



# Агробиотехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (7) 2023 год



DOI 10.12737/2782-490X-2023-2-3

ISSN 2782-490X



---

# АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

---

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

# AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

---

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 3 (7)



Казань, 2023

# Агробиотехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробиотехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 3 (7)  
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:  
1.5. Биологические науки  
4.1. Агронимия, лесное и водное  
хозяйство  
4.2. Зоотехния и ветеринария

Публикуется  
4 раза в год

За достоверность информации  
в опубликованных материалах  
ответственность несут  
авторы публикаций

16+

Главный редактор:

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

Заместители главного редактора:

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

*Сержанов И.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Институт агробиотехнологий и землепользования, Казанский государственный аграрный университет*

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

Члены редакционной коллегии:

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

*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*

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

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

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

*Низамов Р.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН*

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

*Оситов 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, доцент, главный научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности (Казахстан)*

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

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

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

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

*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 Беларуси по животноводству, Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вишеселского (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)*

*Рамзанов Р.Р. – генеральный директор ООО «Биооватик» (Россия)*

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

*Селивановская С.Ю. – доктор биологических наук, профессор, директор, Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, ведущий научный сотрудник*

*Учебно-научная лаборатория «Центр агро- и экобиотехнологий» (Россия)*

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

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

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



№ 3 (7)  
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, Director, Tatar Research Institute of Agriculture*

*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*

*Panasuyk 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, Associate Professor, Chief Researcher, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (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. Vyshellessky (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)*

*Trufiyak 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)*

*Cheknarev 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

**cañr:**  
[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:*  
1.5. Biological Sciences  
4.1. Agronomy, forestry and water  
management  
4.2. Zootechnics and veterinary  
medicine

**Published  
4 times a year**

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

16+

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОНОМИЯ

	стр.
<b>Биктагирова Э. И., Сержанова А. Р.</b> Минеральное питание яровой пшеницы при различных нормах высева на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан.....	6
<b>Даминова А. И., Сибгатуллова А. К.</b> Регуляторы роста повышающие продуктивность сои.....	12
<b>Лукманова А. А., Кадырова Ф. З.</b> Оценка устойчивости сортов яровой мягкой пшеницы к септориозу листьев и эффективность защиты растений от патогенов в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан.....	18
<b>Миникаев Р. В., Фасхутдинов Ф. Ш., Михайлова М. Ю.</b> Применение минеральных удобрений и урожайность сахарной свеклы в условиях Буинского муниципального района Республики Татарстан.....	25
<b>Сафиоллин Ф. Н., Сулейманов С. Р., Логинов Н. А., Габбасов И. И.</b> Исследование эффективности рубки осветления старых непродуваемых лесных полос.....	31
<b>Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш., Гараев Р. И., Сержанова А. Р.</b> Совершенствование технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Тулайковская Надежда на серой лесной почве Республики Татарстан.....	36
<b>Хабибрахманов Д. Р., Колесар В. А., Сафин Р. И.</b> Оценка влияния биопрепаратов на формирование урожая ярового ячменя.....	43
<b>Халиуллина З. М., Ганиев А. С., Гайфуллин И. Х.</b> Сравнительный анализ биометрических показателей пшеницы при внесении куриного помета.....	49

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

<b>Ламара М., Ахметов Т. М., Шайдуллин Р. Р., Тюлькин С. В., Зарубежнова Д. В.</b> Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами лептина и линейной принадлежности.....	56
--	----

## CONTENTS

### AGRONOMY

Pages

<b>Biktagirova E. I., Serzhanova A. R.</b> Mineral nutrition of spring wheat at different seeding rates on gray forest soils of the Kama region of the Republic of Tatarstan.....	6
<b>Daminova A. I., Sibgatullova A. K.</b> Growth regulators that increase soyan productivity.....	12
<b>Lukmanova A. A., Kadyrova F. Z.</b> Assessment of the resistance of spring common wheat varieties to septoria leaf blight and the effectiveness of protecting plants from pathogens in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan.....	18
<b>Minikaev R. V., Faskhutdinov F. S., Mikhailova M. Y.</b> The use of mineral fertilizers and the yield of sugar beet in the conditions of the Buinsky municipal district of the Republic of Tatarstan.....	25
<b>Safiullin F. N., Suleymanov S. R., Loginov N. A., Gabbasov I. I.</b> The results of studies of the effectiveness of felling lightening of old windless forest strips.....	31
<b>Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh., Garaev R. I., Serzhanova A. R.</b> Improvement of the technology of cultivation of spring soft wheat variety Tulaikovskaya Nadejda on gray forest soil of the Republic of Tatarstan them.....	36
<b>Khabibrakhmanov D. R., Kolesar V. A., Safin R. I.</b> Evaluation of the influence of biological preparations on yields of spring barley.....	43
<b>Khaliullina Z. M., Ganiev A. S., Gayfullin I. Kh.</b> Comparative analysis of biometric indicators of wheat in the application of chicken manure.....	49

### ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDECINE

<b>Lamara M., Akhmetov T. M., Shaidullin R. R., Tyulkin S. V., Zarubezhnova D. V.</b> Milk productivity and milk quality of cows with different lep genotypes and linear affiliation.....	56
---	----

**МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Э. И. Биктагирова, А. Р. Сержанова**

**Реферат.** В статье обобщаются результаты опытов по изучению и разработке методов оптимизации минерального питания для яровой пшеницы на почвах Предкамья Республики Татарстан при разных нормах высева, чтобы повысить урожайность и качество зерна. Полевые исследования выполняли в 2022 году на территории ООО «Агробиотехнопарк» Казанского государственного аграрного университета, расположенного в Предкамской зоне Республики Татарстан. Объектом исследования служила яровая пшеница сорта Йоддыз, возделываемая в условиях серой лесной почвы. Для проведения эксперимента была выбрана почва серого лесного тяжелого суглинка, содержащая 3,0 (по Тюрину) единиц гумуса, 176 мг подвижного фосфора, 109 мг/кг обменного калия (по Кирсанову) и 27,3 оснований на 100 г почвы в слое 0-20 см. Насыщенность основаниями составляла 87,7%, а pH раствора солевого экстракта был равен 5,6. Для проведения эксперимента была применена серия из четырех норм высева - 4, 5, 6, и 7 млн семян на гектар для каждого питательного фона. Случайным образом было расположено несколько делянок с разными питательными фонами и последовательными нормами высева. Общая площадь делянок составила 60 м<sup>2</sup>, а учетная - 50 м<sup>2</sup>. Схема опыта: I фон - без удобрений (контроль); II фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 3 т/га; III фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 4 т/га. Оптимальная норма высева составила 5 млн/га для удобренного сорта и 4 млн/га для естественного сорта и привела к повышению урожайности на 1060-1200 кг с 1 га по сравнению с контролем. При норме высева в 6 млн/га на II и III питательном фоне содержание клейковины увеличилось на 1,8% по сравнению с естественным фоном.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, урожайность, норма высева, клейковина, питание растений.

**Введение.** Двумя самыми важными вещами при производстве продукции растениеводства, являются внесение удобрений и норма высева пшеницы. Так как рыночная цена на единицу пшеницы увеличивается, стоимость ресурсов, необходимых для производства этой единицы пшеницы, неуклонно растет [1, 2, 3].

Плодородие почвы является одним из основных компонентов повышения урожайности при выращивании зерновых культур. Правильно организованная программа плодородия, включающая рекомендуемые методы внесения удобрений и известкования, может повысить урожайность и качество в большей степени, чем любая другая отдельная практика управления [4, 5, 6].

Оптимизация роста и развития пшеницы во многом зависит от почвенной среды при посеве [7, 8, 9]. Хотя разбрасывание является вариантом для посева пшеницы, предпочтительнее использовать должным образом откалиброванную сеялку, поскольку распределение семян, контакт семян с почвой и глубину заделки трудно контролировать при разбрасывании. Исследования показывают увеличение урожайности пшеницы при глубокой обработке почвы [10, 11, 12]. Рост и проникновение корней облегчаются, а потенциал поглощения воды и питательных веществ увеличивается за счет обработки почвы на полях с твердым грунтом или уплотненной почвой [13, 14, 15].

Максимальный урожай на удобренных почвах достигается при сниженных нормах высева, что отличается от бедных, не удобренных почв. Благодаря богатым почвам растения развиваются сильнее и имеют большую корневую систему [16, 17, 18].

Многие исследователи изучали отдельные методы повышения урожайности яровой пшеницы, связанные с улучшением агроприемов и выращиванием этой культуры на серых лесных почвах Республики Татарстан [19, 20].

Цель наших исследований состояла в том, чтобы изучить и разработать методы оптимизации минерального питания для яровой пшеницы на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан при разных нормах высева, чтобы повысить урожайность и качество зерна.

**Условия, материалы и методы.** В 2022 году во время вегетации яровой пшеницы погодные условия были благоприятными для формирования высокого урожая. В мае выпало 205% от средней многолетней нормы осадков, а средняя температура воздуха была на 3,3°C ниже нормы. В июне выпало всего 34% от нормы осадков, но они распределились неравномерно и основное количество выпало в первой декаде месяца. Основное количество осадков в июле выпало в третьей декаде, при том, что температура воздуха была выше многолетних значений во второй и третьей декадах месяца. В августе температура была выше многолетних значений на 4°C, и не было осадков. Для проведения эксперимента была выбрана почва серого лесного тяжелого суглинка, содержащая 3,0 (по Тюрину) единиц гумуса, 176 мг подвижного фосфора, 109 мг/кг обменного калия (по Кирсанову) и 27,3 оснований на 100 г почвы в слое 0-20 см. Насыщенность основаниями составляла 87,7%, а pH раствора солевого экстракта был равен 5,6.

Перед экспериментом на этом поле была выращена озимая рожь, а затем почва была обработана в третьей половине августа.

## АГРОНОМИЯ

Далее, удобрения были внесены при предпосевном посеве в соответствии с методом расчетного баланса.

Для проведения опыта была использована следующая схема:

- I фон - без удобрений (контроль);
- II фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 3 т/га;
- III фон - расчетный фон на планируемую урожайность зерна 4 т/га.

Для проведения эксперимента была применена серия из четырех норм высева - 4, 5, 6, и

7 млн семян на гектар для каждого питательного фона.

Случайным образом было расположено несколько делянок с разными питательными фонами и последовательными нормами высева. Общая площадь делянок составила 60 м<sup>2</sup>, а учетная - 50 м<sup>2</sup>.

**Результаты и обсуждение.** Особенности роста и развития растений были затронуты условиями окружающей среды под разным высевом и уровнем питательности, как указано в таблице 1.

Таблица 1 – Полнота всходов и сохранность растений яровой пшеницы в зависимости от норм высева при различных фонах питания

Фон питания	Норма высева, млн/га	Полные всходы		Полная спелость		
		количество растений, м <sup>2</sup>	%	количество растений, м <sup>2</sup>	% от числа всходов	% от числа высеянных семян
Без внесения NPK	4	341	85,2	315	91,3	78,7
	5	396	79,2	360	90,9	72,0
	6	446	74,3	400	89,6	66,7
	7	492	70,3	442	89,0	63,1
NPK на 3 т зерна	4	371	92,7	336	91,0	84,0
	5	421	84,6	383	91,0	76,6
	6	466	77,7	424	89,4	70,7
	7	523	71,9	458	87,5	65,4
NPK на 4 т зерна	4	365	91,3	329	90,1	82,3
	5	429	85,8	384	89,5	76,8
	6	464	77,6	416	89,0	69,3
	7	517	73,9	456	88,2	65,1

Данные таблицы 1 показывают, что целостность прорастания семян снижалась с увеличением нормы высева на всех питательных средах. Высшие показатели целостности прорастания были достигнуты при низкой плотности посевов, а именно, при высеве 4 млн всхожих семян на гектар. На первом трофическом уровне показатель составил 85,2%, а на удобренных фонах – 92,7-91,3%.

Это можно объяснить более устойчивым водным режимом в период прорастания семян. Количество посевов зависит от плотности посадки в течение вегетационного периода, при увеличении которой наблюдалось увеличение потерь растительности.

Это может быть связано с ухудшением

условий влажности, света и тепла в посевах с высокой плотностью посева и снижением устойчивости растений к неблагоприятным условиям в этих посевах.

Условия окружающей среды в течение вегетационного периода 2022 года оказали значительное влияние на характеристики роста и развития яровой пшеницы сорта «Йолдыз». На урожайность также повлияло количество питательных веществ в грунте и норма высева.

Произведенные расчеты урожайности показали, что на плодородных почвах урожайность яровой пшеницы увеличивалась с увеличением нормы высева, однако, как показано в таблице 2, такое увеличение было ограничено определенным пределом.

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от норм высева и фона питания

Фон питания	Норма высева, млн./га	Урожайность, т/га		Прибавка, кг		% к фону питания
		фактическая	за вычетом высеянных семян	по фону питания	по нормам высева	
Естественный фон	4	2,58	2,40	-	-	
	5	2,57	2,35	-	10	
	6	2,49	2,22	-	90	
	7	2,50	2,18	-	80	
NPK, рассчитанный на 3 т зерна	4	3,54	3,36	960	-	37,2
	5	3,63	3,41	1060	90	41,2
	6	3,62	3,35	1130	80	45,3
	7	3,62	3,30	1120	80	44,8
NPK, рассчитанный на 4 т зерна	4	3,63	3,45	1050	-	40,7
	5	3,77	3,55	1200	140	46,7
	6	3,59	3,32	1100	-40	44,2
	7	3,47	3,12	940	-190	37,6
НСР <sub>05</sub>	A	0,15				
	B	0,08				
	AB	0,13				



Исследование показало, что наилучшая густота стояния растений яровой пшеницы сорта «Йолдыз» на естественном фоне составляет 354 растения на квадратный метр, а на втором и третьем фонах - от 425 до 428 растений на квадратный метр.

Однако, повышение посевных норм с 4 до 7 млн всхожих семян на 1 га приводило к снижению кустистости растений на естественном фоне с 1,08 до 1,0, а на удобренных фонах с 1,41 до 1,1. Также было отмечено уменьшение величины колоса с 8,1 до 7,6 см и с 8,6 до 8,2 см, а массы зерна - на 0,14-0,17 г.

У яровой пшеницы самые высокие урожай были получены при относительно слабом кущении (т.е. когда продуктивный стебель был сформирован в основном материнским колосом).

Проведенное исследование показало, что структура главного колоса яровой пшеницы (длина, количество колосьев, количество

зерен, вес зерна и общая продуктивность растений) зависит от плотности посева и структуры питания.

При разреженном посеве структура главного колоса была более развитой, а при частом посеве - менее выраженной, независимо от структуры питания. На удобренных вариантах опыта показатели структуры главного колоса были лучше на естественном фоне при высева 4 млн зерен на 1 га.

Длина колоса составляла 8,1 см, количество колосков - 11, количество зерен - 22,6 штук. Масса зерна главного колоса была 0,80 г, а у одного растения - 0,82 г. При посеве 7 млн зерен на гектар эти показатели снижались до 7,6 см, 10,2 и 20,0 штук соответственно, а масса зерна составляла 0,58 г.

На удобренных вариантах опыта (II и III фонах) все указанные показатели структуры главного колоса и продуктивность одного растения были выше (табл. 3).

Таблица 3 – Структура урожая яровой пшеницы сорта «Йолдыз» при различных посевных нормах в зависимости от фона питания

Фон питания	Норма высева, млн/га	Количество растений, на 1 м <sup>2</sup>	Кустистость, шт		Главный колос				Масса зерна с 1 растения, г
			общая	продуктивная	длина, см	количество колосков, шт.	количество зерен, шт.	масса зерна, г	
Естественный фон	4	315	1,44	1,3	8,7	10,2	23,4	0,80	0,82
	5	360	1,28	1,3	8,5	10,0	22,6	0,71	0,72
	6	400	1,23	1,1	8,4	9,8	22,2	0,62	0,64
	7	442	1,18	1,0	8,1	9,4	21,8	0,58	0,58
НРК, рассчитанный на 3 т зерна	4	336	1,55	1,4	9,0	11,3	24,4	0,95	1,08
	5	383	1,47	1,3	8,8	11,0	24,0	0,92	0,98
	6	424	1,38	1,1	8,5	10,7	29,6	0,82	0,87
	7	458	1,29	1,0	8,3	10,5	23,1	0,80	0,80
НРК, рассчитанный на 4 т зерна	4	329	1,59	1,4	9,0	11,8	24,2	1,09	1,19
	5	384	1,50	1,3	8,9	11,3	24,0	0,96	1,01
	6	416	1,37	1,1	8,6	11,0	23,9	0,84	0,89
	7	456	1,20	1,0	8,2	10,8	23,2	0,82	0,82

Таким образом, продуктивность растений и плотность посева являются определяющими факторами для урожайности. Оптимальная норма посева обеспечивает наилучшую комбинацию этих факторов. Если снизить норму посева, это может привести к улучшению структурных элементов, но урожайность в целом уменьшится из-за меньшего количества растений на единицу площади. Высева существенно больше, количество растений на участке также увеличится, но могут ухудшиться структурные элементы. Это может привести к снижению урожайности или ее незначительному увеличению.

