказанными сигнальными пептидами и сайтами их расщепления, подразумевающие, что они секретируются из инфицированных клеток.

Стоит отметить, что большинство генов семейства МГС360 кодируют анкириновые белковые области [2].

Приблизительно тридцать процентов генома вируса АЧС участвуют в кодировании наборов паралогических генов: МГС100, 110, 300, 360, 505/530 и р22, каждый из которых присутствует в нескольких копиях на один геном. Количество паралогов разное между различными изолятами [5].

Локализованы МГС вируса АЧС как в левой, так и правой варибельных областях генома. На сегодняшний день известно о шести таких семействах: МГС 100, 110, 300, 360, 505. Эти семейства названы в зависимости от среднего количества кодонов в каждом гене. У изолята вируса АЧС Малави LIL 20/1 семейства МГС110 и МГС300 локализованы на левом концевом участке, МГС100 — на правом, а МГС360, МГС505 и МГС530 - на обоих концах. Терминальные участки - N членов мультигенных семейств 300, 360 и 505/530 имеют идентичный состав [8].

Мультигенные семейства 110, 360 и 505 впервые были описаны для штамма Ва71V, адаптированного к культуре клеток Vero. Мультигенное семейство 110 было впервые обнаружено у вирулентного штамма Malawi LIL20/1. Было показано, что небольшое количество генов, относящихся к семействам МГС360 и МГС 505 определяют круг хозяев вируса АЧС и его вирулентность [9].

Мультигенное семейство 530 в своем составе имеет по крайней мере, 6 различных открытых рамок считывания (ОРС),

кодирующих в среднем 530 аминокислот, содержащих 4 высоко консервативных домена [7].

Мультигенное семейство 300 состоит из 3 открытых рамок трансляции, в среднем кодирующих 300 аминокислот, содержащих 3 высококонсервативных домена. Аминоконцевые области белков, кодируемых МГС530 и МГС300, сходны друг с другом, а также с соответствующими областями [2].

В левом варибельном части генома вируса АЧС была выявлена детерминанта вирулентности, состоящая из генов МГС360 и МГС530. Считается, что МГС360 и МГС505/530 играют важную роль в тропизме вируса, в проявлении вирулентности и подавлении интерферонного ответа [10].

Расположены близко друг к другу элементы МГС, и считывание их происходит только в одном направлении. Многие исследователи предполагают что они эволюционировали путем процесса удвоения и расхождения последовательности. Существование нескольких копий генов МГС, может давать селективное преимущество вирусу, и представляет собой один из механизмов уклонения вируса АЧС от иммунного ответа хозяина [11].

Высокий уровень варибельности вируса АЧС обусловлен изменениями числа и нуклеотидной последовательности членов мультигенных семейств. Некоторые МГС 505/360 отвечают за вирулентность вируса, и также обеспечивают репликацию вируса в мягких клещах. Удаление отдельных генов входящих в состав МГС 360/505 привело к изменению фенотипа изолятов, снижению репликации вируса АЧС и распространению инфекции у инфицированных клещей [12, 18].

В результате проведенного рестрикционного анализа были предприняты попытки определить участки генома вируса АЧС, ответственные за изменение фенотипа вируса. Приобретение или утрата фрагментов MGF приводит к вариациям длины геномной ДНК, наблюдаемой у различных изолятов вируса АЧС. Изменение свойств вируса зачастую происходит при изменении количества аминокислот в tandemных повторах. Они были определены у 14 вирусных белков, среди которых CD2v, ДНК полимеразы и белок p54 [13].

Из-за гомологичной и негомологичной рекомбинации концевые участки генома у различных штаммов сильно варьируют по размеру, что в свою очередь приводит к делециям генов нескольких MGF [14].

Прогрессивная адаптация штамма вируса АЧС «Georgia 2007/1» к клеточной линии Vero привела к ослаблению вируса и приобретению множественных мутаций в различных частях вирусного генома, в том числе к делеции длинных нуклеотидных участков, содержащихся в MGF505 [15].

Несмотря на то, что клеточно-пассированный вирус «Georgia 2007/1» продемонстрировал аттенуированный фенотип,

он также потерял иммуногенный потенциал, и инфицирование этим вирусом не привело, к защите домашних свиней от повторного заражения [16]. Произошедшие подобные изменения в MGF АЧС были обнаружены и в других штаммах вируса АЧС адаптированных к культурам клеток [17].

В последующем исследовании с применением подхода функциональной геномики несколько групп продемонстрировали функции вирулентности, связанные с МГС 360, и MGF 505 являющимися одним из факторов вирулентности вируса и могут быть использованы для разработки вакцины [8].

При проведении рестрикционного анализа ДНК вирулентного штамма «Ф-32» и полученного из него аттенуированного штамма «ФК-135» Ю.О. Селянинов с соавт., в 1995 году установили, что ДНК этих штаммов («Ф-32» и «ФК-135») имеют различия по размерам фрагментов, расположенных вблизи правого и левого концевых участков. Главным образом основные изменения, были обнаружены в геноме авирулентного штамма «ФК-135», которые свидетельствуют о наличии делеций размерами в 5 и 1,5 т.п.н [14].

В работе Ю. О. Селянинов с соавторами показали, что наибольшее сходство центральной и правой концевой областей геномов обнаружено у следующих штаммов: «Л-57», «Л-50», «К-73», «КК-262», «Ф-32», «Р-60» и «ФК-135», что свидетельствует об общности их происхождения от одного изолята вируса АЧС. Обнаруженные изменения геномов, изученных авирулентных штаммов, заключались в делеции размером от 5 до 22 т.п.о., расположенных в левой концевой области генома [15].

Исследования зарубежного автора V. O'Donnell показали, что вирулентный изолят «Georgia 2007/1» (FR682468.1), прошедший изменения путем удаления гена B119L (9GL), не защищал свиней от контрольного заражения исходного штамма. И лишь при удалении двух генов, отвечающих за вирулентность B119L (9GL) и DP96R (UK) привело к повышению безопасности и уровня защиты по сравнению с удалением лишь B119L (9GL). Делеция шести членов MGF 360 и 505 с геном 9GL привела к утрате вирулентности вирусом «Georgia 2007/1», что не способствовало защите животных при заражении исходным вирусом [8].