Согласно таблице 4, качество зерна яровой пшеницы также зависит от дозы удобрений. В эксперименте было показано, что удобрения увеличивают содержание клейковины в зерне и улучшают его качество.

При норме посева в 6 миллионов на II и III питательном фоне содержание клейковины

увеличилось на 1,8% по сравнению с естественным фоном. Измерения с помощью прибора ИДК-1 показали, что требование по содержанию клейковины в II фоне было выполнено в полном объеме. Удобрение также повысило стекловидность зерна с 12,3% до 12,8%. Следовательно, норма посева также оказывает влияние на качество зерна яровой пшеницы

При изменении нормы высева от 4 до 7 млн зерен массовая доля клейковины в зерне, качество стекловидности и масса 1000 зерен снижались, а объем зерна (масса общего объема) имел тенденцию к изменению на всех фонах.

Содержание клейковины в зерне снизилось на 1,1% при естественном и на 1,0-1,2% при удобренном возделывании. В то же время качество стекловидности ухудшилось на 8,9% в естественном и на 15,4% в удобренном земледелии.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 4 – Технологические показатели качества зерна яровой пшеницы сорта «Йолдыз» при различных посевных нормах и фонах питания

Фон минерального питания	Норма высева, млн/га	Масса 1000 зерен, г	Массовая доля клейковины, %	Показатель ИДК	Стекловидность, %
Естественный фон	4	34,5	26,4	78,3	54,7
	5	34,2	26,0	78,3	49,1
	6	33,8	25,7	76,7	47,3
	7	33,2	25,3	78,3	45,8
НРК, рассчитанный на 3 т зерна	4	39,3	28,0	76,7	63,5
	5	38,7	27,9	76,7	62,1
	6	37,7	27,5	76,7	59,6
	7	37,0	27,0	78,3	55,2
НРК, рассчитанный на 4 т зерна	4	39,3	28,3	76,7	64,1
	5	38,8	27,9	76,7	62,5
	6	38,2	27,5	78,3	60,1
	7	37,4	27,1	78,3	48,7

**Выводы.** 1. Норма высева на всех питательных фонах влияет на сохранность всходов и изреженность посевов. На изреженных стеблях на всех фонах полевая всхожесть увеличивается до контрольного уровня 14,9%.

2. Оптимальная норма высева составила 5 млн/га для удобренного сорта и 4 млн/га для естественного сорта. Оптимальная норма

высева привела к повышению урожайности на 1060-1200 кг с 1 га по сравнению с контролем.

3. Удобрения увеличили содержание клейковины в зерне и улучшили его качество. При норме посева в 6 млн/га на II и III питательном фоне содержание клейковины увеличилось на 1,8% по сравнению с естественным фоном.

### Литература

1. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и гербицида на урожайность яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, П. Г. Семенов // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 33-43.
2. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamyie of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, A. A. Valiev // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021): Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00164. DOI 10.1051/bioconf/20213700164.
3. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 133-140.
4. Влияние цеолита на рост и развитие яровой пшеницы / К. Р. Гарафутдинова, Л. Г. Гаффарова, Г. Ф. Рахманова, Р. Р. Маснавиева // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 116-122.
5. Миникаев Р. В., Фасхутдинов Ф. Ш. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур в условиях Предволжья Республики Татарстан // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2022 года. Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью “СЕКВОЙЯ”, 2022. С. 135-137.
6. Михайлова М. Ю., Курбангалиева И. З. Выбор оптимальной системы удобрений под яровую пшеницу в условиях Арского муниципального района Республики Татарстан // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета, Казань, 26–27 марта 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 179-192.
7. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00250. DOI 10.1051/bioconf/20201700250.
8. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья / Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. Г. Манюкова [и др.]. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. 400 с.
9. Комплексная оценка состояния почвы после различных сельскохозяйственных культур / Р. М. Сабирова, И. Х. Вафин, А. А. Абрамова, Р. И. Сафин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. – № 4 (4). С. 40-44. DOI 10.12737/2782-490X-2022-40-44.
10. Сабирова Р. М., Шакиров Р. С. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 204-211.
11. Minikayev R., Saifiyeva G., Manukova I. Optimization of the main tillage in the grey forest rotation of the

Predkamye region of the Republic of Tatarstan // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00066.

12. Оценка антропогенной устойчивости агросерой лесной почвы в интенсивном земледелии по изменению показателей ее биологической активности / С. Г. Муртазина, Л. Г. Гаффарова, М. Г. Муртазин, А. А. Шаймарданова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 168-175.

13. Саттарова Р. М. Качество новых сортов яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан. Вестник Казанского государственного аграрного университета. №2(28). 2013. С.140-141.

14. Миникаев Р. В. Гилязов М. Ю., Сержанов И. М. Севооборот как основной фактор рационального использования земель и продуктивности сельскохозяйственных угодий // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 29-33.

15. Романов Н. В., Гилязов М.Ю., Сержанов И.М. Действие минеральных и биологических удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях засухи // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года. Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 243-251.

16. Влияние норм высева яровой пшеницы на урожай и качество зерна в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р. И. Гараев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Мухаметшина // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 133-139.

17. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и гербицида на урожайность яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, П. Г. Семенов // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 33-43.

18. Сафин Р. И., Вафин И. Х., Абрамова А. А. Особенности влияния различных систем обработки почвы на ее агрофизические свойства и биологическую активность в Предкамье Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 1. С. 22-27. DOI 10.12737/-2022-1-1-22-27.

19. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. Том Часть 2. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. С. 18-140.

20. Регламент разработки технологического карт в растениеводстве / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. Том Часть 2. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. С. 281-283.

**Сведения об авторах:**

Биктагирова Эндже Ильдусовна – магистр, e-mail: enje-zaljalieva@mail.ru

Сержанова Альбина Рафаилевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**MINERAL NUTRITION OF SPRING WHEAT AT DIFFERENT SEEDING RATES ON GRAY FOREST SOILS OF THE KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**E. I. Biktairova, A. R. Serzhanova**

**Abstract.** The article summarizes the results of experiments on the study and development of methods for optimizing mineral nutrition for spring wheat on the soils of the Kama region of the Republic of Tatarstan at different seeding rates in order to increase the yield and quality of grain. Field research was carried out in 2022 on the territory of Agrobiotechopark LLC of Kazan State Agrarian University, located in the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan. The object of the study was spring wheat of the Yoldyz variety, cultivated in conditions of gray forest soil. For the experiment, a soil of gray forest heavy loam was selected, containing 3.0 (according to Tyurin) units of humus, 176 mg of mobile phosphorus, 109 mg/kg of exchangeable potassium (according to Kirsanov) and 27.3 bases per 100 g of soil in a layer of 0-20 cm. The saturation of the bases was 87.7%, and the pH of the salt extract solution was 5.6. For the experiment, a series of four seeding rates was applied - 4, 5, 6, and 7 million seeds per hectare for each nutrient background. Several plots with different nutrient backgrounds and consistent seeding rates were randomly located. The total area of the plots was 60 m<sup>2</sup>, and the accounting area was 50 m<sup>2</sup>. Scheme of the experiment: I background - without fertilizers (control); II background - calculated background for the planned grain yield of 3 tons / ha; III background - calculated background for the planned grain yield of 4 tons/ha. The optimal seeding rate was 5 million/ha for the fertilized variety and 4 million/ha for the natural variety and led to an increase in yield by 1060-1200 kg per hectare compared to the control. With a seeding rate of 6 million/ha on the II and III nutrient background, the gluten content increased by 1.8% compared to the natural background.

**Key words:** spring wheat, yield, seeding rate, gluten, plant nutrition.

**References**

1. The influence of mineral fertilizers, seed treatment and herbicide on the yield of spring wheat in the conditions of the Republic of Tatarstan / M. F. Amirov, F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, P. G. Semenov // Biological protection of plants using genomic technologies: Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Kazan, October 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 33-43.

2. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, A. A. Valiev // International Scientific-Practical Conference

“Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021): Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, May 28–29, 2021. Vol. 37. Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00164. DOI 10.1051/bioconf/20213700164.

3. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in increasing the sustainability of crop production // Global challenges for food security: risks and opportunities: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, July 01–03, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 133-140.

4. The influence of zeolite on the growth and development of spring wheat / K. R. Garafutdinova, L. G. Gaffarova, G. F. Rakhmanova, R. R. Masnavieva // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Collection of works of international scientific research -practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University, Kazan, March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. pp. 116-122.

5. Minikaev R. V., Faskhutdinov F. Sh. The use of mineral fertilizers and the yield of grain crops in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan // Evolution and degradation of soil cover: Collection of scientific articles based on the materials of the VI International Scientific Conference, Stavropol, September 19–22, 2022 of the year. Stavropol: Limited Liability Company "SEQUOIA", 2022. pp. 135-137.

6. Mikhailova M. Yu., Kurbangalieva I. Z. Selection of the optimal fertilizer system for spring wheat in the Arsky municipal region of the Republic of Tatarstan // Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kazan State Agrarian University, Kazan, March 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 179-192.

7. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, November 13–14, 2019. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00250. – DOI 10.1051/bioconf/20201700250.

8. Improving the soil cultivation system in agricultural landscapes of the middle Volga region / R. V. Minikaev, F. Sh. Shaikhutdinov, I. G. Manyukova et al. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. 400 p.

9. Complex assessment of soil condition after various agricultural crops / R. M. Sabirova, I. Kh. Vafin, A. A. Abramova, R. I. Safin // Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2022. No. 4(4). pp. 40-44. DOI 10.12737/2782-490X-2022-40-44.

10. Sabirova R. M., Shakirov R. S. Resource-saving technologies for cultivating winter wheat based on biologization of agriculture // Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel: Scientific works of the international scientific - practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region, Kazan, November 13–14, 2019. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019. pp. 204-211.

11. Minikajev R., Saifiyeva G., Manukova I. Optimization of the main tillage in the gray forest rotation of the Predkamyne region of the Republic of Tatarstan // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, November 13–14, 2019. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00066.

12. Assessment of anthropogenic stability of agro-gray forest soil in intensive farming based on changes in indicators of its biological activity / S. G. Murtazina, L. G. Gaffarova, M. G. Murtazin, A. A. Shaimardanova // Agriculture and food security: technologies , innovations, markets, personnel: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region, Kazan, November 13–14, 2019. Kazan: Kazan State Agrarian Institute, 2019. pp. 168-175.

13. Sattarova R. M. Quality of new varieties of spring wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. No. 2(28). 2013. pp.140-141.

14. Minikaev R. V. Crop rotation as the main factor in the rational use of land and the productivity of agricultural land // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Collection of proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the department agrochemistry and soil science of Kazan State Agrarian University, Kazan, March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. pp. 29-33.

15. Romanov N. V., Gilyazov M. Yu., Serzhanov I. M. The effect of mineral and biological fertilizers on the yield of spring wheat under drought conditions // Circular economy in agriculture: international experience for the Republic Tatarstan: Collection of works based on the materials of the round table within the framework of the final board of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan, Kazan, February 24–25, 2022. Kazan, Kazan State Agrarian University: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 243-251.

16. The influence of spring wheat seeding rates on the yield and quality of grain in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan / R. I. Garaev, F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, A. R. Mukhametshina // Biological protection of plants using genomic technologies : Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Kazan, October 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 133-139.

17. The influence of mineral fertilizers, seed treatment and herbicide on the yield of spring wheat in the conditions of the Republic of Tatarstan / M. F. Amirov, F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, P. G. Semenov // Biological protection of plants using genomic technologies: Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Kazan, October 26–27, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 33-43.

18. Safin R. I., Vafin I. Kh., Abramova A.A. Features of the influence of various soil cultivation systems on its agrophysical properties and biological activity in the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan // Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2022. No. 1. pp. 22-27. DOI 10.12737/-2022-1-1-22-27.

19. Agricultural technologies of grain crops / M. F. Amirov, I. R. Valeev, A. R. Valiev et al. // Agricultural system of the Republic of Tatarstan: In 3 parts. Volume Part 2. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2014. pp. 18-140.

20. Regulations for the development of technological maps in crop production / M. F. Amirov, I. R. Valeev, A. R. Valiev et al. // Agricultural system of the Republic of Tatarstan: In 3 parts. Volume Part 2. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2014. pp. 281-283.

**Authors:**

Biktagirova Endje Ildusovna – Master, e-mail: enje-zaljalieva@mail.ru  
 Serzhanova Albina Rafailevna - Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

## РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ПОВЫШАЮЩИЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ

А. И. Даминова, А. К. Сибгатуллова

**Реферат.** Регуляторы роста растений обладают широким спектром физиологической активности. Благодаря их действию наблюдается устойчивость растений сои к неблагоприятным факторам внешней среды, болезням, на рост, а также развитие и ее качество. Соя - самая распространенная масличная культура в мире. Мировое годовое производство сои превышает 260 млн т. Она является основным съедобным растением и главным источником растительного белка во всем мире. Мировой спрос на сою постоянно растет, поскольку ее семена обеспечивают необходимыми белками, маслом и нутрицевтиками. В стремлении удовлетворить возросший спрос на эту культуру стало необходимым внедрять агротехнические методы, которые способствуют адаптации к сложным условиям окружающей среды, способные улучшать устойчивость сои к абиотическому стрессу и повышать урожайность. Регуляторы роста растений в основном используются для достижения этой цели из-за их решающей роли в росте и развитии растений. Одним из основных регуляторов роста являются такие фитогормоны как: ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассинолиды, этилен, абсцизовая и жасмоновые кислоты. Каждая из групп фитогормонов производит свое характерное действие, сходное у растений разных видов. Деление и растяжение клеток лежащие в основе всех процессов роста и морфогенеза, находятся у растений под контролем ауксинов и цитокинов, поэтому полное их отсутствие может привести к летальному исходу. Эти соединения в целом положительно влияют на морфологию, физиологию и на качество урожая сои. Также они способны регулировать и контролировать в значительной мере процессы роста и дифференцировки клеток растений. Следует отметить, что эти фитогормоны необходимы в значительных количествах для активации и регуляции морфогенетических процессов в сое и других сельскохозяйственных растениях.

**Ключевые слова:** соя, регуляторы роста, растения, абиотический стресс, урожайность, рост.

**Введение.** В настоящее время соя распространилась далеко за пределы региона своего происхождения в страны с различными почвенно-климатическими условиями. В мировом растениеводстве производство этой культуры развивается очень динамично, что объясняется возрастающим спросом на растительные масла и дефицитом животного белка [1, 2, 3]. Крупнейшими производителями сои являются США, Аргентина и Бразилия [4]. В последние годы происходит стремительный рост производства сои в России за счет увеличения ареала возделывания и повышения ее урожайности.

В данных странах осуществляется более 80% производство всего мирового урожая сои. В 2020 году под соей было занято 2,86 млн га, что составило 3,6% от общего объема посевных площадей в стране. Валовой сбор культуры увеличился до 3,6 млн тонн [5].

Зернобобовые культуры являются жизненно важной и доминирующей группой культур после таких зерновых, как пшеница, рис и кукуруза, которые вносят огромный вклад в питание человека. Их питательная ценность особенно заметна для развивающегося мира, поскольку в этих регионах недостаточно продуктов животного происхождения [6].

Среди бобовых культур соя (*Glycine max* (L.) является уникальной и обособленной культурой, принадлежащей к семейству *Fabaceae* (*Leguminosae*), относится к порядку *Fabales* и подсемейству *Papilionaceae* [7].

Высокая питательная ценность сои делает ее незаменимой культурой, занимающей 6-е место по общему урожаю и наиболее

культивируемой масличной культурой, которая адаптируется к различным климатическим условиям [8].

Цель исследования - провести анализ основных регуляторов роста применяемых в активации роста сои.

**Условия, материалы и методы.** При написании статьи был проведен углубленный поиск и обобщение литературы в базе данных PubMed, Web of Science, Google Scholar, а также Российского научного цитирования – РИНЦ с применением Science Index по регуляторам роста повышающие продуктивность сои. После проведенного анализа мы осуществили выборку 30 актуальных зарубежных и отечественных научных статей.

**Результаты и обсуждение.** Соя содержит несколько жизненно важных питательных веществ, таких как углеводы, жиры, белки, витамины,  $\alpha$ -токоферол и минералы. Эта культура широко потребляется благодаря своему превосходному источнику белков высшего качества [9].

Соеводство достаточно хорошо развито в Российской Федерации, однако общие объемы производства этой культуры в нашей стране остаются крайне недостаточными для удовлетворения потребностей народного хозяйства в высокобелковом сырье [10].

Из данных таблицы видно, что посевные площади сои в хозяйствах всех категорий Российской Федерации за последние 5 лет изменились, в 2020 году отмечали низкий показатель площади посевов сои он составлял 2858 тыс. га, а в 2022 году возрос до 3487 тыс. га [11].

## АГРОНОМИЯ

Самый низкий уровень валового сбора сои был отмечен в 2018 году и составлял 40269 тыс. ц, а в 2022 году было всего зафиксировано 57889 тыс. ц. Самый высокий

показатель урожайности сои в хозяйствах всех категорий в Российской Федерации отмечали в 2022 году - 18,0 (ц с 1 га убранный площади), а в 2018 году составляло 14,7 (ц с 1 га) [11].

Таблица - Посевные площади, валовые сборы и урожайность сои в Российской Федерации в период с 2018 по 2022 годы

2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Посевные площади сои в хозяйствах всех категорий Российской Федерации (тыс. га)				
2949	3079	2858	3068	3487
Валовые сборы сои в хозяйствах всех категорий в Российской Федерации (тыс. ц)				
40269	43600	43076	47599	57889
Урожайность сои в хозяйствах всех категорий в Российской Федерации (ц с 1 га убранный площади)				
14,7	15,7	15,9	15,9	18,0

В попытке повысить продуктивность сои используются генетические улучшения, а также внесение удобрений и пестицидов в сочетании с улучшенными методами культивирования [12].

Регуляторы роста растений могут быть эффективными в реализации потенциала урожайности этих культур из-за их многочисленных воздействий на жизнь растений, включая цветение, рост и плодоношение [13].

Известно, что регуляторы роста растений повышают урожайность и обеспечивают желаемый прирост на единицу площади и за определенное время. Регуляторы роста также необходимы для прорастания, развития цветков и корней, созревания семян, хранения и других функциональных процессов в растениях [14].

Сообщалось, что при производстве сои такие регуляторы роста, как ауксин, цитокинин, абсцизовая кислота, этилен, жасмоновая кислота, салициловая кислота, гиббереллины и брассиностероиды, среди прочих, способствуют росту и продуктивности растений [13]. Они устойчиво стимулируют рост корней и побегов, повышают эффективность использования воды, способствуют цветению и завязыванию стручков, увеличивают содержание хлорофилла, улучшают скорость фотосинтеза, усиливают транслокацию фотоассимилятов, увеличивают накопление биомассы и индуцируют устойчивость к нескольким абиотическим стрессам, что приводит к усиленному росту и урожайности [14].

**Ауксины.** Ауксины - это органические фитогормоны с морфогеноподобными свойствами, участвующие в координации нескольких процессов развития растений.

Синтетические ауксины, включая 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-D), 2,5-трихлорфеноксиуксусную кислоту, нафталиноуксусную кислоту, 2-метил-4-хлорфеноксиуксусную кислоту и индолмасляную кислоту, имитируют физиологические реакции индолуксусной кислоты [7]. Ауксины усиливают физиологические процессы, которые непосредственно контролируют рост растений. Например, низкие концентрации ауксинов способствуют фототропизму, зарождению боковых корней, гравитропизму, развитию

сосудов, влияют на апикальное доминирование, продольный рост побегов, образование корней у черенков. Однако следует отметить что высокие концентрации могут негативно влиять на растения, вызывая окислительный стресс, гибель клеток и подавлять развитие пазушных почек [7].

**Гиббереллины.** Гиббереллины представляют собой основную группу тетрациклических дитерпеноидных соединений с разнообразными свойствами, которые, как известно, влияют на различные процессы развития растений [15]. Гиббереллиновая кислота является наиболее производимым и часто используемым гиббереллином, связанным с ростом и развитием растений. Она также способствует фотосинтезу, прорастанию семян, цветению, удлинению стебля, росту листьев и делению клеток в побегах растений, вызванному прямой регуляцией синтеза белка и РНК (рибонуклеиновой кислоты). Кроме того, гиббереллины стимулируют продольный рост, вызванный развитием меристематических тканей [15, 16].

**Цитокинины.** Цитокинины представляют собой фитогормоны, синтезируемые в меристематических органах и тканях [17]. Они способствуют регулированию разнообразных физиологических и биохимических процессов во многих органах растений, пролиферацию и дифференцировку клеток, а также реакцию растений на стрессовые условия. Недостаток цитокинина может останавливать клеточный цикл и влиять на клеточную активность из-за его кардинальной роли в делении растительных клеток путем прямой регуляции синтеза белка во время митоза [17].

Цитокинины способствуют росту корней, развитию побегов из междоузлий, созреванию хлоропластов, инициируют образование каллуса и стимулируют реакцию растений на различные биотические и абиотические стрессы, а также на питательные вещества, предотвращая дегенерацию клеток, передачу сигналов синтеза белка и усиливая защитные ферменты. Экзогенный цитокинин увеличивает завязывание стручков, ингибируя прерывание цветения у сои и люпина, и в конечном итоге повышает урожайность [12].

Брассинолиды. Брассинолид является стероидом, стимулирующим рост растений, и наиболее значимым природным брассиностероидом благодаря своим эффективным биологическим функциям и широкому распространению [18].

У томатов брассинолид значительно улучшал вегетативный рост за счет увеличения длины корней, побегов и биомассы, структуры побегов и общего содержания хлорофилла, каротиноидов, углеводов, а также минеральных веществ. Кроме того этот активатор роста улучшал активность нитратредуктазы, усвояемость нитратных удобрений, высоту растений, накопление биомассы и устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды у различных видов растений, включая нут, сою, пшеницу, чечевицу, кукурузу и рис [16].

Абсцизовая кислота. По данным Zhu Y. (2017) абсцизовая кислота, является ключевым регулятором устойчивости растений к абиотическому стрессу, также выполняет функцию координации нескольких кардинальных процессов роста и развития [19].

Эта кислота улучшает устойчивость к осмотическому стрессу, синтез белка и липидов, регулирует гены синтеза белка, защищает растения от патогенов, контролирует поглощение воды и ионов, морфогенез и эмбриогенез, а также способствует уменьшению опадению листьев [20].

Этилен. Это многофункциональный гормон, синтезируемый практически всеми тканями, связанными с ростом растений, в присутствии кислорода.

В зависимости от вида растения, концентрации и времени применения этилен может стимулировать, ингибировать или индуцировать рост и старение растений. Исследования многих ученых показали, что этилен способствует росту, повышая толерантность к различным стрессовым условиям [21].

Например, по данным Ma B., Chen S., Zhang J. (2020), применение этилена улучшает устойчивость риса к условиям переувлажнения, вызывая появление придаточных корней, образование аэренхимы в корнях и удлинение побегов [21].

Согласно исследованиям Wang et al. (2020), этилен повышал всхожесть семян люцерны в условиях солевого стресса и ослаблял его воздействие на проростки [22].

Жасмоновая кислота. Жасмоновая кислота является производным бета-линоленовой кислоты и считается важным компонентом мембран хлоропластов, относящихся к оксипидам. Следует отметить что жасмоновая кислота одновременно является стимулятором и ингибитором роста [19].

По данным ряда исследователей Gutierrez L., Mongelard G. (2012), экзогенная жасмоновая кислота подавляла разрастание листьев и образование придаточных корней у арабидопсиса, снижал рост колеоптилей и высоту растений у риса и подавлял рост колосовых побе-

гов у кукурузы. Кроме того, экзогенное применение этой кислоты индуцировало активность хлорофиллазы, старение листьев и деградацию микротрубочек растений сои [23].

Регуляторное воздействие различных усилителей роста на сою. Различные исследования свидетельствуют о положительном влиянии регуляторов роста на морфологию, физиологию, урожайность и качество урожая сельскохозяйственных культур, особенно сои [23, 24].

Влияние на морфологию сои. Морфология растения обычно состоит из корневой системы и системы побегов. Корневая система включает в себя различные типы корней, динамичных по морфологии и функциям. Корни, являясь центральной границей между растениями и окружающей средой, выполняют ключевые функции в росте и развитии растений. Рост и развитие корней напрямую влияют на рост растения сои. Поскольку эти фитогормоны влияют на рост, понимание их влияния на корни очень важно [25].

При выращивании сои большинство свойств корней зависят от особенностей растения сои, а не от почвы, в отличие от большинства культур, где длина и вес корней зависят от содержания кислорода в почве, которое определяется пористостью почвы [25]. Корни сои при различных параметрах почвы, таких как влажность, температура, пустоты, могут вызывать изменения в морфологии корней в дополнение к другим факторам окружающей среды. Такие условия, как стресс от переувлажнения и засуха, сильно влияют на рост корней [26].

Стресс от переувлажнения подавляет рост корней, уменьшая их размер, в то время как засуха влияет на архитектуру корней за счет удлинения боковых корней и развития корневых волосков для лучшего поглощения воды. Переувлажнение заполняет поры почвы, что ограничивает газообмен, вызывая образование придаточных корней [27].

Влияние на физиологию сои. В целом, физиология растений охватывает все механизмы, которые обеспечивают продукционные процессы растения, такие как фотосинтез, использование водного режима и физиология окружающей среды [26]. Они контролируют рост и развитие как побегов, так и корней, устойчивость к окружающей среде и взаимодействие факторов, связанных с ростом, таких как питание, гормоны, температура, углерод и энергетический обмен. Все вышеуказанные механизмы были использованы при исследовании сои. Применение регуляторов роста на сое повышало использование гормонов, удобрений, воды, ферментов и фотосинтеза [28, 29].

Следует отметить что регуляторы роста растений повышают уровень эндогенных гормонов в них. У сои экзогенное применение такого вещества как метилжасмоната увеличивало содержание абсцизовой кислоты в растениях, подвергшихся солевому стрессу, таким

образом, была повышена стрессоустойчивости [30]. В заключение, экзогенные регуляторы роста стабилизируют уровни эндогенных гормонов для усиления метаболических процессов растений, связанных с ростом и продуктивностью.

Использование удобрений и фиксация азота. Азот является одним из главных питательных веществ для роста растений. Как правило, бобовые могут фиксировать азот в почвах, который в дальнейшем используется растением для роста [28, 30].

Фиксация диазота зернобобовыми культурами (азотное питание), обеспечивает высокую устойчивость и экономическую конкурентоспособность, следовательно, участвуя в экологически безопасном сельскохозяйственном производстве, а также в производстве высококачественной растениеводческой продукции [31].

Сообщалось, что у сои увеличение роста и урожайности зависит от большого поступления азота в периоды от начала роста стручков (R3) до полного прорастания семян (R6), что требует более высокого содержания азота.

Растения сои действуют как поглотители почвенного азота и эффективно его

используют для своего развития [31].

Однако, увеличение концентрации азота в почве при посадке позволяет понизить реакцию сои на азотистые удобрения [32, 33].

**Выводы.** Регуляторы роста растений широко применяются в сельском хозяйстве для улучшения всхожести, закладки всходов, роста и развития, а также урожайности даже при неблагоприятных условиях окружающей среды и почвы.

Они используются в определенный период роста и в соответствующих концентрациях, влияют на урожайность и компоненты урожая сои. Нанесение регуляторов роста непосредственно на вегетативные и регенеративные органы защищает растения от биотических и абиотических стрессов, повышает эффективность использования воды, нарушает период покоя и улучшает устойчивость к засухе. Регуляторы роста применяемые в определенный период роста и в соответствующих концентрациях, влияют на урожайность и структуры урожая сои.

В целом, можно сделать вывод, что регуляторы роста не только способствуют росту и развитию растений сои, но и повышают ее продуктивность.

#### Литература

1. Фадеева А. Н., Абросимова Т. Н. Урожайность и качество семян сортов сои различного эколого-географического происхождения // Земледелие. 2019. № 3. С. 37–40.
2. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от агрометеорологических условий / О. Г. Шабалда, К. И. Пимонов, С. С. Фролов Э. Г. Устарханова, С. С. Вайцеховская // Вестник АПК Ставрополя. 2020. № 4 (40). С. 74–80.
3. Influence of weather and climatic conditions on soybean yield / M. Tsekhmeistruk, O. Pankova, V. Kolomatska et al. // Ukrainian Journal of Ecology. 2021. №. 11 (4). pp. 11–17.
4. Шаповал О. А., Можарова И. П., Мухина М. Т. Влияние регуляторов роста растений нового поколения на рост и продуктивность растений сои // Плодородие. 2015. № 5. С. 32-34
5. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб. Москва: Росстат, 2021. С.100 [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X\\_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf)
6. Shakya M., Patel M., Singh V. Knowledge level of chickpea growers about chickpea production technology. Indian Research Journal of Extension Education // 2016. Vol. 8. pp. 65–68.
7. Growth regulators promote soybean productivity: a review / H. Amoanimaa-Dede, C. Su, A. Yeboah et al. // Peer J. 2022. 10:e12556
8. Comparative analysis of endogenous hormones level in two soybean (*Glycine max L.*) lines differing in waterlogging tolerance / Y-H. Kim, S-J. Hwang, Waqas M., A. L. Khan et al. // Frontiers in Plant Science. 2015. Vol. 6. pp. 714.
9. Lokuruka M. Soybean nutritional properties: The good and the bad about soy foods consumption-A review. / African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 2010. Vol. 10. pp. 2439–2459.
10. Разаева В. В., Краснова Е. А. Продуктивность сои в северной лесостепи Тюменской области в зависимости от агротехнических приемов. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 1. С. 10-26.
11. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году. <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>
12. Khan K., Mazid M. Chickpea responses to application of plant growth regulators, organics and nutrients // Advances in Plants and Agriculture Research. 2018. Vol. 8. pp. 259–273.
13. Колесар В. А. Оценка эффективности использования разных ростостимуляторов на сорте сои скульптор // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: сборник трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ. - Казань, 2021. С. 78-86.
14. Roy Choudhury S., Johns S. M., Pandey S. A convenient, soil-free method for the production of root nodules in soybean to study the effects of exogenous additives // Plant Direct. 2019.3:e00135.
15. Multi-layered regulation of SPL15 and cooperation with SOC1 integrate endogenous flowering pathways at the Arabidopsis shoot meristem / Y. Hyun, R. Richter, C. Vincent et al. // Developmental Cell. 2016. Vol. 37. pp. 254–266.
16. Gibberellins producing endophytic fungus *Porostereum spadiceum* AGH786 rescues growth of salt affected soybean / M. Hamayun, A. Hussain, S. A. Khan et al. // Frontiers in Microbiology. 2017. Vol. 8 P. 686.
17. Rademacher W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production // Journal of Plant Growth Regulation. 2015. Vol. 34. pp. 845–872.
18. Combined use of trichoderma atroviride CCTCCSBW0199 and brassinolide to control *Botrytis cinerea*



- infection in tomato. / T. T. Li, J. D. Zhang, J. Q. Tang, et al. // *Plant Disease*. 2020. Vol. 104. pp. 1298–1304.
19. An Arabidopsis nucleoporin NUP85 modulates plant responses to ABA and salt stress / Y. Zhu, B. Wang, K. Tang et al. // *PLOS Genetics*. 2017.13:e1007124.
20. Arabidopsis duodecuple mutant of PYL ABA receptors reveals PYL repression of ABA-independent SnRK2 activity. / Y. Zhao, Z. Zhang, J. Gao et al. // *Cell Reports*. 2018. Vol 23. pp. 3340–3351.
21. Ma B., Chen S., Zhang J. Ethylene signaling in rice // *Chinese Science Bulletin*. 2010. Vol. 55. pp. 2204–2210.
22. Ethylene enhances seed germination and seedling growth under salinity by reducing oxidative stress and promoting chlorophyll content via ETR2 pathway / Y. Wang, P. Diao, L. Kong et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2020;11:1066.
23. Auxin controls Arabidopsis adventitious root initiation by regulating jasmonic acid homeostasis. / L. Gutierrez, G. Mongelard, K. Flokova et al. // *The Plant Cell*. 2012. Vol 24. pp. 2515–2527.
24. Пахомова В. М., Даминова А. И. Действие антиоксидантов на рост растений // *Достижения науки и техники АПК*, 2019. Т. 33. № 11. С. 26-28.
25. Wijewardana C., Reddy K. R., Bellaloui N. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress // *Food Chemistry*. 2019. Vol 278. pp. 92–100.
26. Комплексная оценка состояния почвы после различных сельскохозяйственных культур / Р. М. Сабирова, И. Х. Вафин, А. А. Абрамова, Р. И. Сафин // *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*. 2022. № 4 (4). С. 40-44.
27. Шарипова Г. Ф., Колесар В. А., Сафин Р.И. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои // *Плодородие*. 2020. № 3 (114). С. 9-12.
28. Колесар В. А. Эффективность технологии использования органоминеральных удобрений для улучшения урожайности и фитосанитарного состояния посевов сои обыкновенной в Республике Татарстан // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса. Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мартынова А. П. Казанский государственный аграрный университет. Казань, 2022. С. 556-563.
29. Regulation of ROS metabolism in plants under environmental stress: a review of recent experimental evidence / M. Hasanuzzaman, M. Bhuyan, K. Parvin et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21. P.8695.
30. Амров М. Ф. Совершенствование агротехнологий производства сельскохозяйственных культур // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 32-38.
31. GmPAP12 is required for nodule development and nitrogen fixation under phosphorus starvation in soybean. / Y. Wang, Z. Yang, Y. Kong et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2020b. Vol. 11. P. 450.
32. Эффективность применения микроудобрений на сое / В. А. Колесар, Г. Ф. Шарипова, Д. Р. Сафина, Р. И. Сафин // *Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры*. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. 2019. С. 124-129.
33. Эффективность некорневого внесения различных удобрений на сое в Предкамье Республики Татарстан / Г. Ф. Шарипова, П. А. Дмитриева, Д. Р. Сафина, В. А. Колесар, Р. И. Сафин // *Воспроизводство 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. 192-198.