Биологическое значение и связь между этими мелкомасштабными нуклеотидными мутациями и фенотипом вируса АЧС до сих пор не ясны. Для более детального молекулярно-эпизоотологического анализа вспышек АЧС и дифференциации циркулирующих изолятов необходимо использовать дополнительные маркерные гены. Малое количество информации о функции MGF 110 заставляет многих исследователей изучать этот фрагмент генома вируса АЧС [19].

В 2014 году С. Gallardo [20] с соавт. обнаружили тандемные повторы (TRS)

в межгенном регионе МГС – 505 9R/10R генома вируса АЧС в девяти изолятах из Польши. Эти изоляты содержали изменения в двух межгенных регионах: в I73R/I329L (IGR-2) и в МГС 9R/10R (МГС-2), кроме изолята «Pol17/WB-CASE237. Интересно, что отечественный изолят «Tver1112/Zavi» содержит в геноме две идентичные встройки МГС 9R/10R (МГС-3), что не было выявлено у других европейских изолятов [20].

А. А. Елсукова с соавторами впервые обнаружили семнадцати нуклеотидную вставку (GATAGTAGTTTAGTTAA) у изолятов «Kashino 04/13», «Karamzino 02/13» и «Shihobalovo 10/13». Данная вставка находится в интергенном регионе TRS между генами 9R и 10R MGF 505. Такая же семнадцати нуклеотидная вставка была обнаружена у шести изолятов: «Shihobalovo 10/13», «Kashino 04/13», «Karamzino 06/13» и «Vazma 09/13», а также у изолятов «Kashino 06/14» и «Sobinka 07/15» [21].

В 2016 году И.В. Шевченко в ходе анализа полногеномных нуклеотидных последовательностей изолята «Kashino 04/13» впервые был обнаружен прямой тандемный повтор GATAGTAGTTTAGTTAA длиной в 17 нуклеотидов. Вставка расположена в интергенном регионе между генами 9R и 10R. Автором было проведено исследование двадцати шести изолятов вируса АЧС с 2008 года по 2015 год на наличие тандемного повтора в интергенном регионе 9R/10R мультигенного семейства 505 [21].

В результате проведенного анализа И. В. Шевченко обнаружил, что 17 нуклеотидная вставка содержится в геномах 6 изолятов, выделенных с 2013 по 2015 год: «Shihobalovo 10/13», «Kashino 04/13», «Karamzino 06/13» и «Vyzma 09/13», а также изолятов «Kashino 06/14» и «Sobinka 07/15», выделенных в 2014 и 2015 гг., соответственно. В референс-штамме «Georgia 2007/1» в интергенном регионе семнадцати нуклеотидная вставка отсутствовала [22]. И. В. Шевченко с соавторами при проведении полногеномного секвенирования изолята «Odintsovo 02/14» обнаружили 22 мононуклеотидных вставки, 3 полинуклеотидных вставки, тандемные повторы, также делеции и замены по сравнению с референтным штаммом «Georgia 2007/1» [22].

**Выводы.** Мультигенные семейства являются вариabельными среди отечественных изолятов вируса АЧС и могут быть использованы для анализа гетерогенности вирусной популяции. Изоляты вируса АЧС являются объектами для изучения молекулярной эволюции вируса. К настоящему времени зарубежными и отечественными авторами были накоплены данные результатов генетических исследований вируса АЧС, выделенных в разных регионах мира (Африка, Европа, Латинская Америка, Китай), в которых продемонстрирована выраженная гетерогенность вируса.