**Сведения об авторах:**

Даминова Аниса Илдаровна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: danis14@mail.ru  
 Сибгатуллова Адыля Камилевна - кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель, e-mail: sibgatullova92@mail.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

**GROWTH REGULATORS THAT INCREASE SOYAN PRODUCTIVITY**

**A. I. Daminova, A. K. Sibgatullova**

**Abstract.** Plant growth regulators have a wide spectrum of physiological activity. Thanks to their action, resistance of soybean plants to adverse environmental factors, diseases, growth, development and quality is observed. Soy is the most widely used oilseed in the world. The world annual production of soybeans exceeds 260 million tons. It is the main edible plant and the main source of vegetable protein worldwide. The global demand for soybeans is constantly growing as its seeds provide essential proteins, oils and nutraceuticals. In an effort to meet the increased demand for this crop, it has become necessary to introduce cultural practices that promote adaptation to difficult environmental conditions, can improve soybean tolerance to abiotic stress and increase yields. Plant growth regulators are mainly used for this purpose due to their critical role in plant growth and development. One of the main growth regulators are such phytohormones as: auxins, gibberellins, cytokinins, brassinolides, ethylene, abscisic and jasmonic acid. Each of the groups of phytohormones produces its own characteristic action, which is similar in plants of different species. Cell division and elongation, which underlie all processes of growth and morphogenesis, are under the control of auxins and cytokines in plants, so their complete absence can lead to death. These compounds generally have a positive effect on the morphology, physiology and quality of the soybean crop. They are also able to regulate and control to a large extent the processes of growth and differentiation of plant cells. It should be noted that these phytohormones are required in small amounts for the activation and regulation of morphogenetic processes in soybean and other agricultural plants.

**Key words:** soybean, growth regulators, plants, abiotic stress, yield, growth.

**References**

1. Fadeeva A. N., Abrosimova T. N. Yield and seed quality of soybean varieties of different ecological and geographical origin // *Zemledelie*. 2019. No. 3. pp. 37–40.
2. Economic efficiency of soybean cultivation depending on agrometeorological conditions / O. G. Shabaldas, K. I. Pimonov, S. S. Frolov, E. G. Ustarkhanova, S. S. Vaytsekhovskaya // *Bulletin of the APK of Stavropol*. 2020. No. 4 (40). pp. 74–80.

3. Influence of weather and climatic conditions on soybean yield / M. Tsekhmeistruk, O. Pankova, V. Kolomatska et al. // *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No. 11 (4). pp. 11–17.
4. Shapoval O. A., Mozharova I. P., Mukhina M. T. Influence of plant growth regulators of a new generation on the growth and productivity of soybean plants // *Fertility*. 2015. No. 5 pp. 32-34.
5. Agriculture in Russia. 2021: Stat. Sat. Moscow: Rosstat, 2021. P.100 [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X\\_2021](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021)
6. Shakya M., Patel M., Singh V. Knowledge level of chickpea growers about chickpea production technology. *Indian Research Journal of Extension Education* // 2016. Vol. 8. pp. 65–68.
7. Growth regulators promote soybean productivity: a review / H. Amoanimaa-Dede, C. Su, A. Yeboah et al. // *Peer J*. 2022. 10:e12556
8. Comparative analysis of endogenous hormones level in two soybean (*Glycine max* L.) lines differing in waterlogging tolerance / Y-H. Kim, S-J. Hwang, M. Waqas, A. L. Khan et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 6. P.714.
9. Lokuruka M. Soybean nutritional properties: The good and the bad about soy foods consumption-A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 2010. Vol. 10. pp. 2439–2459.
10. Razaeva V. V., Krasnova E. A. Soybean productivity in the northern forest-steppe of the Tyumen region, depending on agricultural practices. Feeding farm animals and fodder production. 2022. No. 1. pp. 10-26.
11. Cultivated areas, gross yields and crop yields in the Russian Federation in 2022. <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
12. Khan K., Mazid M. Chickpea responses to application of plant growth regulators, organics and nutrients // *Advances in Plants and Agriculture Research*. 2018. Vol. 8. pp.259–273.
13. Kolesar V. A. Evaluation of the effectiveness of the use of different growth stimulants on the sculptor soybean variety // *Topical issues of land use, geodesy and nature management: a collection of proceedings of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference of the Department of Land Management and Cadastre of the Kazan State Agrarian University*. Kazan, 2021. pp. 78-86.
14. Roy Choudhury S., Johns S. M., Pandey S. A convenient, soil-free method for the production of root nodules in soybean to study the effects of exogenous additives // *Plant Direct*. 2019.3:e00135.
15. Multi-layered regulation of SPL15 and cooperation with SOC1 integrate endogenous flowering pathways at the *Arabidopsis* shoot meristem / Y. Hyun, R. Richter, C. Vincent et al. // *Developmental Cell*. 2016. Vol. 37. pp.254–266.
16. Gibberellins producing endophytic fungus *Porostereum spadiceum* AGH786 rescues growth of salt affected soybean / M. Hamayun, A. Hussain, S. A. Khan et al. // *Frontiers in Microbiology*. 2017. Vol.8. P.686.
17. Rademacher W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production // *Journal of Plant Growth Regulation*. 2015. Vol. 34. pp. 845–872.
18. Combined use of trichoderma atroviride CCTCCSBW0199 and brassinolide to control *Botrytis cinerea* infection in tomato / T. T. Li, J. D. Zhang, J. Q. Tang et al. // *Plant Disease*. 2020. Vol. 104. pp. 1298–1304.
19. An *Arabidopsis* nucleoporin NUP85 modulates plant responses to ABA and salt stress / Y. Zhu, B. Wang, K. Tang et al. // *PLOS Genetics*. 2017.13:e1007124.
20. *Arabidopsis* duodecuple mutant of PYL ABA receptors reveals PYL repression of ABA-independent SnRK2 activity / Y. Zhao, Z. Zhang, J. Gao et al. // *Cell Reports*. 2018. Vol 23. pp. 3340–3351.
21. Ma B., Chen S., Zhang J. Ethylene signaling in rice. // *Chinese Science Bulletin*. 2010. Vol. 55. pp. 2204–2210.
22. Ethylene enhances seed germination and seedling growth under salinity by reducing oxidative stress and promoting chlorophyll content via ETR2 pathway / Y. Wang, P. Diao, L. Kong et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2020a;11:1066.
23. Auxin controls *Arabidopsis* adventitious root initiation by regulating jasmonic acid homeostasis / L. Gutierrez, G. Mongelard, K. Flokova et al. // *The Plant Cell*. 2012. Vol 24. pp. 2515–2527.
24. Pakhomova V. M., Daminova A. I. The effect of antioxidants on plant growth // *Achievements of science and technology of the APK*, 2019. V. 33. No. 11. pp. 26-28.
25. Wijewardana C., Reddy K. R., Bellaloui N. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress // *Food Chemistry*. 2019. Vol 278. pp. 92–100.
26. Comprehensive assessment of the state of the soil after various agricultural crops / R. M. Sabirova, I. Kh. Vafin, A. A. Abramova, R. I. Safin // *Agrobiotechnologies and digital farming*, 2022. No. 4 (4). pp. 40-44.
27. Sharipova G. F., Kolesar V. A., Safin R. I. The effectiveness of the use of fertilizers with microelements on various soybean varieties // *Fertility*. 2020. No. 3 (114). pp. 9-12.
28. Kolesar V. A. The effectiveness of the technology of using organomineral fertilizers to improve the yield and phytosanitary condition of soybean crops in the Republic of Tatarstan // *Current state and prospects for the development of the technical base of the agro-industrial complex. Scientific works of the All-Russian (national) scientific-practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor A.P. Martyanov Kazan State Agrarian University*. Kazan, 2022. pp.556-563.
29. Regulation of ROS metabolism in plants under environmental stress: a review of recent experimental evidence. / M. Hasanuzzaman, M. Bhuyan, K. Parvin et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21. P.8695.
30. Amirov M. F. Improving agricultural technologies for the production of agricultural crops // *Global Challenges for Food Security: Risks and Opportunities: Scientific Works of the International Scientific and Practical Conference*. Kazan, 2021. pp. 32-38.
31. GmPAP12 is required for nodule development and nitrogen fixation under phosphorus starvation in soybean. / Y. Wang, Z. Yang, Y. Kong et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2020b. Vol. 11 . P. 450.
32. Kolesar V. A. The effectiveness of the use of microfertilizers on soybean / V. A. Kolesar, G. F. Sharipova, D. R. Safina, R. I. Safin // *Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region*. 2019. pp. 124-129.
33. Sharipova G. F. Efficiency of foliar application of various fertilizers on soybeans in the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan / G. F. Sharipova, P. A. Dmitrieva, D. R. Safina, V. A. Kolesar, R. I. Safin // *Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Kazan State Agrarian University*. Kazan, 2021. pp. 192-198.

**Authors:**

Daminova Anisa Ildarovna – Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: danis14@mail.ru  
 Sibgatullova Adylya Kamilevna – senior lecturer, e-mail: sibgatullova92@mail.ru  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ  
К СЕПТОРИОЗУ ЛИСТЬЕВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ  
ОТ ПАТОГЕНОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМСКОЙ ЗОНЫ****РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
А. А. Лукманова, Ф. З. Кадырова**

**Реферат.** В статье анализируются данные по изучению восприимчивости новых сортов яровой мягкой пшеницы, имеющих различное эколого-географическое происхождение, к септориозу, широко распространившемуся в последние десятилетия в Среднем Поволжье. В исследованиях многих авторов показана вредоносность данного заболевания, причиняющего значительный ущерб урожайности и семенным качествам зерна, что делает актуальной задачу выбора более иммунных сортов для возделывания в производственных посевах и для использования в селекции растений. Выделены сорта со стабильно низким уровнем развития септориоза листьев, как по годам, так и по периодам развития растений. Наименьшим распространением патогена *Septoria tritici* в посевах в период формирования репродуктивной зоны растений (колошение и молочной спелости) выделились сорта Архат селекции Пензенского НИИСХ, Черноземноуральская селекции НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, Экада 113 – Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова и Йолдыз – селекции Татарского НИИСХ. По результатам изучения отзывчивости генотипов на сроки проведения фунгицидной защиты выявлены сорта Архат, Йолдыз, Экада 70, Симбирцит с медленным распространением патогена, выведенные в селекционных учреждениях Поволжья. Данные сорта сформировали максимальную урожайность на варианте без фунгицидной обработки и представляют ценность для селекции как источники признака устойчивости к септориозу. На сортах Казанская юбилейная, Злата, Тулайковская надежда, Иделле, Уралосибирская эффективность фунгицидной защиты проявилась при обработке в фазе колошения, а на сортах Маргарита, Экада 113, Эстер, Экада 66, Тулайковская 108, Экада 109, Хаят, Черноземноуральская 2, Екатерина в – фазе молочной спелости.

**Ключевые слова:** мягкая пшеница, сорта, септориоз листьев, урожайность, распространенность болезней, корреляция признаков.

**Введение.** Яровая мягкая пшеница, относится к числу ведущих зерновых культур в Татарстане. В отдельные годы природно-климатические условия региона позволяют получать высокие урожаи зерна, однако величина урожайности посевов и качество зерна пшеницы сильно варьируют по годам и природно-экономическим зонам республики [1, 2].

Среди многочисленных причин низкой урожайности и недостаточного качества зерна пшеницы выделяют особую вредоносность микроорганизмов, в том числе и инфекционных (паразитарных) болезней, повреждающих растения [3]. При этом, авторы отмечают, что значительный ущерб, наносимый урожаю пшеницы патогенами, во многом зависит от сортовых особенностей и погодных условий в период вегетации [4, 5, 6].

Одним из наиболее распространенных и вредоносных болезней зерновых культур в условиях Среднего Поволжья является септориоз. Причиной болезни являются анаморфные, несовершенные грибы рода *Septoria* [7].

Наиболее распространенный вид *Septoria tritici* поражает в основном листовую поверхность растений [8, 9]. На полях, где септориоз широко распространен и умеренно заселен, потери урожая составляют 15–30% [10, 11, 12]. При эпифитотиях потери урожая часто достигают 30–40%, при этом снижается содержание белка и клейковины и ухудшается всхожесть семян [13, 14]. Распространение болезни активизируется в условиях обильных осадков [15]. Учитывая

вредоносность данного патогена в научных публикациях рассматриваются селекционно-генетические и технологические методы защиты растений пшеницы от данного заболевания [16, 17].

Прогрессирующей болезнью яровой пшеницы, также считают и септориоз колоса, который еще несколько десятилетий назад в условиях Татарстана не входил в состав вредоносных заболеваний.

В связи с этим, разработка приемов контроля распространения, используя современные методы прогноза [18], интегрированные системы защиты растений от данного заболевания, определение экологической устойчивости сортов яровой мягкой пшеницы для условий крупного зернового региона как Республика Татарстан имеет важное теоретическое и практическое значение в решении проблемы повышения урожайности и конкурентоспособности зерна яровой пшеницы [18, 19, 20].

Целью наших исследований была оценка новых сортов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к *Septoria tritici*, изучение эффективности защитных мероприятий по контролю распространения септориоза на яровой мягкой пшенице в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** Полевые опыты проводились на экспериментальных участках Казанского государственного аграрного университета в 2018 и 2022 годах, на территории Лаишевского муниципального района Республики Татарстан.

## АГРОНОМИЯ

Почва опытных участков – серая лесная, средне суглинистая с содержанием гумуса 3,2...3,3%, подвижного фосфора – 152...161 мг/кг почвы, обменного калия – 170...172 мг/кг, кислотность 5,7...6,5.

Опыт двухфакторный, с площадью учетных делянок 20 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная.

Схема опыта:

Фактор А: сорта;

Фактор Б: сроки фунгицидной обработки

1 – Контроль – без обработки;

2 – обработка фунгицидом в фазе колошения;

3 – обработка фунгицидом в фазе колошения+молочной спелости;

4 – обработка фунгицидом в фазе молочной спелости.

Был использован двухкомпонентный системный фунгицид Колосаль Про с действующими веществами Протиконазол - 300 г/л, Тебуконазол - 200 г/л. Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Для изучения были взяты сорта различного эколого-географического происхождения. Краткая характеристика сортов по данным ФГБУ «Госсорткомиссия» представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Краткая характеристика сортов яровой мягкой пшеницы

№	Сорт	Оригинатор	Вегетационный период, дни	МТС, г	Оценка устойчивости к септориозу
1	Казанская юбилейная	Тат НИИСХ ФИЦ Казанский НЦ РАН	87-90	34-38	нет данных
2	Экада 66		82-93	34-44	умеренно восприимчив
3	Экада 109		74-89	32-46	устойчив
4	Йолдыз		78-95	33-42	нет данных
5	Иделле		75-85	32-39	нет данных
6	Хаят		77-84	36-42	нет данных
7	Злата	ФГБНУ «ФИЦ Немчиновка»	75-86	32-46	восприимчив
8	Эстер		84-96	35-40	средне восприимчив
9	Симбирцит	ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»	85-96	32-47	умеренно восприимчив
10	Маргарита		80-94	33-40	умеренно восприимчив
11	Ульяновская 105		71-83	29-40	нет данных
12	Экада 70	ФГБНУ «Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова»	72-92	34-40	сильно восприимчив
13	Тулайковская 108		77-90	28-34	нет данных
14	Тулайковская надежда		77-83	33-38	нет данных
15	Экада 113		75-89	32-39	устойчив
16	Екатерина	ФГБНУ Ур ФА- НИЦ	75-89	35-40	нет данных
17	Архат	ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»	77-96	33-40	нет данных
18	Уралосибирская	ФГБНУ «Омский АНЦ»	78-99	34-46	восприимчив
19	Черноземно уральская 2	ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучае- ва»	77-85	33-41	нет данных

Проведены следующие анализы и наблюдения:

– визуальная оценка пораженности растений болезнями по методике Хохрякова (2003);

– распространенность и интенсивность развития септориоза и корневых гнилей по шкале Джеймса;

– урожайность зерна и анализ структуры урожая по методике Государственного сортоиспытания;

– статистическая обработка данных по общепринятым методикам (Доспехов, 1965).

Вегетационный период 2018 года отличался значительными осадками в начале вегетации растений и умеренными температурами. Данные условия способствовали формированию хорошего урожая, но усилили распространение септориоза. 2022 год характеризовался дефицитом осадков с мая по июль, что

негативно отразилось на развитии растений и величине урожая зерна.