Литература

1. Африканская чума свиней в Российской Федерации (2007–2012 гг.): эпидемиологический обзор и последствия для стран Европы. Документ ФАО / А. Гогин, А. Серeda и др. Рим, 2014. № 178. С. 87.
2. Степанов Д. В., Горячева М. М. Эпизоотология африканской чумы свиней в России // Наука: прошлое, настоящее, будущее. 2017. С. 55-60.
3. The African Swine Fever Virus Transcriptome / G. Cackett, D. Matelska, M. Sykora, et al. // J Virol. 2020. 94:e00119–20. <http://doi.org/10.1128/JVI.00119-20>
4. An Update on African Swine Fever Virology / A. Karger, D. Perez-Nunez, J. Urquiza et al. // Viruses. 2019. Vol. 11. No. 9. pp. 864. <http://doi.org/10.3390/v11090864>.
5. Genetic Characterization of African Swine Fever Virus Isolates From Soft Ticks at the Wildlife/Domestic Interface in Mozambique and Identification of a Novel Genotype/ C. J. Quembo, F. Jori, W. Vosloo, et al. // Transbound Emerg Dis. 2018. Vol. 65. pp. 420–431. <http://doi.org/10.1111/tbed.12700>.
6. Two novel multigene families, 530 and 300, in the terminal variable regions of African swine fever virus genome / T. Yozawa, G. F. Kutish, C. L. Afonso, et al. // Virology. 1994. Vol. 202. No 2. pp. 997-1002. <http://doi.org/10.1006/viro.1994.1426>.
7. Biological characterization of African swine fever virus genotype II strains from north-eastern Estonia in European wild boar / I. Nurmoja, A. Petrov, C. Breidenstein, et al. // Transbound. Emerg. Dis. 2017. Vol. 64. No.6. pp. 2034-2041. <http://doi.org/10.1111/tbed.12614>.
8. African swine fever virus Georgia isolate harboring deletions of 9GL and MGF360/505 genes is highly attenuated in swine but does not confer protection against parental virus challenge / V. O'Donnell, L. G. Holinka, B. Sanford, et al. // Virus Res. 2016. Vol. 221. pp. 8-14. <http://doi.org/10.1016/j.virusres.2016.05.014>.
9. Evolution of African swine fever virus genes related to evasion of host immune response / M. Fraczyk, G. Wozniakowski, A. Kowalczyk, et al. // Vet. Microbiol. 2016. Vol. 193. pp. 133-144. <http://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.08.018>.
10. Approaches and perspectives for development of african swine fever virus vaccines/ M. Arias, Ana de la Torre, A. Dixon, et al. // Vaccines. 2017. Vol. 5. No 4. pp. 35. <http://doi.org/10.3390/vaccines5040035>.
11. Analysis of the complete nucleotide sequence of African swine fever virus / R. J. Yáñez, J. M. Rodríguez, M. L. Nogal, et al. // Virology. 2008. Vol. 208. No 1. :e01760-16. pp. 249-78. <http://doi.org/10.1006/viro.1995.1149>.
12. Simultaneous deletion of the 9GL and UK genes from the African swine fever virus Georgia 2007 isolate offers increased safety and protection against homologous challenge / V. O'Donnell, G. R. Risatti, L. G. Holinka, et al. // J. Virol. 2016. Vol. 91. No 1. e01760–16. <http://doi.org/10.1128/JVI.01760-16>.
13. Серeda А. Д., Колбасов Д. В. Белки вируса африканской чумы свиней // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2012. Т. 3. № 77. С. 534-550.
14. Селянинов Ю. О., Сенечкина Е. К. Физическое картирование генома вируса африканской чумы свиней // Доклады РАСХН. 1995. № 2. С. 37-39.
15. Селянинов Ю. О., Балышев В. М., Цыбанов С. Ж. Вирус африканской чумы свиней: физическое картирование генома штаммов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2000. №5. С. 75-76.
16. The progressive adaptation of a Georgian isolate of african swine fever virus to Vero cells leads to a gradual attenuation of virulence in swine corresponding to major modification of the viral genome / P. W. Krug, L. G. Holinka, V. O'Donnell, et al. // J. Virol. 2015. Vol. 89. No. 4. pp. 2324-2332. <http://doi.org/10.1128/JVI.03250-14>.
17. Comparison of the genome sequences of non-pathogenic and pathogenic African swine fever virus isolates / D. A. G. Chapman, V. Tcherepanov, C. Upton, et al. // J. Gen. Virol. 2008. Vol. 89. No 2. pp. 397-408. <http://doi.org/10.1099/vir.0.83343-0>.
18. African swine fever virus Georgia isolate harboring deletions of MGF360 and MGF505 genes is attenuated in swine and confers protection against challenge with virulent parental virus / V. O'Donnell, L. G. Holinka, D. P. Gladue, et al. // J. Virol. 2015. Vol. 89. No 11. pp. 6048 - 6056. <http://doi.org/10.1128/JVI.00554-15>.
19. Malogolovkin A., Kolbasov D. V. Genetic and antigenic diversity of african swine fever virus // Virus Res. 2019. Vol. 271. pp.1-7. <http://doi.org/10.1016/j.virusres.2019.197673>.
20. Evolution in Europe of African swine fever genotype II viruses from highly to moderately virulent / C. Gallardo, I. Nurmoja, A. Soler, et al. // Vet. Microbiol. 2018. Vol. 219. P. 70 - 79. <http://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.04.001>.
21. Tandem repeat sequence in the intergenic region MGF 505 9R/10R is a new marker of the genetic variability among ASF genotype II viruses / A. Elsukova, I. Shevchenko, A. Varentsova, et al. // Proc. 10th Annual Meeting EPI-ZONE, 27–29 September 2016. Madrid, 2016. P. 78.
22. A comparison of viral immune escape strategies targeting the MHC class I assembly pathway / K. Fruh, A. Gruhler, R. M. Krishna, et al. // Immunol. Rev. 1999. 168: p. 157-166. <http://doi.org/10.1111/j.1600-065x.1999.tb01290>.

Конфликт интересов

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

Сведения об авторах:

Сибгатуллова Адыля Камилевна - кандидат ветеринарных наук, доцент, e-mail: sibgatullova92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5944-3808>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

Колбасов Денис Владимирович - доктор ветеринарных наук, профессор РАН, e-mail: info@ficvim.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4935-0891>

Титов Илья Андреевич - кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: titoffia@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5821-8980>

Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии, Владимирская область, Россия.

ANALYSIS OF MULTIGENE FAMILIES OF AFRICAN SWINE FEVER VIRUS

A. K. Sibgatullova, D. V. Kolbasov, I. A. Titov

**Abstract.** The article presents summarized data on the multigene families of the African swine fever virus (MGF). A feature of the ASF virus is the presence of a large number of multigene families. It is generally accepted that multigene family proteins are widely distributed in the African swine fever virus (ASF) genome and are generally classified into five families, including MGF-100, MGF-110, MGF-300, MGF-360, and MGF-505. The multigene families of the ASF virus are located in both the left and right variable regions of the genome. It is known that multigene families 110 and 300 are located on the left end of the genome, and MGS 100 on the right, and MGS360, MGS505 and MGS530 at both ends of the genome. Most MGS families have copies at each end of the genome. Multigene families are responsible for the virulence and replication of the ASF virus. Several

genes belonging to the 360 and 505/530 families determine the host range of the ASF virus and its virulence. The 530 multigene family contains six different reading frames encoding an average of five hundred and thirty amino acids containing four highly conserved domains. MGS300 consists of three open translation frames encoding an average of three hundred amino acids containing three highly conserved domains. The amino-terminal regions of the proteins encoded by MGS-530 and 300 have significant similarity to each other, as well as to the corresponding regions. Most researchers believe that MGS evolved through a process of duplication and sequence divergence. Elements of multigene families are located close to each other and are read in only one direction.

**Key words:** african swine fever, domestic pigs, wild boars, multigene families.

**For citation:** Sibgatullova A.K., Kolbasov D.V., Titov I.A. Analysis of multigene families of the African swine fever virus. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2023; 4(8): 66-70

#### References

- Gogin A., Sereda A., Khomenko S. [African swine fever in the Russian Federation (2007–2012): epidemiological review and consequences for European countries]. *Dokument FAO. Rim*. 2014; 178: 87.
- Stepanov D. V., Goryacheva M. M. [Epizootology of African swine fever in Russia]. *Nauka: proshloe, nastojashhee, budushhee*. 2017; 55-60.
- Cackett G., Matelska D. The African Swine Fever Virus Transcriptome. *J Virol*. 2020; 94:e00119–20. <https://doi.org/10.1128/JVI.00119-20>.
- Karger A., Perez-Nunez D. An Update on African Swine Fever Virology. *Viruses*. 2019; 11(9): 864. <https://doi.org/10.3390/v11090864>.
- Quembo C. J., Jori F., Vosloo W. Genetic Characterization of African Swine Fever Virus Isolates From Soft Ticks at the Wildlife/Domestic Interface in Mozambique and Identification of a Novel Genotype. *Transbound Emerg Dis*. 2018; 65: 420-431. <https://doi.org/10.1111/tbed.12700>.
- Yozawa T., Kutish G. F., Afonso C. L. Two novel multigene families, 530 and 300, in the terminal variable regions of African swine fever virus genome. *Virology*. 1994; 202(2): 997-1002. <https://doi.org/10.1006/viro.1994.1426>.
- Nurmoja I., Petrov A., C. Breidenstein Biological characterization of African swine fever virus genotype II strains from north-eastern Estonia in European wild boar. *Transbound. Emerg. Dis*. 2017. 64(6): 2034-204. <https://doi.org/10.1111/tbed.12614>.
- O' Donnell V., Holinka L. G., Sanford B. African swine fever virus Georgia isolate harboring deletions of 9GL and MGF360/505 genes is highly attenuated in swine but does not confer protection against parental virus challenge. *Virus Res*. 2016; 221: 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2016.05.014>.
- Fraczyk M., Wozniakowski G., Kowalczyk A. Evolution of African swine fever virus genes related to evasion of host immune response. *Vet. Microbiol*. 2016; 193:133-144. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.08.018>.
- Arias M., Torre Ana de la, Dixon A. Approaches and perspectives for development of african swine fever virus vaccines. *Vaccines*. 2017; 5 (4): 35. <https://doi.org/10.3390/vaccines5040035>.
- Yañez R. J., Rodríguez J. M., Nogal M. L. Analysis of the complete nucleotide sequence of African swine fever virus. *Virology*. 2008; 208 (1): 249-278. e01760-16. <https://doi.org/10.1006/viro.1995.1149>.
- O'Donnell V., Risatti G. R., Holinka L. G. Simultaneous deletion of the 9GL and UK genes from the African swine fever virus Georgia 2007 isolate offers increased safety and protection against homologous challenge. *J. Virol*. 2016; 91 (1). e01760–16. <https://doi.org/10.1128/JVI.01760-16>.
- Sereda A. D., Kolbasov D. V. [Proteins of the African swine fever virus] *Nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU*. 2012; 3 (77): 534-550.
- Selyaninov Yu. O., Senechkina E. K. [Physical mapping of the genome of the African swine fever virus]. *Doklady RASHN*. 1995; 2: 37-39.
- Selyaninov Yu. O., Balyshv V. M., Tsybanov S. Zh. [African swine fever virus: physical mapping of the genome of strains]. *Vestnik rossijskoj sel'skhozjajstvennoj nauki*. 2000; 5: 75-76.
- Krug P. W., Holinka L. G., O'Donnell V. The progressive adaptation of a Georgian isolate of african swine fever virus to Vero cells leads to a gradual attenuation of virulence in swine corresponding to major modification of the viral genome. *J. Virol*. 2015; 89 (4):2324-2332. <https://doi.org/10.1128/JVI.03250-14>.
- Chapman D. A. G., Tcherpanov V., Upton C. Comparison of the genome sequences of non-pathogenic and pathogenic African swine fever virus isolates. *J. Gen. Virol*. 2008; 89 (2): 397- 408. <https://doi.org/10.1099/vir.0.83343-0>.
- O'Donnell V., Holinka L. G., Gladue D. P. African swine fever virus Georgia isolate harboring deletions of MGF360 and MGF505 genes is attenuated in swine and confers protection against challenge with virulent parental virus. *J. Virol*. 2015; 89 (11): 6048-6056. <https://doi.org/10.1128/JVI.00554-15>.
- Malogolovkin A., Kolbasov D. V. Genetic and antigenic diversity of african swine fever virus. *Virus Res*. 2019; 271:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2019.197673>.
- Gallardo C., Nurmoja I., Soler A. Evolution in Europe of African swine fever genotype II viruses from highly to moderately virulent. *Vet. Microbiol*. 2018; 219: 70-79. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.04.001>.
- Elsukova A., Shevchenko I., Varentsova A. Tandem repeat sequence in the intergenic region MGF 505 9R/10R is a new marker of the genetic variability among ASF genotype II viruses. *Proc. 10th Annual Meeting EPIZONE, 27–29 September 2016. Madrid*. 2016; 78.
- K. Fruh, A. Gruhler, R. M. Krishna A comparison of viral immune escape strategies targeting the MHC class I assembly pathway. *Immunol. Rev*. 1999; 168: 157-166. <https://doi.org/10.1111/j.1600-065x.1999.tb01290.x>

#### Conflict of interests

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

#### Authors:

Sibgatullova Adilya Kamilevna - Candidate of veterinary sciences, associate professor, e-mail: [sibgatullova92@mail.ru](mailto:sibgatullova92@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5944-3808>

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Kolbasov Denis Vladimirovich - Doctor of veterinary sciences, professor of the Russian Academy of Sciences, e-mail: [info@fievim.ru](mailto:info@fievim.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4935-0891>

Titov Ilya Andreevich - Candidate of biological sciences, head of laboratory, e-mail: [titoffia@yandex.ru](mailto:titoffia@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5821-8980>

Federal Research Center of Virology and Microbiology, Volginsky, Russia.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ РАЗНОЙ КОМБИНАЦИИ ЛИНИЙ**