**Результаты и обсуждение.** Для оценки развития септориоза листьев проводили два учета: в фазе колошения и молочной спелости. Результаты оценки представлены в таблице 2. Как свидетельствуют приведенные данные, поражение листьев септориозом варьировало в широком диапазоне, как между сортами, так и по годам.

Так сортовые различия по пораженности септориозом в 2018 году в фазе колошения варьировали в интервале от 1,9 у сорта Йолдыз и 2,96% у сорта Архат до максимального значения 40,8 у сорта Екатерина. В 2022 году в эту же фазу минимальное количество 9,3% пораженных растений отмечалось у сорта Архат а максимальное – 34,4 – у сорта Злата.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 2 – Развитие септориоза листьев сортов яровой пшеницы, 2018, 2022 годы

Сорт	Развитие септориоза листьев, %			
	колошение		молочная спелость	
	05.07.2018	06.07.2022	26.07.2018	20.07.2022
Казанская юбилейная	28,3	23,6	29,8	20,3
Экада 66	19,3	19,8	15,8	20,0
Экада 109	10,5	24,7	14,3	25,0
Йолдыз	1,91	23,1	10,2	26,3
Иделле	11,6	27,4	15,8	38,3
Хаят	13,7	14,6	20,3	11,7
Злата	13,0	34,4	33,5	38,3
Эстер	13,9	25,9	11,2	15,0
Симбирцит	18,1	18,7	25,1	25,5
Маргарита	24,4	17,5	22,5	40,0
Ульяновская 105	20,4	12,5	20,3	25,3
Экада 70	12,3	15,6	11,9	22,5
Тулайковская 108	14,33	15,7	10,2	18,0
Тулайковская надежда	27,2	21,8	20,9	25,0
Экада 113	10,0	15,8	9,5	15,7
Екатерина	40,8	21,0	32,1	23,8
Архат	2,96	9,3	10,0	12,5
Уралосибирская	16,4	13,7	11,0	15,3
Черноземно уральская 2	8,5	11,8	12,1	15,3

Как известно, относительная стабильность признака вне зависимости от условий года указывает на ее генетическую детерминированность. Сорта, проявившие стабильный уровень поражения листьев септориозом по фазам развития в годы исследований мы распределили на три категории с низким, средним и сильным поражением.

Стабильно низкую восприимчивость к септориозу по фазам развития растений за два года изучения проявили сорта Архат, Йолдыз, Черноземноуральская 2, Экада 113, Тулайковская 108. Стабильно среднее развитие имели сорта Экада 66, Симбирцит, Экада 70, Хаят. Стабильно высокую восприимчивость имели

сорта Казанская юбилейная, Тулайковская надежда, Екатерина, и в фазе молочной спелости в оба года сильно поразились сорта Злата и Ульяновская 105. У сортов Иделле, Маргарита такой стабильности по фазам в проявлении степени развития септориоза не отмечалось.

Для оценки развития болезней за весь период наблюдения в фитопатологии применяются ряд показателей: среднее развитие, площадь под кривой развития болезни (ПКРБ), скорость распространения инфекции. Расчеты данных параметров, а также значения урожайности за годы эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние показатели развития септориоза листьев, значения площади под кривой развития болезни и урожайность сортов яровой мягкой пшеницы

Сорт	Среднее развитие септориоза, %		ПКРБ, усл. ед.		Урожайность, т/га	
	2018 г	2022 г	2018 г	2022 г	2018 г	2022 г
Иделле – стандарт	13,7	32,8	287,7	459,9	2,04	3,06
Архат	6,4	10,9	136,1	152,6	2,95	3,30
Йолдыз	6,1	18,2	127,2	254,8	4,61	3,69
Черноземноуральская 2	10,3	13,6	216,3	189,7	2,05	2,42
Экада 113	9,7	14,8	204,8	206,5	2,28	2,81
Тулайковская 108	12,2	16,8	257,6	235,9	3,19	2,61
Экада 70	12,1	19,0	254,1	266,7	1,85	3,69
Экада 109	12,4	24,8	260,4	347,9	2,04	2,76
Уралосибирская 2	13,7	14,5	287,7	203,0	1,86	3,31
Хаят	-	13,2	-	184,1	-	2,95
Эстер	17,5	20,4	368,6	286,3	2,28	3,45
Экада 66	22,5	19,9	473,6	152,6	1,88	3,51
Симбирцит	21,6	22,1	453,6	309,4	2,52	3,78
Казанская юбилейная	24,1	21,9	505,1	307,3	1,99	2,76
Злата	23,2	36,4	488,3	508,9	2,37	3,48
Маргарита	23,4	28,8	492,5	402,5	2,08	3,51
Екатерина	36,4	22,4	765,5	313,6	2,58	2,74
Ульяновская 105	25,3	18,9	532,4	264,6	3,25	3,52
Тулайковская надежда	29,1	18,4	610,1	257,6	1,87	2,55
НСР <sub>0,05</sub>					0,95	1,31

Анализ показал, что из перечня сортов с наименьшим развитием септориоза и наименьшей площадью под кривой развития болезни, выделенных по результатам 2018 года, в 2022 году сохранили лидирующие позиции сорта Архат, Черноземноуральская, Экада 113 и Йолдыз. К этой группе нами отнесен сорт Хаят, включенный в список изучаемых сортов в 2022 году и обнаруживший, также, минимальную восприимчивость к этому патогену.

Из числа восприимчивых в 2018 году сохранили эти позиции по развитию септориоза

Таблица 4 – Корреляция развития септориоза с урожайностью сортов и массой тысячи зерен яровой пшеницы

Параметры оценки септориоза	Корреляция с урожайностью		Корреляция с массой 1000 зерен	
	2018 г	2022 г.	2018 г	2022 г.
Развитие в фазу колошения, %	-0,322*	0,083*	-0,277*	-0,146*
Развитие в фазу молочной спелости, %	-0,158*	0,288	-0,056	-0,092
Среднее развитие, %	-0,271*	-0,286*	-0,257*	-0,023*
ПКРБ, усл. ед.	-0,270*	0,222*	-0,256*	-0,095*

Примечание: \* – недостоверно к показателям для  $P_{0,05} (0,497)$

Анализ корреляции признаков развития септориоза с урожайностью и массой 1000 зерен урожая 2018 года показал, что в годы исследований между этими признаками была слабая, статистически недостоверная отрицательная связь.

Относительно более тесную корреляцию изучаемых признаков отмечали в фазе колошения, что указывает на большую вредоносность этого патогена при поражении на ранних этапах развития. Следует отметить, что распространению патогена в эти сроки в 2018 году благоприятствовал и гидротермический режим (регулярные осадки и умеренные температуры) ранних сроков вегетации яровой пшеницы.

В условиях 2022 года корреляция параметров развития болезни с урожайностью и крупностью зерна у сортов были не столь однозначны. Проявилась не существенная положительная корреляция признака развития болезни с урожайностью в фазе молочной спелости. Эта зависимость адекватно отразилось на площади под кривой развития болезни (ПКРБ). На массе 1000 зерен сортов, также, негативных последствий влияния септориоза не проявилось. Коэффициенты были не значительны, т.е. сортовые различия по массе 1000 зерен были обусловлены генетическими особенностями.

Данные изучения отзывчивости сортов к срокам проведения фунгицидных обработок представлены в таблице 5.

Согласно полученным данным в условиях 2022 года на контрольном варианте без фунгицидной обработки наибольшая урожайность получена на сорте Симбирцит (3,78 т/га). В той же группе урожайности были сорта Йолдыз и Экада 70. Для сорта Архат

сорта Злата, Маргарита и Симбирцит. А сорта Екатерина, Тулайковская надежда, Ульяновская 105, Казанская юбилейная в условиях 2022 года замедлили темпы развития патогена и показали умеренное (среднее) количество пораженных растений. Сорт Иделле в 2022 году не проявил признаков устойчивости и вошел в группу наиболее восприимчивых сортов.

С целью определения влияния показателей развития септориоза листьев на урожайность яровой пшеницы и массу 1000 зерен провели корреляционный анализ (табл. 4).

контрольный вариант без фунгицидной защиты был также наиболее урожайным в сравнении с вариантами с фунгицидной защиты. Таким образом, эту группу сортов можно рассматривать как наиболее адаптированную для условий северной части лесостепи Среднего Поволжья, обладающую более высоким иммунитетом к септориозу.

Остальные сорта по отзывчивости на фунгицидную защиту можно разделить на две группы. В первую группу входят сорта из числа восприимчивых – Злата, средневосприимчивых – Казанская юбилейная, Ульяновская 105, Тулайковская надежда, Уралосибирская, Иделле которые сформировали более высокую урожайность при обработке фунгицидом в фазе колошения.

Особенно эффективным был этот срок обработки для сортов Злата, Ульяновская 105, Иделле, урожайность которых превосходила варианты обработки в фазе молочной спелости на 1 тонну и более. Можно предположить, что эти сорта отличаются более быстрой скоростью распространения грибной инфекции на ранних этапах развития растений.

Ко второй группе мы отнесли сорта Экаду 113, Хаят и Черноземноуральскую 2 из числа слабовосприимчивых к септориозу, Эстер, Экаду 66, Тулайковскую 108, Экаду 109 из числа средневосприимчивых и сорт Екатерина из числа восприимчивых, которые сформировали большую урожайность при обработке фунгицидом в фазе молочной спелости.

Превышение урожайности над вариантом обработки в фазе колошение в зависимости от сорта достигало от 0,28 до 1,5 т/га. Особенно высокую отзывчивость на обработку в эту фазу проявил сорт Хаят, Тулайковская 108 и Эстер.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 5 – Влияние сроков проведения фунгицидной обработки на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы (2022 год)

Сорта	Урожайность зерна по срокам фунгицидной обработки, т/га			
	контроль – без обработки	в фазе колошения	в фазе колошения + молочной спелости	в фазе молочной спелости
Экада 113	2,81	3,00	3,02	3,28
Эстер	3,45	2,76	3,48	3,51
Экада 66	3,51	3,11	3,11	3,76
Архат	3,30	2,91	2,70	3,21
Казанская юбилейная	2,76	3,48	3,47	3,16
Злата	3,48	4,04	2,64	2,45
Симбирцит	3,78	2,74	3,56	3,59
Тулайская 108	2,61	2,53	3,15	3,79
Экада 109	2,76	2,37	2,66	3,03
Йолдыз	3,68	2,80	3,21	3,31
Ульяновская 105	3,52	3,76	3,16	2,71
Экада 70	3,69	3,15	3,11	3,65
Маргарита	3,15	3,13	3,41	3,19
Тулайковская надежда	2,55	3,47	2,92	3,10
Хаят	2,95	2,67	3,23	4,15
Черноземноуральская 2	2,42	2,68	3,03	3,14
Уралосибирская	3,31	3,66	2,71	3,49
Иделле	3,01	3,81	3,40	2,44
Екатерина	2,74	3,23	3,24	3,78
НСР <sub>0,05</sub> Фактор А (сроки обработки)	0,66			
Фактор В (сорта)	1,05			

Эффективность двукратной защиты в фазе колошения и молочной спелости проявилась только лишь на сорте Маргарита, который по нашим данным обладает низким иммунитетом к септориозу.

**Выводы.** 1. В годы исследований обнаружили стабильно минимальное развитие септориоза на листья сорта Архат, Черноземноуральская 2, Экада 113 и Йолдыз; умеренное развитие – Экада 66, Симбирцит, Экада 70, Хаят; стабильно высокую степень поражения – Казанская Юбилейная, Тулайковская надежда, Маргарита, начиная с фазы молочной спелости – Злата, Ульяновская 105, Иделле; очень сильное развитие – сорт Екатерина.

Неблагоприятные гидротермические условия периода вегетативного роста растений в 2018 году активизировали распространение септориоза листьев на изучаемых сортах, что обнаружило не высокую отрицательную связь величины урожайности сортов

с распространением патогена на растениях.

3. На варианте без фунгицидной защиты сформировали максимальную урожайность сорта Архат, Йолдыз, Экада 70, Симбирцит с замедленным распространением патогена. Данные сорта при использовании в гибридизации могут быть источниками признака устойчивости к септориозу у новых генотипов.

4. Сорта Казанская юбилейная, Злата, Тулайковская надежда, Иделле, Уралосибирская отличались интенсивностью распространения инфекции на ранних этапах развития и сформировали более высокую урожайность на варианте фунгицидной защиты в период кушения.

5. На сортах Маргарита, Экада 113, Эстер, Экада 66, Тулайковская 108, Экада 109, Хаят, Черноземноуральская 2, Екатерина наибольшая эффективность фунгицидных обработок проявилась при использовании препарата Колосаль Про в фазе молочной спелости.

### Литература

1. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова и др. // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 60-62.
2. Амиров М. Ф., Амиров А. М. Яровая твердая пшеница лесостепи Поволжья. Казань: изд-во "Бриг", 2018. 290 с
3. Харина А. В. Влияние степени поражения септориозом колоса на основные показатели продуктивности яровой мягкой пшеницы // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Материалы IX Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией И.А. Устюжанина. Киров, 2023. С. 356-361.
4. Шарипов С. А. Климат, земля и урожай. Казань: «Фэн», 1995.188 с.
5. Крупенько Н. А. Влияние гидротермических условий на развитие септориоза листьев озимой пшеницы // Защита растений. 2018. № 42. С. 109-115.
6. Сабирова Р. М. Влияние погодных условий на урожайность ярового тритикале // Современные

состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса. Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 471-475.

7. Зерновые культуры (выращивание, уборка, доработка и использование). Т.1 / Д. Шпаар, Х. Гинапп, Д. Дрегер и др.; под ред. Д. Шпаара. М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2008. 336 с.

8. Септориозы зерновых культур и их вредоносность / Н. А. Крупенько, Е. И. Жук, С. Ф. Бута и др. // Вестні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2017. № 4. С. 66-75.

9. Пригге Г., Герхард М., Хабермайер И., Грибные болезни зерновых культур. Лимбургерхоф, 2004. 183 с.

10. Dispersal of *Septoria nodorum* pycnidiospores by simulated rain and wind / R. M. Brennan, B.D.L. Fitt, G.S. Taylor, J. Colhoun // *Phytopathol. Z.* 1985, pp. 291-297.

11. Болезни зерновых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга) / С. С. Санин, В. И. Черкашин, Л. Н. Назарова и др.. М. 2010. 138 с.

12. Санина А. А., Анцифирова Л. В. Видовой состав грибов *Septoria* SACC. На пшенице в Европейской части СССР // *Микология и фитопатология*. 1991. Т. 25. Вып.3. С. 250-252.

13. Global insight into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. / Z. E. Eyal, A. L. Sharen, M. D. Huffman, J. M. Prescott // *Phytopathology*. 1985. pp. 1456-1462.

14. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян. М.: Наука, 1969. 280 с.

15. Орлов А. Н., Ткачук О. А., Павлюкова Е. В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от элементов технологии // *Достижения науки и техники*. 2009. № 7. С. 28-30.

16. Голубцов Д. Н., Жижина Е. Ю., Мелькумова Е. А. Эффективность применения многокомпонентных фунгицидов против вредоносных микозов озимой пшеницы // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2022. Т. 15. № 3 (74). С. 79-86.

17. Поддымкина Л. М., Гулова И. А. Оценка эффективности применения фунгицидов Колосаль Про и Спирита в посевах озимой пшеницы // *Плодородие*. 2020. № 1 (112). С. 16-18.

18. Лукманова А. А., Вафин И. Х., Сафин Р.И. Использование агрометеорологических данных в прогнозе развития септориоза листьев яровой пшеницы // *Биологическая защита растений с использованием генетических технологий*. Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 208-214.

19. Таланов И. П. Оптимизация приемов формирования высокопродуктивных ценозов яровой пшеницы. Казань: КГСХА, 2003. 173 с.

20. Лукманова А. А., КадYROва Ф. З. Отзывчивость сортов яровой пшеницы к некорневым подкормкам и развитие септориоза в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // *Биологическая защита растений с использованием генетических технологий*. Казань, 2022. С. 201-207.