**Ч. А. Харисова, Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов**

**Реферат.** Целью исследования явилось изучение молочной продуктивности коров при разной сочетаемости линий. Объектом исследования явились коровы-первотелки черно-пестрой породы линии Вис Бэк Айдиала 101341, Рефлекшн Соверинга 198998, Монтвик Чифтейна 95679. Высоким уровнем молочной продуктивности обладают коровы, полученные методом внутрилинейного подбора линии Айдиала, с показателями удоя – 5571 кг молока, выхода молочного жира – 226 кг и белка – 171 кг, при этом достоверно ( $P < 0,05-0,01$ ) превосходят первотелок, принадлежащих к линии Соверинга - на 102 кг, 4 кг жира и 4 кг белка, а к линии Чифтейна - на 259 кг молока, 16 кг жира и 11 кг белка соответственно. При кроссе линий Айдиал-Соверинг наблюдается наивысший удой (5667 кг), при хорошей жирномолочности (4,01 %), высокого выхода молочного жира (227 кг) и молочного белка (172 кг). При обратном кроссе Соверинг-Айдиал получены чуть менее высокие показатели молочной продуктивности. При использовании быков линии Айдиала на коровах линии Говернера получены высокая жирномолочность (4,07%) и выход молочного жира (228 кг), при средних значениях удоя (5596 кг), содержания массовой доли белка (3,01%) и его выхода (168 кг). Неудачными сочетаниями линий как в прямом, так и в обратном направлениях являются кроссы линий Айдиал и Чифтейн. Потомки таких сочетаний имеют наиболее низкие показатели молочной продуктивности. Таким образом, использование производителей линий Р. Соверинга и В. Б. Айдиала как при внутрилинейном подборе, так и при межлинейном сочетании дает лучшие показатели молочной продуктивности. Следовательно, необходимо оценивать быков по сочетаемости линий, это оказывает большое влияние на продуктивность потомства, так как производители одной линии при осеменении коров одних и тех же линий дают разное по продуктивности потомство.

**Ключевые слова:** линия, корова, молочная продуктивность, сочетаемость, подбор.

**Для цитирования:** Харисова Ч.А., Шайдуллин Р.Р., Ахметов Т.М. Продуктивность коров при разной комбинации линий // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. №4 (8). С. 71-75

**Введение.** Для ускорения прогресса селекции в молочном скотоводстве необходимо изучить специфические особенности линий и эффективность их сочетаний для увеличения продуктивности скота, что, в итоге позволит определить перспективы применяемых методов селекции и направить работу на совершенствование пород и типов [1, 2, 3].

В селекционно-племенной работе существуют практики, когда при удачных кроссах линий получают потомство, превосходящее по продуктивности матерей и средние показатели тех линий, к которым относятся родители [4, 5, 6].

На фоне этого весьма актуальной становится проблема выбора наиболее оптимального варианта подбора и анализ сочетаемости линий и родственных групп, которые в будущем могут быть использованы при разработке планов племенного подбора и ротационного скрещивания молочного скота [7, 8].

Разведение по линиям включает в себя, как внутрилинейный подбор, так и кросс линий. В обоих случаях широко применяют инбридинг на выдающихся по продуктивным и племенным качествам предках [9, 10]. Линейное разведение не ограничивается лишь поддержанием генотипического и фенотипического сходства потомков с родоначальником. Линия должна всегда совершенствоваться путем повышения продуктивных и племенных качеств у животных, а также устранения тех качеств, которые слабо выражены. Достигается это в основном внутривидовым подбором [11, 12].

В литературе разные авторы приводят противоречивые мнения о связи молочной продуктивности коров с их линейной принадлежностью. Следовательно, оценка линий, и их сочетаемость (при внутрилинейном подборе и кроссе линий), на основе которых можно разработать методы для создания племенного молочного стада, имеет важное значение при совершенствовании и создании высокопродуктивных стад молочного скота [13, 14].

Предпочтения при селекционной работе следует отдавать производителям голштинских линий: Монтвик Чифтейн, Вис Бек Айдиал – улучшателям по молочной продуктивности в сочетаниях линий [15, 16]. В исследованиях других авторов внутрилинейный подбор по линии Р. Соверинг показал высокий удой коров (6372,8 кг), а при кроссе линий Р. Соверинг × В.Б. Айдиал – 6297,0 кг, т.е. молочная продуктивность коров существенно зависит от вариантов подбора [17]. А по утверждению О. И. Соловьевой с соавт. (2021), при кроссах линий были наивысшие показатели молочной продуктивности получены при использовании быков линии Пабст Говернер на коровах линии Монтвик Чифтейн, при этом удой составил 8419 кг молока с содержанием жира 4,20% и белка – 3,15% [18].

Следовательно, сочетаемость линий влияет на показатели молочной продуктивности и воспроизводительные качества коров, что необходимо учитывать при ведении селекционной работы и совершенствовании молочного скота [19, 20].



Цель исследований – изучение молочной продуктивности коров при разной сочетаемости линий.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводили в племенном репродукторе по разведению черно-пестрого скота АО «Красный Восток Агро» Республики Татарстан. Исследуемое поголовье относилось к линиям Вис Бэк Айдиала 101341, Рефлекшн Соверинга 198998, Монтвик Чифтейна 95679. Для исследования были использованы данные по молочной продуктивности первотелок черно-пестрой породы. 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» («Плинор»).

Биометрическую обработку данных проводили по общепринятой методике (*Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных*

*животных / Е.К. Меркурьева. М.: Колос, 1970. 424 с.*) с применением ПК и использованием программного приложения Microsoft Excel из программного пакета Microsoft Office.

**Результаты и обсуждение.** Нами была проведена сравнительная оценка ветвей линий голштинской породы по молочной продуктивности за первую лактацию, результаты которой представлены в таблице 1.

В линии В.Б. Айдиала наилучшие показатели продуктивности имеют первотелки ветви ROCKALLI SON OF BOVA, которые превышают животных других ветвей по удою на 67-202 кг, массовой доле жира в молоке - на 0,08-0,11 % (P<0,001), выходу молочного жира - на 9-12 кг (P<0,001), выходу молочного белка - на 5-6 кг.

В линии Р. Соверинга наибольшая продуктивность выявлена у коров ветви TO-MAR BLACKSTAR-ET, с превосходством над аналогами из других ветвей по удою на 128-219 кг, по массовой доле жира – на 0,01-0,04%, по выходу молочного жира - на 2-8 кг, по выходу молочного белка - на 1-4 кг.

Таблица 1 - Молочная продуктивность коров по 1-й лактации разных линий и ветвей

Линия	Ветвь	n	Удой, кг	Молочный жир		Молочный белок	
				%	кг	%	кг
Айдиал	HANOVERHILL STARBUCK	4122	5427 ± 52	4,01 ±0,007	218 ±1,4	3,06 ±0,003	166 ±1,3
	SWEET-HAVEN TRADITION	1417	5562 ± 70	3,98 ±0,011	221 ±1,9	3,00 ±0,005	167 ±1,7
	ROCKALLI SON OF BOVA	2981	5629 ± 61	4,09 ±0,010	230 ±1,5	3,05 ±0,005	172 ±1,4
Соверинг	ARLINDA ROTATE	715	5426±89	3,97 ±0,014	216 ±1,6	3,07 ±0,010	166 ±1,4
	TO-MAR BLACKSTAR-ET	2163	5645±68	4,01 ±0,007	224 ±1,4	3,02 ±0,005	170 ±1,3
	WALKWAY CHIEF MARK	2391	5517±71	4,00 ±0,012	221 ±1,3	3,06 ±0,008	169 ±1,3
	S-W-D VALIANT	180	5465±106	3,99 ±0,019	218 ±3,0	3,08 ±0,013	168 ±2,8
Чифтейн	CARLIN-M IVANHOE BELL	585	5420 ± 62	4,03 ± 0,011	218 ± 2,2	2,98 ± 0,009	162 ± 1,9

Эти две ветви оказались лучшими и при сравнении всех ветвей между собой. При этом, первотелки ветви TO-MAR BLACKSTAR-ET имели наибольший удой (5645 кг), тогда как представители ветви ROCKALLI SON OF BOVA благодаря более высокому содержанию жира (4,09%) и белка (3,05%) имели самый большой их выход - 230 кг и 172 кг соответственно.

Животные линии М. Чифтейна (ветвь CARLIN-M IVANHOE BELL) оказались наименее продуктивные среди всех представленных линий и ветвей, у них меньший удой (5420 кг), массовая доля белка в молоке (2,98%) и выход молочного белка (162 кг).

Таким образом, наибольшей молочной продуктивностью обладают коровы ветвей TO-MAR BLACKSTAR-ET, SWEET-HAVEN

TRADITION и ROCKALLI SON OF BOVA, следовательно, на увеличение численности животных данных ветвей следует вести селекцию в стаде.

При анализе сочетаемости линий выявлено, что более 80% коров молочного стада получено в результате кроссов линий, а методом внутрилинейного подбора менее 20% (табл. 2).

Лучшими показателями удоя (5571 кг молока), выходом молочного жира (226 кг) и белка (171 кг) отличаются коровы, полученные методом внутрилинейного подбора линии Айдиала, что достоверно (P<0,05-0,01) выше первотелок, принадлежащих к линии Соверинга на 102 кг, 4 кг жира и 4 кг белка, а к линии Чифтейна - на 259 кг молока, 16 кг жира и 11 кг белка соответственно.

Таблица 2 - Сочетаемость линий по продуктивности коров-первотелок

Линия		n	Удой, кг	Молочный жир		Молочный белок	
матери	отца			%	кг	%	кг
Айдиал	Айдиал	698	5571 ± 31	4,06 ±0,008	226 ± 1,8	3,08 ±0,004	171 ± 1,5
Чифтейн	Айдиал	1840	5317 ± 20	4,00 ±0,003	213 ± 1,4	3,01 ±0,002	160 ± 1,2
Соверинг	Айдиал	1592	5538 ± 27	4,04 ±0,004	224 ± 1,5	3,00 ±0,003	166 ± 1,3
Говернер	Айдиал	311	5596 ± 85	4,07 ±0,020	228 ± 2,5	3,01 ±0,021	168 ± 2,4
Айдиал	Соверинг	1546	5667 ± 29	4,01 ±0,009	227 ± 1,6	3,03 ±0,006	172 ± 1,4
Чифтейн	Соверинг	760	5579 ± 35	4,03 ±0,008	225 ± 1,7	3,08 ±0,006	172 ± 1,6
Соверинг	Соверинг	492	5469 ± 103	4,07 ±0,016	222 ± 3,0	3,06 ±0,009	167 ± 2,6
Чифтейн	Чифтейн	11	5312 ± 137	3,96 ±0,082	210 ± 18,2	3,01 ±0,023	160 ± 17,5
Айдиал	Чифтейн	168	5396 ± 126	3,97 ±0,022	214 ± 2,6	2,94 ±0,020	158 ± 2,3
Соверинг	Чифтейн	23	5268 ± 175	4,02 ±0,028	212 ±16,9	3,01 ±0,022	158 ± 16,2

При сравнении кроссов линий наивысший удой (5667 кг) в сочетании с хорошей жирномолочностью (4,01%), высоким выходом молочного жира (227 кг) и молочного белка (172 кг) получены в том случае, когда на коровах линии Айдиала использовались быки линии Соверинга. При обратном кроссе Соверинг-Айдиал получены чуть менее высокие показатели по удою (5538 кг), выходу молочного жира (224 кг) и белка (166 кг).

При использовании матерей линии Говернера с быками линии Айдиала получены высокие показатели удою (5596 кг), жирномолочности (4,07%) и выхода молочного жира (228 кг) при средних значениях содержания массовой доли белка (3,01%) и его выхода (168 кг).

В реципрокных сочетаниях получены разные результаты. Так, например, кросс материнской линии Чифтейна и отцовской линии Соверинга, характеризуется одними из самых высоких показателей молочной продуктивности (5579 кг – 4,03% - 225 кг – 3,08% - 172 кг), а коровы, полученные при обратном сочетании этих линий: материнская линия Соверинга и отцовская линия Чифтейна, наоборот, имеют

наименьшую величину удою - 5268 кг и выход молочного белка - 158 кг, что ниже на 311 кг и 14 кг соответственно.

Самыми неудачными сочетаниями линий как в прямом, так и в обратном направлениях являются кроссы линий Айдиал и Чифтейн. Потомки таких сочетаний имеют наиболее низкие показатели молочной продуктивности. На этот факт стоит обратить пристальное внимание, так как в стаде наибольшее число коров (2008 голов или около 27%) получено в результате такого сочетания.