**Сведения об авторах:**

Лукманова Айзиля Ахнаповна - аспирантка, e-mail aizilya@mail.ru

КадYROва Фануся Загитовна - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail fanusa51@rambler.ru  
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF SPRING COMMON WHEAT VARIETIES TO SEPTORIA LEAF BLIGHT AND THE EFFECTIVENESS OF PROTECTING PLANTS FROM PATHOGENS IN THE CONDITIONS OF THE PREDKAMA ZONE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**A. A. Lukmanova, F. Z. Kadyrova**

**Abstract.** The article analyzes data on the study of the susceptibility of new varieties of spring soft wheat, having different ecological and geographical origins, to septoria, which has become widespread in recent decades in the Middle Volga region. Studies by many authors have shown the harmfulness of this disease, which causes significant damage to the yield and seed quality of grain, which makes it urgent to select more immune varieties for cultivation in industrial crops and for use in plant breeding. Varieties with a consistently low level of development of septoria leaf blight, both by year and by periods of plant development, were identified. The least widespread pathogen *Septoria tritici* in crops during the formation of the reproductive zone of plants (earing and milky ripeness) were varieties Arhat of the Penza Research Institute of Agriculture, Chernozemnouralskaya selection of the Research Institute of Agriculture of the Central Emergency Plant named after V.V. Dokuchaev, Ekada 113 – Samara Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaikova and Yoldyz - selections of the Tatar Research Institute of Agriculture. Based on the results of studying the responsiveness of genotypes to the timing of fungicidal protection, varieties Arhat, Yoldyz, Ekada 70, Simbirskit with a slow spread of the pathogen, bred in breeding institutions of the Volga region, were identified. These varieties generated the maximum yield in the variant without fungicidal treatment and are valuable for breeding as sources of the trait of resistance to septoria. On the varieties Kazanskaya Yubileynaya, Zlata, Tulaikovskaya Nadezhda, Idelle, Uralosibirskaya, the effectiveness of fungicidal protection was manifested during treatment in the heading phase, and on the varieties Margarita, Ekada 113, Ester, Ekada 66, Tulaikovskaya 108, Ekada 109, Khayat, Chernozemnouralskaya 2, Ekaterina v - phase of milk ripeness.

**Key words:** soft wheat, varieties, septoria, yield, disease prevalence, yield correlation.

**References**

1. The role of the predecessor as an element of organic farming in the cultivation of spelled wheat in the conditions of the Predkamsk zone of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhtudinov, I. M. Serzhanov, A. R. Serzhanova and others // *Fertility*. 2020. No. 3 (114). pp. 60-62.

2. Amirov M. F., Amirov A. M. Spring durum wheat of the Volga forest-steppe. Kazan: Brig publishing house. 2018. 290 s

3. Kharina A. V. The influence of the degree of infection of the ear by septoria on the main indicators of productivity of spring soft wheat // *Methods and technologies in plant breeding and crop production. Materials of the IX International Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of I.A. Ustyuzhanina. Kirov, 2023. pp. 356-361.*

4. Sharipov S. A. Climate, land and harvest. Kazan: "Fen" 1995.188 p.

5. Krupenko N. A. Influence of hydrothermal conditions on the development of septoria leaves of winter wheat // *Plant Protection*. 2018. No. 42. pp. 109-115.

6. Sabirova R. M. The influence of weather conditions on the yield of spring triticale. // *Current state and prospects for*



the development of the technical base of the agro-industrial complex. Scientific proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor P.G. Mudrov. Kazan: Kazan State Agrarian University 2021. pp. 471-475.

7. Grain crops (growing, harvesting, processing and use). T.1/ D. Spaar, H. Gienapp, D. Dreger, D. Spaar. M.: Publishing House LLC "DLV Agrodelo", 2008. 336 p.

8. Septoria of grain crops and their harmfulness / N. A. Krupenko, E. I. Zhuk, S. F. Bug et al. // News of the National Academy of Sciences of Belarus. Gray agricultural sciences. 2017. No. 4. pp. 66-75.

9. Prigge G., Gerhard M., Habermeier I., Fungal diseases of grain crops: Limburgerhof, 2004. 183 p.

10. Dispersal of Septoria nodorum pycnidiospores by simulated rain and wind / R. M. Brennan, B.D.L. Fitt, G. S. Taylor, J. Colhoun // Phytopathol. Z. 1985. pp. 291-297.

11. Diseases of grain crops (recommendations for phytosanitary monitoring) / S. S. Sanin, V. I. Cherkashin, L. N. Nazarova et al. M. 2010. 138 p.

12. Sanina A. A., Antsifirova L. V. Species composition of Septoria SACC mushrooms. On wheat in the European part of the USSR // mycology and phytopathology. 1991. T. 25. Issue 3. pp. 250-252.

13. Global insight into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. / Z. E. Eyal, A. L. Sharen, M. D. Huffman, J. M. Prescott // Phytopathology. 1985. pp. 1456-1462.

14. Ovcharov K. E. Physiological basis of seed germination. M.: Nauka, 1969. 280 p.

15. Orlov A. N., Tkachuk O. A., Pavlikova E. V. Yield and grain quality of spring wheat depending on the elements of technology // Advances in science and technology. 2009. No. 7. pp. 28-30.

16. Golubtsov D. N., Zhizhina E. Yu., Melkumova E. A. Efficiency of using multicomponent fungicides against harmful mycoses of winter wheat // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2022. T. 15. No. 3 (74). pp. 79-86.

17. Poddymkina L. M., Gulova I. A. Evaluation of the effectiveness of the use of Kolosal Pro and Spirit fungicides in winter wheat crops // Fertility. 2020. No. 1 (112). pp. 16-18.

18. Lukmanova A. A., Vafin I. Kh., Safin R. I. Use of agrometeorological data in forecasting the development of septoria leaf blight of spring wheat // Biological plant protection using genomic technologies. Collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. Kazan, 2022. pp. 208-214.

19. Talanov I. P. Optimization of methods for the formation of highly productive cenoses of spring wheat. Kazan: KGSHA, 2003. 173 p.

20. Lukmanova A. A. Kadyrova F. Z. Responsiveness of spring wheat varieties to foliar feeding and the development of septoria in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan // Biological plant protection using genomic technologies. Kazan, 2022. pp. 201-207.

**Authors:**

Lukmanova Aizilya Akhnapovna - graduate student, e-mail [aizilya@mail.ru](mailto:aizilya@mail.ru)

Kadyrova Fanusya Zagitovna - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail [fanusa51@rambler.ru](mailto:fanusa51@rambler.ru)

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ  
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ БУИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Фасхутдинов, М. Ю. Михайлова**

**Реферат.** В статье представлены результаты агроэкологической оценки применения минеральных удобрений на посевах сахарной свеклы по Буинскому муниципальному району за последние восемь лет (2015-2022 годы). Научная новизна заключается в рассмотрении вопроса о статистической обработке фактических данных урожайности сахарной свеклы и уровне применения минеральных удобрений под эту культуру применительно к конкретному муниципальному району, что безусловно имеет и практическую значимость при принятии управленческих решений о определении структуры видового состава минеральных удобрений. В результате исследования была проанализирована зависимость урожайности сахарной свеклы от количества внесённых основных видов минеральных удобрений за период с 2015 по 2022 годы. Корреляционный анализ урожайности сахарной свеклы и количества внесённых под эту культуру различных видов минеральных удобрений выявил зависимость урожайности от количества внесённых калийных удобрений. Далее была определена формула регрессионного анализа зависимости урожайности сахарной свеклы от количества внесённых калийсодержащих минеральных удобрений. Проведённые регрессионный и корреляционный анализы возделывания сахарной свеклы показали, что уровень естественного плодородия пахотных почв Буинского района обеспечивают получение лишь 17,8 т/га корнеплодов. Внесение минеральных удобрений обеспечивает получение 35,5 т/га сахарной свеклы. Прибавка урожайности при этом составит 15,5 т/га. Наибольшая тесная связь между повышением урожайности и элементами питания отмечена у калийсодержащих удобрений (коэффициент корреляции 0,45). Слабая теснота зависимости по шкале Чеддока отмечена между повышением урожайности и уровнем внесения азотных и фосфорных удобрений (0,08 и 0,11). Это обуславливает то, что почвы под сахарной свеклой высокоплодородные и хорошо обеспечены данными элементами питания.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, урожайность, корреляционный анализ, азот, фосфор, калий, шкала Чеддока.

**Введение.** Сахарная свёкла - важнейшая техническая культура, дающая сырьё для пищевой промышленности, востребованность которой резко выросла в последнее время [1]. Буинский муниципальный район традиционно является одним из самых главных свеклосеющих районов Татарстана, в последние годы под эту культуру ежегодно отводятся около 8 тыс. га пахотных земель района, что составляет порядка 10% пашни [2, 3].

Одним из основных факторов определяющих сбор корнеплодов сахарной свеклы за счет увеличения ее урожайности в агроценозах на сегодняшний день является уровень применения минеральных удобрений и состояние почвенного плодородия [4, 5].

Следует отметить, что в последние десятилетия прослеживается тенденция сокращения применения минеральных удобрений из-за дороговизны последних [6, 7, 8]. По этой причине очень важно грамотное и эффективное использование минеральных удобрений на основе анализа и обобщения практических результатов, полученных в растениеводстве сельскохозяйственных товаропроизводителей [9, 10, 11]. Такой анализ позволит выработать правильную стратегию планирования при принятии управленческих решений грамотного использования агрохимикатов применительно муниципальному району [12, 13, 14].

**Условия, материалы и методы.** Объектом наших исследований были; статистические данные по количеству внесённых

минеральных удобрений под сахарную свеклу в течении последних восьми лет (2015-2022 годы) и урожайность данной культуры за соответствующий период в Буинском муниципальном районе. Статистические данные были взяты из открытых источников сайта Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. Статистическая обработка фактических данных проводилась методом корреляционного и регрессионного анализа по приложению пакет анализа Microsoft Office Excel 2016.

**Результаты и обсуждение.** Сахарная свекла как известно, культура очень требовательная к уровню плодородия почв. По данным агрохимических обследований ФГБУ «ЦАС «Татарский» на 1 января 2023 года в пахотных почвах Буинского муниципального района средневзвешенное содержание гумуса было 6,1%, фосфора - 130 мг/кг, калия - 140,9 мг/кг. В таблице 1 приводятся расчеты по определению возможных урожаев за счет почвенного плодородия.

При расчетах были взяты максимальные коэффициенты использования из почвы: азот - 0,7 фосфор - 0,1, калий - 0,25. Расчеты проводились в соответствии с методическими указаниями кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ [2].

Уровень естественного плодородия пахотных почв района по средневзвешенным агрохимическим показателям достаточно только для получения урожайности сахарной свеклы на уровне 17,8 т/га.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 1 - Потенциал пашни Буинского муниципального района по сахарной свекле

Элементы питания	Доступны в почве, кг	Хозяйственный вынос на 1 т продукции, кг	Возможный урожай за счет почвенного плодородия, т/га
Азот	105	5,9	17,8
Фосфор	42	1,8	23,7
Калий	173	7,5	23,1

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о высоких урожаях сахарной свеклы достигнутых в Буинском муниципальном районе за последние восемь лет. В отдельные годы урожайность сахарной свеклы по району

превысила 40,0 т/га (табл. 2). В среднем за восемь последних лет урожайность сахарной свеклы составила 33,5 т/га, что значительно превысила естественный потенциал пахотных почв района.

Таблица 2 - Урожайность и площади посевов сахарной свеклы по Буинскому муниципальному району за 2015-2022 годы

Годы	Урожайность, т/га	Площади посевов, га	Валовый сбор, т
2015	35,2	7888	277657,6
2016	38,6	9087	350758,2
2017	37,4	9055	338657,0
2018	24,2	6192	149846,4
2019	40,4	8918	360287,2
2020	41,7	7011	292358,7
2021	31,4	7622	239330,8
2022	35,4	7958	281713,2
В среднем	35,5	7966	286326,1

Многочисленными исследованиями установлено, что получение высоких и стабильных урожаев сахарной свеклы практически невозможно без применения агрохимикатов. Главная роль здесь отводится применению

минеральных удобрений [3]. В таблице 3 приводятся данные по количеству внесенных минеральных удобрений на посевах сахарной свеклы за последние восемь лет по Буинскому муниципальному району.

Таблица 3 - Применение минеральных удобрений на сахарной свекле по Буинскому муниципальному району за 2015-2022 годы

Годы	Внесено минеральных удобрений кг/га д.в.			
	Азотных	Фосфорных	Калийных	Всего
2015	84	43	43	170
2016	64	23	82	169
2017	175	116	119	410
2018	76	50	81	207
2019	74	53	102	229
2020	86	66	121	273
2021	94,8	56,6	104,5	255,9
2022	66,3	82,7	76,2	225,2
В среднем	90,0	61,3	91,1	242,4

В среднем за восемь последних лет под сахарную свеклу было внесено 90 кг азота, 61,3 кг фосфора и 91,1 кг калия в целом насыщенность пашни минеральными удобрениями на посевах сахарной свеклы составила за последние восемь лет 242,4 кг д.в./га.

Максимальное количество минеральных удобрений было применено в 2017 году, когда на каждый гектар посевов сахарной свеклы приходилось 410 кг д.в. питательных элементов, что более двух раз превышало уровень

применения в 2015 и 2016 годов, когда на каждый гектар приходилось 170 и 169 кг д.в. Бесспорно, что применение минеральных удобрений является мощным фактором получения высоких и стабильных урожаев сахарной свеклы [15, 16].

Для установления степени влияния внесения минеральных удобрений на урожайность сахарной свеклы был проведен корреляционный анализ. Полученные значения коэффициентов корреляции приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Данные корреляционного анализа между количеством внесенных минеральных удобрений и урожайностью сахарной свеклы по Буинскому муниципальному району за 2015-2022 годы

	Азот	Фосфор	Калий	Всего	Урожайность
Азот	1				
Фосфор	0,78	1			
Калий	0,48	0,49	1		
Всего	0,91	0,89	0,74	1	
Урожайность	0,08	0,11	0,45	0,19	1

Как видим из таблицы 4 урожайность сахарной свеклы в Буинском районе последние шесть лет мало зависела от количества внесенных азотных и фосфорных минеральных удобрений. Величина коэффициента корреляции между количеством внесенного минеральными удобрениями азота, фосфора и урожайностью сахарной свеклы составила 0,08 и 0,11 соответственно, что соответствует слабой тесноте зависимости по шкале Чеддока. Причиной слабой зависимости урожайности сахарной свеклы от применения азотных и фосфорных удобрений могло быть их сравнительно высокое содержание в почве. Под посевы сахарной свеклы в районе отводятся самые плодородные пойменные почвы на водоразделах рек Свяга и Кильна, которые преимущественно представлены степными и лесостепными черноземами [3]. Однако была установлена средняя степень зависимости урожайности сахарной свеклы от количества внесенных калийных минеральных удобрений, где величина коэффициента корреляции составила 0,45 умеренная по шкале Чеддока. Данный факт, по всей вероятности, объясняется большей востребованностью элемента калия. Как известно, что из основных элементов питания сахарная свекла больше всего потребляет элемента калия [4]. Так по данным ряда, авторов хозяйственный вынос у сахарной свеклы

по калию превышает вынос азота 1,27 раз фосфора 4,1 раза [17, 18, 19]. Для определения характера зависимости урожайности от количества внесенных калийсодержащих минеральных удобрений был проведен регрессионный анализ, который определил формулу зависимости урожайности сахарной свеклы в Буинском муниципальном районе за 2016-2022 годы, от количества питательного элемента калия, внесенного с минеральными удобрениями за тот же временной интервал. Данная формула линейной регрессии зависимости урожайности сахарной свеклы от количества внесенных калийсодержащих минеральных удобрений имеет следующий вид:

$$Y = 284,2 + 0,75 \times X$$

где Y – урожайность сахарной свеклы;

X – количество внесенных калийсодержащих удобрений в пересчете на действующее вещество оксида калия;

284,2 и 0,75 – коэффициенты регрессии, полученные при проведении статистической обработке фактических данных.

О точности предсказания и степени различий между предсказанными данными по указанной формуле и фактическими данными можно судить по графику подбора и графику остатков, представленных на рисунке.

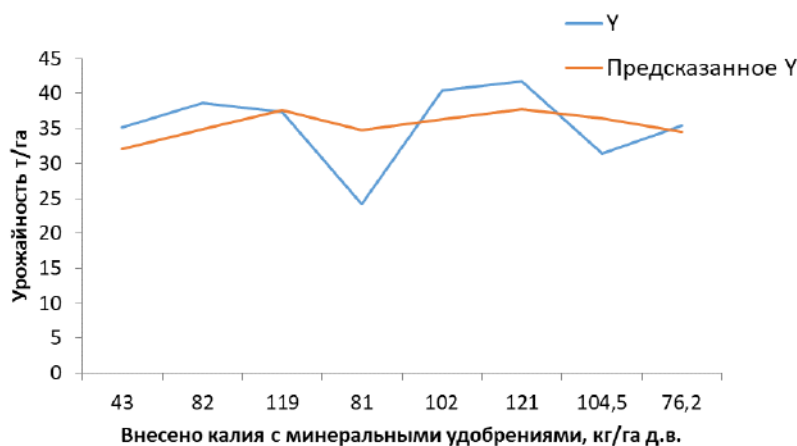


Рисунок - Зависимость урожайности сахарной свеклы от количества внесенных калийных удобрений

**Выводы.** 1. Сложившийся за последние годы уровень естественного плодородия пахотных почв Буинского муниципального района по среднезвешенным агрохимическим показателям (гумуса, подвижного фосфора и обменного калия) достаточно только для получения урожайности сахарной свеклы на уровне около 17,8 т/га.

2. Уровень урожайности сахарной свеклы за последние восемь лет (2015-2022 годы) составил 35,5 т/га. Одним из факторов

достигнутого уровня урожайности сахарной свеклы является применение минеральных удобрений.