**Выводы.** Таким образом, анализ подбора животных с учетом их линейной принадлежности показал, что использование быков линий Р. Соверинга и В.Б. Айдиала как при внутрелинейном подборе, так и при межлинейном сочетании дает лучшие результаты по ряду показателей молочной продуктивности. Следовательно, следует проводить оценку производителей по сочетаемости линий, что в свою очередь окажет существенное влияние на продуктивность потомства, так как быки одной линии при осеменении маток одних и тех же линий дают разное по продуктивности потомство.

#### Литература

1. Ляшук Р. Н., Михайлова О. А. Влияние продолжительности сервис-периода на молочную продуктивность и репродуктивную способность коров // Вестник Орловского ГАУ. 2016. № 6(63). С. 93–101. <https://doi.org/10.15217/48484>.
2. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров разных линий в племенных хозяйствах Калужской области / Н. Костомахин, О. Воронкова, М. Габедава, Т. Пимкина // Главный зоотехник. 2017. № 5. С. 31–36. EDN: YNLFGZ
3. Зиганшин Б. Г., Гаязиев И. Н., Фокин А. И. Влияние техники и технологии производства молока на качество заготавливаемой продукции // В сборнике: Аграрная наука XXI века. актуальные исследования и перспективы. труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2015. С. 160-164.
4. Состояние и перспективы развития молочного скотоводства в Российской Федерации / И. М. Дунин, Р. К. Мещеров, С. Е. Тяпугин и др. // Зоотехния. 2020. № 2. С. 2-5. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.23.67.001>
5. Молочная продуктивность коров, происходящих из перспективных ветвей голштинской породы / Р. Р. Шайдуллин, Ч. А. Харисова, Т. М. Ахметов, А. С. Тенлибаева // Агробиотехнологии и цифровое земледелие

лие. 2023. 2(6). С. 52-56. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-52-56>.

6. Химич Н. Г., Нестеренко Н. Н., Кочнева М. Л. Продуктивность коров приобского типа черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 3. С. 46-48.

7. Мкртчян Г. В., Бакай А. В., Кривихова А. Н. Белково-молочность коров и возможные пути его повышения // Зоотехния. 2020. № 4. С. 2-7. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.35.14.001>

8. Гавриленко В. П., Бушов А. В., Прокофьев А. Н. Внутрелинейный подбор и кросс линий при создании племенных стад в молочном скотоводстве // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №4 (44). С. 140-145. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-140-145>

9. Желтиков А. И., Уфимцева Н. С. Племенная работа в молочном скотоводстве // Инновации и продовольственная безопасность. 2015. №1(7). С. 19-30.

10. Юдин В. М., Любимов А. И., Исупова Ю. В. Совершенствование продуктивных качеств ветвей линий крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. 2015. № 7 (137). С. 44-47.

11. Гавриленко В. П., Бушов А. В., Прокофьев А. Н. Внутрелинейный подбор и кросс линий при создании племенных стад в молочном скотоводстве // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (44). С. 140-145. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-140-145>

12. Новые подходы к разведению голштинизированного скота по линиям в Татарстане / Р. А. Хаертдинов, И. Р. Закиров, Ф. Р. Зарипов, Р. Р. Хаертдинов // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 6. С. 5-8.

13. Эффективность использования генетического потенциала быков-производителей различных линий / Н. И. Хайруллина, Н. Г. Фенченко, Д. Х. Шамсутдинов, Ф. М. Шагалиев // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 6. С. 24-26. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.92.66.005>

14. Генеалогическая структура татарстанской популяции голштинской породы по принадлежности к перспективным ветвям / Ч. А. Харисова, Т. М. Ахметов, Р. Р. Шайдуллин, Ф. Ф. Зиннатова, Р. Х. Рашидов, Р. Р. Муллахметов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 252. № 4. С. 256-261. [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_4\\_252\\_256](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_256)

15. Белозерцева С. Л. Влияние линейной принадлежности на продуктивные качества молочного скота // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 2 (45). С. 441-443.

16. Игнатьева Н. Л., Воронова И. В., Немцева Е. Ю. Внутрелинейный подбор и кросс линий при создании высокопродуктивного стада молочного скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2021. № 2. Т. 246. С. 94-97. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-94-98>

17. Генетическая сочетаемость линий симментальской и красно-пестрой голштинской пород / Е. И. Анисимова, М. В. Забелина, Е. В. Радаева, Д. Д. Горошко // Аграрный научный журнал. 2022. № 1. С. 47-50. <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i1pp93-96>

18. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы при разной сочетаемости линий / О. И. Соловьева, Е. И. Крестьянинова, О. В. Беляев, Д. Ф. Бочаев // Главный зоотехник. 2021. № 4(213). С. 24-33. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2104-03>

19. Костомахин Н., Габедава М., Воронкова О. Эффективность использования различных типов подбора в повышении молочной продуктивности коров // Главный зоотехник. 2019. № 1. С. 19-24.

20. Соловьева О., Крестьянинова Е., Халикова Т. Продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы разного происхождения // Главный зоотехник. 2020. № 12. С. 24-34. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2012-03>.

#### Конфликт интересов

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

#### Сведения об авторах:

Харисова Чулпан Ахметовна - ассистент, e-mail: [harisova.chulpan@mail.ru](mailto:harisova.chulpan@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1170-9309>

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия  
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  
Ахметов Тахир Мунавирович - доктор биологических наук, заведующий кафедрой, e-mail: [ahmetov-tahir@mail.ru](mailto:ahmetov-tahir@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия.