3. Статистическая обработка фактических данных внесенных минеральных удобрений и урожайности сахарной свеклы последние восемь лет в условиях Буинского муниципального района Республики Татарстан, указывает на зависимость урожайности сахарной свеклы в первую очередь от количества внесенных калийсодержащих минеральных удобрений [20].

**Литература**

1. Святова О. В., Полтарыхина Г. Б. Развитие рынка сахара: проблемы, резервы и приоритеты // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1. С. 21-24.  
 2. Шафран С. А., Ильюшенко И. В., Козенчева Е. С. Влияние агрохимических свойств почв на окупае-

- мость минеральных удобрений прибавкой урожая сахарной свеклы // Плодородие. 2018. № 2 (101). С. 1-4.
3. Особенности управления земельными ресурсами Республики Татарстан и приёмы повышения плодородия почв: С. Р. Сулейманов, Н. А. Логинов, С. В. Сочнева [и др.]. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2022. 64 с.
4. Ахияров Б. Г., Ахиярова Л. М., Валитов А. В. Влияние калийных удобрений на продуктивность столовой свеклы // Тенденции развития современной науки и образования: традиции, опыт, инновации. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). 2018. С. 10-13.
5. Оптимальные способы посева кормосмесей на рассчитанных фонах минерального питания в почвенно-климатических условиях лесостепи / Р. И. Сафин, М. Ф. Амиров, С. Р. Сулейманов, М. Ю. Гилязов // Вестник Казанского ГАУ №4 (51). 2019. С.72-76.
6. Динамика плодородия почв Республики Татарстан / П. А. Чекмарев, А. А. Лукманов, С. Ш. Нуриев, Р. Р. Гайров // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 6-9.
7. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ. 2021. С. 133-140.
8. Минникаев Р. В., Сержанов И. М., Фатыхов Д. А. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков Северной части лесостепи Поволжья // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг.). В 2-х частях, Чебоксары, 16 ноября 2020 года. Том Часть 1. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет. 2020. С. 220-230.
9. Михайлова М. Ю., Минникаев 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.
10. Колесар В. А. Эффективность технологии использования органоминеральных удобрений для улучшения урожайности и фитосанитарного состояния посевов сои обыкновенной в Республике Татарстан // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции. Казань. 26–27 октября 2022 года. Казань. Казанский государственный аграрный университет. 2022. С. 185-193.
11. Ахрарова А. С., Гаффарова Л. Г. Сравнение эффективности различных способов внесения микроэлементов и их влияние на урожай и качество яровой пшеницы // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции Казань. 01–03 июля 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2021. С. 52-59.
12. Лукманов А.А. Состояние плодородия почв Республики Татарстан и проблемы повышения их плодородия. Казань. 2020. 160 с.
13. Рыжих Л. Ю., Липатников А. И. Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань. 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2021. С. 41-44.
14. Минникаев Р. В., Фасхутдинов Ф. Ш., Михайлова М. Ю. Управление факторами почвенного плодородия в условиях Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 4(4). С. 34-39.
15. Михайлова М. Ю. Роль листовых подкормок в формировании зеленой массы кукурузы // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань. 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2021. С. 153-159.
16. Галаветдинов С. М. Гилязов М. Ю., Лукманов А. А. Эффективность листовых подкормок препаратом "Биополимик" на посевах яровой пшеницы // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2021. С. 112-116.
17. Гилязов М. Ю., Минникаев Р. В., Гаффарова Л. Г. Влияние новых комплексных удобрений производства ООО «Инко-ТЭК агроАлабуга» на полевую всхожесть семян и первоначальный рост растений озимой пшеницы // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года. Казань. Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет. 2022. С. 73-80.
18. Михайлова М. Ю. Возделывание кукурузы по зерновой технологии в условиях Республики Татарстан // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2021. С. 302-307.
19. Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка возделывания гибридов ярового рапса на расчетных фонах минерального питания в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / И. И. Габбасов, С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин [и др.] // Агрохимический вестник. 2023. № 3. С. 64-69.
20. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). Kazan. 13–14 ноября 2019 года. EDPSciences: EDPSciences. 2020. P. 00250.

**Сведения об авторах:**

Миникаев Рогать Вагизович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: ragat@mail.ru  
 Фасхутдинов Фаннур Шаукатович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: ditto1961t@mail.ru  
 Михайлова Марина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: marisha.m.u@mail.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**THE USE OF MINERAL FERTILIZERS AND THE YIELD OF SUGAR BEET IN THE CONDITIONS OF THE BUINSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

R. V. Minikaev, F. S. Faskhutdinov, M. Y. Mikhailova

**Abstract.** The article presents the results of an agroecological assessment of the use of mineral fertilizers on sugar beet crops in the Buinsky municipal district over the past eight years (2015-2022). The scientific novelty lies in considering the issue of statistical processing of actual data on sugar beet yields and the level of application of mineral fertilizers for this crop in relation to a specific municipal district, which certainly has practical significance when making management decisions, determining the structure of the specific composition of mineral fertilizers. As a result of the study, the dependence of sugar beet yield on the amount of the main types of mineral fertilizers applied for the period from 2015 to 2022 was analyzed. Correlation analysis of sugar beet yield and the amount of various types of mineral fertilizers applied to this crop revealed the dependence of yield on the amount of potash fertilizers applied. Next, the formula for regression analysis of the dependence of sugar beet yield on the amount of potassium-containing mineral fertilizers was determined. Regression and correlation analyses of sugar beet cultivation have shown that the level of natural fertility of arable soils in the Buinsky district provides only 20 t/ha of root crops. The application of mineral fertilizers ensures the production of 35,5 t/ha of sugar beet. The increase in yield at the same time will be 15,5 t/ha. The closest relationship between the increase in yield and nutrition elements was observed in potassium-containing fertilizers (coefficient 0.45). A slight tightness of dependence on the Cheddock scale was noted between an increase in yield and the level of application of nitrogen and phosphorus fertilizers (0.08 and 0.11). This causes the fact that the soils under sugar beet are highly fertile and well provided with these nutrients.

**Key words:** mineral fertilizers, yield, correlation analysis, nitrogen, phosphorus, potassium, Cheddock scale.

**References**

1. Svyatova O. V., Poltarykhina G. B. Sugar market development: problems, reserves and priorities // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2016. No. 1. pp. 21-24.
2. Shafran S. A., Ilyushenko I. V., Kozeicheva E. S. The influence of agrochemical properties of soils on the payback of mineral fertilizers by increasing the yield of sugar beet // Fertility. 2018. No. 2 (101). pp. 1-4.
3. Features of land resources management of the Republic of Tatarstan and methods of increasing soil fertility: S. R. Suleymanov, N. A. Loginov, S. V. Sochneva [et al.]. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2022. 64 p.
4. Ahiyarov B. G., Ahiyarova L. M., Valitov A. V. The influence of potash fertilizers on the productivity of table beets // Trends in the development of modern science and education: traditions, experience, innovations. Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation). 2018. pp. 10-13.
5. Optimal methods of sowing forage mixtures on calculated backgrounds of mineral nutrition in soil and climatic conditions of the forest-steppe / R. I. Safin, M. F. Amirov, S. R. Suleymanov, M. Yu. Gilyazov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University No.4 (51). 2019. pp.72-76.
6. Dynamics of soil fertility of the Republic of Tatarstan / P. A. Chekmarev, A. A. Lukmanov, S. S. Nuriev, R. S. Gayrov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2014. No. 4. pp. 6-9.
7. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in increasing the sustainability of crop production // Global challenges for food security: risks and opportunities. Scientific papers of the international scientific and practical conference. Kazan: Kazansky GAU. 2021. pp. 133-140.
8. Minikaev R. V., Serzhanov I. M., Fatykhov D. A. Optimization of the tillage system in the conditions of agro-climatic risks of the Northern part of the Volga forest-steppe // Scientific, educational and applied aspects of the production and processing of agricultural products: A collection of materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Honored Scientist of the Russian Federation, Chuvash ASSR, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Alexander Ivanovich Kuznetsov (1930-2015). In 2-Khanty-Mansiysk, Cheboksary, November 16, 2020. Volume Part 1. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University. 2020. pp. 220-230.
9. Mikhailova M. Yu., Minikaev R. V. Dynamics of macronutrients in gray forest soil under corn crops on green mass in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan when applying increased doses of mineral fertilizers // Fertility. 2020. No. 3 (114). pp. 12-14.
10. Kolesar V. A. Efficiency of the technology of using organomineral fertilizers to improve the yield and phytosanitary condition of soybean crops in the Republic of Tatarstan // Biological protection of plants using genomic technologies: A collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and practical Conference. Kazan. October 26-27, 2022. Kazan. Kazan State Agrarian University. 2022. pp. 185-193.
11. Akhbarova A. S., Gaffarova L. G. Comparison of the effectiveness of various methods of introducing trace elements and their impact on the yield and quality of spring wheat // Global challenges for food security: risks and opportunities: Scientific proceedings of the International scientific and practical conference Kazan. 01-03 July 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. pp. 52-59.
12. Lukmanov A.A. The state of soil fertility of the Republic of Tatarstan and the problems of increasing their fertility. Kazan. 2020. 160 p.
13. Ryzhikh L. Yu., Lipatnikov A. I. Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100 th anniversary of the Department of Agro-chemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University. Kazan. March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. pp. 41-44.
14. Minikaev R. V., Faskhutdinov F. Sh., Mikhailova M. Yu. Management of soil fertility factors in the conditions of the Republic of Tatarstan // Agro biotechnologies and digital agriculture. 2022. No. 4(4). pp. 34-39.
15. Mikhailova M. Yu. The role of leaf fertilizing in the formation of green mass of corn // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to

the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University. Kazan. March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. pp. 153-159.

16. Galavetdinov S. M., Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A. The effectiveness of leaf fertilizing with the preparation "Biopolymic" on spring wheat crops // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University, Kazan, March 17, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. pp. 112-116.

17. Gilyazov M. Yu., Minikaev R. V., Gaffarova L. G. The influence of new complex fertilizers produced by Inco-TEK agro Alabuga LLC on field germination of seeds and initial growth of winter wheat plants // Circular economy in agriculture: international experience for the Republic of Tatarstan: Proceedings based on the materials of the round table round table in the framework of the final board of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan, Kazan, February 24-25, 2022. Kazan. Kazan State Agrarian University: Kazan State Agrarian University. 2022. pp. 73-80.

18. Mikhailova M. Yu. Cultivation of corn by grain technology in the conditions of the Republic of Tatarstan // Global challenges for food security: risks and opportunities: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, July 01-03, 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. pp. 302-307.

19. Agronomic, energy and Economic assessment of cultivation of spring rapeseed hybrids on calculated backgrounds of mineral nutrition in soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan / I. I. Gabbasov, S. R. Suleymanov, F. N. Safiollin [et al.] // Agrochemical Bulletin. 2023. No. 3. pp. 64-69.

20. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). Kazan. November 13-14, 2019. EDP Sciences: EDP Sciences. 2020. P. 00250.

**Authors:**

Minikaev Rogat Vagizovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: ragat@mail.ru  
 Faskhutdinov Fannur Shaukatovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: ditto1961t@mail.ru  
 Mikhailova Marina Yurievna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: marisha.m.u@mail.ru  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РУБКИ ОСВЕЩЕНИЯ СТАРЫХ  
НЕПРОДУВАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

Ф. Н. Сафиоллин, С. Р. Сулейманов, Н. А. Логинов, И. И. Габбасов

**Реферат.** На опытном поле агрономического факультета (с. Усады) Казанского государственного аграрного университета в 2015 году ГКУ «Лаишевское лесничество» провело рубку осветления (полностью вырубил все кустарники и американский клен на старой лесной полосе длиной 300 метров) и до конца работу не довели. В качестве контроля взяли следующие 300 м и провели сравнительную оценку эффективности продуваемой и непродуваемой лесной полосы. Опыт проводился в 2016-2018 годы в звене севооборота: озимая рожь на зерно (сорт Радонь) – яровая пшеница на зерно (сорт Ульяновская 100) и яровой рапс (сорт Гедемин Белорусской селекции). Результаты исследований показали, что зона положительного влияния осветленной лесной полосы увеличивается до 120 м против 150 м у лесной полосы плотной конструкции. Прибавка валового сбора зерна озимой ржи с зоны влияния осветленной лесной полосы составила 9,5 т/га, яровой пшеницы – 10,1 и рапсового масличного сырья – 6,0 т/га. При пересчете в зерновые единицы, в отличие от прибавки урожайности, на первое место выходит яровой рапс (прибавка 31,2%), поскольку высокое содержание сырого жира (45-46%) обеспечивает высокий валовой сбор зерновых единиц. Вторую позицию занимает яровая пшеница (прибавка от рубки осветления составляет 27,6%) и озимая рожь занимает последнее место с прибавкой зерновых единиц 18,8 процентов. Итоговый валовой сбор зерновых единиц звена полевого севооборота после рубки осветления превышает старую лесную полосу плотной непродуваемой лесной полосы на 25,2%. Общие затраты на рубку осветления плотной лесной полосы в зависимости от культуры окупаются в течение 0,8- (яровой рапс) – 2,2 года (озимая рожь).

**Ключевые слова:** полезащитные лесные полосы (ПЗЛП), конструкция ПЗЛП, рубка осветления, зона влияния, урожайность, рентабельность, окупаемость.

**Введение.** Агроресомелиоративный и почвозащитный эффект полезащитной лесной полосы зависит от конструкции лесных полос:

- продуваемая лесная полоса;
- плотная непродуваемая лесная полоса;
- ажурная лесная полоса [1, 2, 3].

В продуваемой лесной полосе высаживаются в 3-4 ряда высокорослые породы деревьев с шириной междурядий 3 м и расстоянием между посадочными местами в рядах не более 1,5-2,0 метра, с тем расчетом, чтобы между стволами просвет составил до 60% [4, 5, 6].

При посадке полезащитных лесных полос необходимо оставить разрывы для прохождения ураганной ветровой волны и сельскохозяйственной техники к каждому полю севооборота шириной 8-10 м. Это же требование предъявляется и к продольным лесным полосам [7, 8, 9].

Известно, что массовое движение по посадке лесных полос в СССР под девизом «За Ленинское отношение к природе» было начато в 1961 году по инициативе тогдашнего генерального секретаря ЦК КПСС Хрущева Н.С., который лично посетил ТАССР (в Азнакаевском районе имеется «лес Хрущева Н.С.»). В последующем, насыщенность пашни нашей республики полезащитными лесными полосами продуваемой конструкции выросла до 2,5-3,0%, что, несомненно, положительно повлияло на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур [10, 11, 12]. Однако, со временем, продуваемые лесные полосы естественным путем заросли кустарниками, агрессивным американским кленом и превратились в лесную полосу плотной конструкции [13, 14, 15].

В результате площади накопления снега резко снизились, поскольку сугробы высотой более 2 м образуются только с северной стороны лесной полосы [16, 17, 18]. Более того, после выпадения обильных летних осадков полевые дороги вдоль непродуваемых лесных полос долго не высыхают, что становится причиной их расширения до 30-50 м (каждый водитель старается проехать по сухому месту). В связи с этим рубка осветления является единственным способом восстановления эффективности старых лесных полос.

**Условия, материалы и методы.** Основным методом исследований стал полевой опыт, сопровождающийся фенологическими наблюдениями, лабораторными анализами и математическими расчетами.

Полевой опыт с зерновыми культурами проводился по методике Доспехов Б.Г. [19], а для ярового рапса использовали методику, разработанную учеными Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта под общей редакцией чл. корр. РАСХН (ныне РАН) В.М. Лукомца [20]. Фон минерального питания был рассчитан на планируемую урожайность зерновых культур 4 т/га, а для ярового рапса – 2,5 т/га.

Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая. Содержание гумуса низкое (3,5% по Тюрину);  $P_2O_5$  – 145 -155 мг/кг почвы;  $K_2O$  – 108 – 120 мг/кг почвы по Кирсанову; рН солевой вытяжки – 5,3. Глубина пахотного слоя – 20-22 см.

Учет урожайности определяли методом пробных площадок через каждые 10 м от лесных полос в 4-х кратной повторности.



## АГРОНОМИЯ

Качество полученной продукции анализировали в сертифицированных лабораториях ЦАС «Татарский». Погодные условия периода проведения исследований по гидротермическому коэффициенту (ГТК) были следующими: 2016 год – 0,7 (граница засухи); 2017 год – 1,3 (достаточное увлажнение); 2018 год – 0,52 (граница засухи).

**Результаты и обсуждение.** Прежде чем приступить к анализу 3-х летних результатов исследований следует отметить значительное расширение зоны положительного влияния

лесной полосы на рост и развитие всех культур в звене полевого севооборота, которая в конечном итоге привела к повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Зона влияния лесной полосы была установлена на учетных площадках, где были проведены соответствующие наблюдения и определена биологическая и хозяйственная урожайность изучаемых культур. Так, анализируемая величина после осветления старой лесной полосы увеличивается до 210 м, что выше контроля на 40% (табл. 1).