#### PRODUCTIVITY OF COWS WITH DIFFERENT COMBINATIONS OF LINES

Ch. A. Kharisova, R. R. Shaidullin, T. M. Akhmetov

**Abstract.** The purpose of the study was to study the milk productivity of cows with different combinations of lines. The object of the study were first-calf cows of the black-and-white breed of the line Vis Back Aidiala 101341, Reflection Soveringa 198998, Montvik Chiefteina 95679. Cows obtained by intraline selection of the Aidial line have a high level of milk productivity, with milk yield of 5571 kg of milk, milk fat yield of 226 kg and protein yield of 171 kg, while significantly ( $P<0.05-0.01$ ) superior to first-calf heifers, belonging to the Sovering line for 102 kg, 4 kg of fat and 4 kg of protein, and to the Chiefteina line - for 259 kg of milk, 16 kg of fat and 11 kg of protein, respectively. When crossing the Ideal-Sovering lines, the highest milk yield is observed (5667 kg), with good milk fat content (4.01%), high yield of milk fat (227 kg) and milk protein (172 kg). With the reverse cross Sovering-Ideal, slightly lower milk productivity rates were obtained. When using bulls of the Aidial line on cows of the Sovering line, high milk fat content (4.07%) and milk fat yield (228 kg) were obtained, with average values of milk yield (5596 kg), protein mass fraction (3.01%) and its yield (168 kg). Unsuccessful combinations of lines in both forward and reverse directions are crosses of the Ideal and Chiefteina lines. The descendants of such combinations have the lowest milk productivity. Thus, the use of line manufacturers R. Sovering and V. B. Idiala, both with intraline selection and interline combination, gives the best milk productivity indicators. Consequently, it is necessary to evaluate bulls according to the compatibility of lines; this has a great influence on the productivity of the offspring, since sires of the same line, when inseminating cows of the same lines, produce offspring of different productivity.

**Key words:** line, cow, milk productivity, compatibility, selection.

**For citation:** Kharisova Ch.A., Shaidullin R.R., Akhmetov T.M. Productivity of cows with different combinations of lines. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2023; 4(8): 71-75

**References**

1. Lyashchuk R. N., Mikhailova O. A. [The influence of the duration of the service period on milk productivity and reproductive ability of cows]. *Vestnik Orlovskogo GAU*. 2016; 6(63): 93–101. <https://doi.org/10.15217/48484>.
2. Kostomakhin N., Voronkova O., Gabedava M. [Milk productivity and reproductive qualities of cows of different lines in breeding farms of the Kaluga region]. *Glavnyj zooteknik*. 2017; 5: 31–36.
3. Ziganshin B. G., Gayaziev I. N., Fokin A. I. Vliyanie tehniki i tehnologii proizvodstva moloka na kachestvo zagotovljaemoj produkcii [The influence of milk production equipment and technology on the quality of prepared products]. V *sbornike: Agrarnaja nauka XXI veka. aktual'nye issledovaniya i perspektivy. trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Kazan': Kazanskij GAU. 2015: 160-164
4. Dunin I. M., Meshchero R. K., Tyapugin S. E. [State and prospects for the development of dairy farming in the Russian Federation]. *Zootehnika*. 2020; 2: 2-5. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.23.67.001>
5. Shaidullin R. R., Kharisova Ch. A., Akhmetov T. M. [Milk productivity of cows originating from promising branches of the Holstein breed]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 2(6): 52-56. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-52-56>.
6. Khimich N. G., Nesterenko N. N., Kochneva M. L. [Productivity of Priob type black-and-white cows depending on linear affiliation]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2012; 3: 46–48.
7. Mkrtychyan G. V., Bakai A. V., Krovikhova A. N. [Milk protein content of cows and possible ways to increase it]. *Zootehnika*. 2020; 4: 2-7. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.35.14.001>
8. Gavrilenko V. P., Bushov A. V., Prokofiev A. N. [Intra-line selection and cross-line when creating breeding herds in dairy cattle breeding]. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii*. 2018; 4(44): 140-145. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-140-145>
9. Zheltikov A. I., Ufimtseva N. S. [Breeding work in dairy farming]. *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost'*. 2015; 1(7): 19–30.
10. Yudin V. M., Lyubimov A. I., Isupova Yu. V. [Improving the productive qualities of cattle line branches]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2015; 7(137): 44–47.
11. Gavrilenko V. P., Bushov A. V., Prokofiev A. N. [Intra-line selection and cross-line when creating breeding herds in dairy cattle breeding]. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii*. 2018; 4(44): 140–145. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-140-145>
12. Khaertdinov R. A., Zakirov I. R., Zariyov F. R. [New approaches to breeding Holstein cattle along lines in Tatarstan]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2016; 6: 5–8.
13. Khairullina N. I., Fenchenko N. G., Shamsutdinov D. Kh. [Efficiency of using the genetic potential of sires of various lines]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2020; 6: 24–26. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.92.66.005>
14. Kharisova Ch. A., Akhmetov T. M., Shaidullin R. R. [Genealogical structure of the Tatarstan population of the Holstein breed according to belonging to promising branches]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Bauman*. 2022; 252. 4: 256-261. [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_4\\_252\\_256](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_256)
15. Belozertseva S. L. [The influence of linear affiliation on the productive qualities of dairy cattle]. *Mir nauki, kultury, obrazovanija*. 2014; 2(45): 441-443.
16. Ignatieva N. L., Voronova I. V., Nemtseva E. Yu. [Intra-line selection and cross-line when creating a highly productive herd of dairy cattle]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Bauman*. 2021; 2. 246: 94-97. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-94-98>
17. Anisimova E. I., Zabelina M. V., Radaeva E. V. [Genetic compatibility of lines of Simmental and red-motley Holstein breeds]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. 2022; 1: 47–50. <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i1pp93-96>
18. Solovyova O. I., Krestyaninova E. I., Belyaev O. V. [Milk productivity and reproductive qualities of Holstein cows with different combinations of lines]. *Glavnyj zooteknik*. 2021; 4(213): 24-33. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2104-03>
19. Kostomakhin N., Gabedava M., Voronkova O. [The effectiveness of using various types of selection in increasing the milk productivity of cows]. *Glavnyj zooteknik*. 2019; 1: 19–24.
20. Solovyova O., Krestyaninova E., Khalikova T. [Productivity and reproductive qualities of Holstein cows of different origins]. *Glavnyj zooteknik*. 2020; 12: 24–34. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2012-03>

**Conflict of interests**

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

**Authors:**

Kharisova Chulpan Akhmetovna - Assistant, e-mail: [harisova.chulpan@mail.ru](mailto:harisova.chulpan@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1170-9309>  
 Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 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  
 Akhmetov Tahir Munavirovich - Doctor of Biological Sciences, head of department, 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.

## 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**  
№ 4 (8), 2023 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: 29.12.2023 год  
Печать офсетная. Усл. п. л. 10 Заказ 46. 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