Таблица 1 - Зона влияния и урожайность сельскохозяйственных культур после рубки осветления непродуваемой лесной полосы

Показатели	Озимая рожь	Яровая пшеница	Яровой рапс
<b>Старая непродуваемая лесная полоса</b>			
Зона влияния, м	150	150	150
Урожайность в зоне влияния, т/га	3,2	2,8	1,6
Валовой сбор зерна и маслосемян, с зоны влияния, т/га	14,4	12,6	7,2
<b>Продуваемая лесная полоса</b>			
Зона влияния, м	210	210	210
Урожайность в зоне влияния, т/га	3,8	3,6	2,1
Валовой сбор зерна и маслосемян, с зоны влияния, т/га	23,9	22,7	13,2
НСР <sub>05</sub>	0,32	0,28	0,26

При этом, зоны влияния продуваемой и непродуваемой лесной полосы не зависят от культуры звена полевого севооборота: 150 м плотной лесной полосы и 210 м – после рубки осветления. Самую высокую прибавку урожайности с 1 га посева обеспечила яровая пшеница – 0,8 т/га против 0,6 т/га озимой ржи и 0,5 т/га ярого рапса. Следует особо отметить недобор планируемой урожайности от внесения расчетных норм минеральных удобрений, хотя разрыв в анализируемой величине значительно снижается около осветленной лесной полосы: озимая рожь 3,8 т/га против

тестируемой урожайности 4,0 т/га, яровая пшеница 3,6 и ярого рапса 2,1 вместо 2,5 т/га. Такое противоречие объясняется дефицитом влаги в течение вегетационного периода и превышением термических ресурсов в годы исследований. ГТК были следующими: 2016 год – 0,7 (граница засухи); 2017 год – 1,3 (достаточное увлажнение); 2018 год – 0,52 (граница засухи). Для объективной оценки эффективности рубки осветления лесной полосы необходимо рассчитать среднюю продуктивность звена полевого севооборота в зерновых единицах (табл. 2).

Таблица 2 - Продуктивность звена полевого севооборота в зависимости от изменения конструкции лесных полос, зерновых единиц

Культура	Непродуваемая лесная полоса	Продуваемая лесная полоса	Прибавка зерновых единиц, %
Озимая рожь	3840	4560	18,8
Яровая пшеница	3388	4356	28,6
Яровой рапс	2160	2835	31,2
ИТОГО	9388	11751	25,2
В среднем за 3 года	3129	3917	25,2

При пересчете в зерновые единицы, в отличие от прибавки урожайности, на первое место выходит яровой рапс (прибавка 31,2%), поскольку высокое содержание сырого жира (45-46%) обеспечивает высокий валовой сбор зерновых единиц. Вторую позицию занимает яровая пшеница (прибавка от рубки осветления составляет 27,6%) и озимая рожь занимает последнее место с прибавкой зерновых единиц 18,8%. Итоговый валовой сбор зерновых единиц рубки звена полевого севооборота после рубки осветления превышает старую лесную полосу плотной непродуваемой лесной полосы на 25,2%.

Высокая эффективность рубки осветления старых лесных полос Республики Татарстан подтверждается и экономическими расчетами (табл. 3).

Прибавку продукции рассчитали по формуле (Сулин М. А., 2005):

$$ВСП = Z_v \cdot D_{лп} \cdot Y,$$

где ВСП – валовой сбор продукции, т;  
 $Z_v$  – зона влияния ПЗЛП, м;  
 $D_{лп}$  – длина лесной полосы, м;  
 $Y$  – урожайность сельскохозяйственных культур в зоне влияния, т/га.

## АГРОНОМИЯ

Зона влияния ПЗЛП рассчитывается по следующей формуле (Сулин М. А., 2005):

$$Z_b = H \times K_{\text{ш}} \times K_a,$$

где  $Z_b$  - ширина (зона) защитного влияния, м;  
 $H$  - средняя высота лесной полосы (10-15 м);

$K_{\text{ш}}$  - краткость защитного влияния лесополосы (25-30);

$K_a$  - средний коэффициент защитного влияния в зависимости от угла встречи ( $\alpha$ ) с ветрами вредоносного направления.

Значение  $K_a$  принимается от 1 (при  $d = 90^\circ$ ) до 0,05 (при  $\alpha = 0^\circ$ ).

Таблица 3 – Экономические показатели рубки осветления старых лесных полос Республики Татарстан

Экономические показатели	Озимая рожь	Яровая пшеница	Яровой рапс
Прибавка продукции с зоны влияния, т	9,5	10,1	6,0
Цена реализации, руб./т	6,5	12,5	20,0
Стоимость дополнительной продукции, тыс./руб.	61,8	126,3	120,0
Общие затраты на рубку, сбор, транспортировку и последующую обработку дополнительной продукции, тыс. руб.	42,2	65,8	54,7
Чистая прибыль, тыс. руб.	19,6	60,5	65,3
Рентабельность, %	31,7	47,9	54,4
Срок окупаемости, лет	2,2	1,1	0,8

Расчеты, проводимые по разработанной нами формуле, показывают, что рост валового сбора продукции возрастает до 9,5; 10,1; 6,0 т, соответственно, по культурам (озимая рожь, яровая пшеница, яровой рапс).

Среди трех культур получение самых высоких экономических показателей обеспечил яровой рапс, размещенный около продуваемой лесной полосы: чистая прибыль – 65,3 тыс. руб.; рентабельность – 54,4%, срок окупаемости – 0,8 лет.

**Выводы.** Вырубка кустарников и древесной растительности, в частности агрессивного американского клена, увеличивает

зону положительного влияния осветленной лесной полосы до 210 м (на 40%), обеспечивает дополнительный валовой сбор зерновых единиц звена полевого севооборота на 25,2% выше по сравнению с лесной полосой плотной конструкции.

Капитальные затраты на рубку осветления и текущие расходы на возделывание сельскохозяйственных культур окупаются в течение 1-2-х лет в зависимости от биологических особенностей изучаемых культур. Рентабельность производства зерна озимой ржи составляет 31,7%, яровой пшеницы – 47,9 и рапсового масличного сырья – 54,5%.

### Литература

1. Лесной кодекс Республики Татарстан/Кодекс от 20 июля 1994 г. № 2194-ХП/Республика Татарстан.
2. Агапкин Н. Д., Гушина В. А., Володькин А. А. Лесная пирология. Пенза: РИОО ПГСХА, 2016. 200 с.
3. Газизуллин А. Х. Почвенно-экологические условия формирования лесов Среднего Поволжья. Т.1: Почвы лесов Среднего Поволжья, их генезис, систематика и леснорастительные свойства. Казань: РИЦ "Школа", 2005. 496 с.
4. Гаянов А. Г. Леса и лесное хозяйство Татарстана. ГУП ПИК "Идел-Пресс", Казань, 2001. 240 с.
5. Придорожные защитные насаждения в Республике Татарстан / А. Х. Газизуллин, Х. Г. Мусин, А. С. Пуряев [и др.] // Вестник НЦБЖД. 2014. № 1(19). С. 99-102.
6. Маклеев О. В. Экспресс-оценка эрозивно-опасных участков почв на территории Республики Татарстан с использованием данных дистанционного зондирования земли с учетом климатических факторов // Старт в науке. 2016. №2. С.15-24.
7. Мусин Х. К., Пухачева Л. Ю. Проект лесомелиоративных насаждений "Нармонка". Казань, 2019. 7 с.
8. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в агроландшафтах Предкамья Республики Татарстан / А. Т. Сабиров, И. Р. Галиуллин, Р. Ф. Хузиев, С. Г. Глушко. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2009. 38 с.
9. Корнеева Е. А. Агроекономическое обоснование эффективности противозероной лесомелиорации на склоновых землях юга европейской территории России (ЕТР) // Аграрный вестник Урала. 2017. № 12 (166). С. 4.
10. Система воспроизводства и лесопользования в малолесных регионах Среднего Поволжья / Р. Н. Минниханов, Х. Г. Мусин, Р. Х. Гафиятов, Н. Ф. Гибадуллин // Лесоведение. 2020. № 1. С. 55-63. DOI 10.31857/S002411482001009X.
11. Анализ состояния лесных культур ели в Республике Татарстан / И. К. Сингатуллин, Х. Г. Мусин, А. Р. Мухаметшина, Г. А. Петрова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. № 231. С. 41-55. DOI 10.21266/2079-4304.2020.231.41-55.
12. Искусственные лесные экосистемы: состояние и перспективы развития / Р. Н. Минниханов, Х. Г. Мусин, Н. Ф. Гибадуллин, И. И. Халилов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 3(50). С. 39-46. DOI 10.12737/article\_5bcf55709eaa97.48603592.
13. Роль защитных лесов в экосистеме / Х. Г. Мусин, Н. Ф. Гибадуллин, И. И. Халилов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 4(51). С. 21-23. DOI 10.12737/article\_5c3de3545c7867.47773793.
14. Минниханов Р. Н., Мусин Х. Г. Реализация концепции воспроизводства и лесопользования

в малолесных регионах // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. № 219. С. 47-57. DOI 10.21266/2079-4304.2017.219.47-57.

15. Минниханов Р. Н., Мусин Г. Х., Мартынова Н. В. О концепции воспроизводства и лесопользования в малолесных регионах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 4(150). С. 81-85.

16. Минниханов Р. Н., Мусин Г. Х., Мартынова Н. В. Оптимизация лесопользования в малолесных регионах // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(51). С. 16-22.

17. Ильин Ф. С., Мусин Х. Г. Эффективность реконструкции малоценных молодняков в Республике Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. Т. 7, № 2(24). С. 92-96.

18. Мусин Х. Г., Сабиров А.М. Состояние защитных насаждений в Республике Татарстан и их эколого-экономическая эффективность // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. Т. 7, № 1(23). С. 138-144.

19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

20. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Баранов В. Ф. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар, 2010. 327 с.

**Сведения об авторах:**

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: faik1948@mail.ru  
Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: dusai@mail.ru

Логинов Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: loginov\_2311@mail.ru

Габбасов Ильфат Ильдусович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, e-mail: ilfatik777@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**THE RESULTS OF STUDIES OF THE EFFECTIVENESS OF FELLING LIGHTENING OF OLD WINDLESS FOREST STRIPS**

F. N. Safiollin, S. R. Suleymanov, N. A. Loginov, I. I. Gabbasov

**Abstract.** On the experimental field of the Faculty of Agronomy (S. Usady) of the Kazan State Agrarian University in 2015, the State Institution "Laishevsky Forestry" carried out a clearing (all shrubs and American maple on the old 300-meter-long forest strip were completely cut down) and the work was not completed. Taking this opportunity, we took the next 300 m as a control and conducted a comparative assessment of the effectiveness of the blown and windless forest strip. The experiment was conducted in 2016-2018. in the link of crop rotation: winter rye for grain (Radon variety) - spring wheat for grain (Ulyanovsk 100 variety) and spring rapeseed (Gedemin variety of Belarusian selection). The results of the research showed that the zone of positive influence of the lightened forest strip increases to 120 m against 150 m for the dense forest strip. The increase in the gross harvest of winter rye grain from the zone of influence of the clarified forest strip was 9.5 t/ha, spring wheat - 10.1 and rapeseed oil raw materials – 6.0 t/ha. When converted into grain units, in contrast to the increase in yield, spring rapeseed comes out on top (an increase of 31.2%), since the high content of crude fat (45-46%) ensures a high gross harvest of grain units. The second position is occupied by spring wheat (the gain from clearing is 27.6%) and winter rye occupies the last place with an increase of grain units of 18.8 percent. The final gross harvest of grain cutting units of the field turnover link after clearing exceeds the old forest strip of a dense windless forest strip by 25.2%. The total cost of clearing a dense forest strip, depending on the culture, pays off within 0.8- (spring rapeseed) - 2.2 years (winter rye).

**Key words:** protective forest strips (PZP), PZLP design, clearing felling, Zone of influence, yield, profitability, payback.

**References**

1. Forest Code of the Republic of Tatarstan // Code of July 20, 1994 No. 2194-XII / Republic of Tatarstan.
2. Agapkin N. D., Gushchina V. A., Volodkin A. A. Forest pyrolysis. Penza: RIOO PGSFA, 2016. 200 p.
3. Gazizulin A. H. Soil-ecological conditions of formation of forests of the Middle Volga region. Vol. 1: Soils of forests of the Middle Volga region, their genesis, systematics and forest-growing properties. Kazan: RIC "Shko-la", 2005. 496 p.
4. Gayanov A. G. Forests and forestry of Tatarstan. SUE PIK "Idel-Press", Kazan, 2001. 240 p.
5. Roadside protective plantings in the Republic of Tatarstan / A. H. Gazizullin, H. G. Musin, A. S. Puryaev [et al.] // Bulletin of the National Railways. 2014. No. 1(19). pp. 99-102.
6. Makleev O. V. Express assessment of erosion-hazardous soil sites on the territory of the Republic of Tatarstan using data remote sensing of the earth taking into account climatic factors // Start in Science. -2016. No. 2. pp.15-24.
7. Musin H. K., Pukhacheva L. Yu. The project of forest-reclamation plantings "Narmonka". Kazan. 2019. 7 p.
8. Recommendations for the creation of protective forest plantations in the agro-landscapes of the Kama Region of the Republic of Tatarstan / A. T. Sabirov, I. R. Galiullin, R. F. Huziev, S. G. Glushko. Kazan: Publishing House of the Kazan State Agrarian University, 2009. 38.
9. Korneeva E. A. Agroecological justification of the effectiveness of anti-erosion forest reclamation on the slope lands of the south of the European territory of Russia (ETR) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 12(166). p. 4.
10. The system of reproduction and forest management in the low-forest regions of the Middle Volga region / R. N. Minnikhanov, H. G. Musin, R. H. Gafiyatov, N. F. Gibadullin // Forestry. 2020. No. 1. pp. 55-63. DOI 10.31857/S002411482001009X.
11. Analysis of the state of spruce forest crops in the Republic of Tatarstan / I. K. Singatullin, H. G. Musin, A. R. Mukhametshina, G. A. Petrova // From the bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy. 2020. No. 231. pp. 41-55. DOI 10.21266/2079-4304.2020.231.41-55.
12. Artificial forest ecosystems: the state and prospects of development / R. N. Minnikhanov, H. G. Musin, N. F. Gibadullin, I. I. Khalilov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2018. Vol. 13, No. 3(50). pp. 39-46. DOI 10.12737/article\_5bcf55709eaa97.48603592.
13. The role of protective forests in the ecosystem / H. G. Musin, N. F. Gibadullin, I. I. Khalilov [et al.] // Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2018. Vol. 13, No. 4(51). pp. 21-23. DOI 10.12737/article\_5c3de3545c7867.47773793.
14. Minnikhanov R. N., Musin H. G. Implementation of the concept of reproduction and forest management in low-forest regions // News of the St. Petersburg Forestry Academy. 2017. No. 219. pp. 47-57. DOI 10.21266/2079-4304.2017.219.47-57.

15. Minnikhanov R. N., Musin G. H., Martynova N. V. On the concept of reproduction and forest management in low-forest regions // Bulletin of the Al-Thai State Agrarian University. 2017. No. 4(150). pp. 81-85.
16. Minnikhanov R. N., Musin G. H., Martynova N. V. Optimization of forest management in low-forest regions // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2017. No. 2(51). pp. 16-22.
17. Ilyin F. S., Musin H. G. Efficiency of reconstruction of low-value young animals in the Republic of Tatarstan // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2012. vol. 7, No. 2(24). pp. 92-96.
18. Musin H. G., Sabirov A. M. The state of protective plantings in the Republic of Tatarstan and their ecological and economic efficiency // Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2012. Vol. 7. No. 1(23). pp. 138-144.
19. Dospikhov B. A. Methodology of field experience. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.
20. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Baranov V. F. Methods of conducting field agrotechnical experiments with oilseeds. Krasnodar, 2010. 327 p.

**Authors:**

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faik1948@mail.ru  
Suleymanov Salavat Razyapovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: dusai@mail.ru  
Loginov Nikolay Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: loginov\_2311@mail.ru  
Gabbasov Ilshat Ildusovich - Candidate of Agricultural Sciences, senior lecturer, e-mail: ilfatik777@mail.ru  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ТУЛАЙКОВСКАЯ НАДЕЖДА НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, Р. И. Гараев, А. Р. Сержанова**

**Реферат.** В статье обобщаются результаты двухлетних опытов по изучению влияния на продуктивность яровой пшеницы сорта Тулайковская Надежда и расчетных доз минеральных удобрений на 3 и 4 т зерна с 1 га при различной густоте стеблестоя растений путем изменения норм высева от 4 до 7 млн всхожих зерен на га. Исследования проводили в 2021 и 2022 годах, в звене севооборота чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, на опытных полях института Агробиотехнологий и землепользования Казанского государственного аграрного университета, где почвенный покров представляет следующие агрохимические данные: содержание гумуса (по Тюрину) > 3,0%,  $P_2O_5$  > 250 мг/кг и обменного калия > 145 мг/кг (по вытяжке Кирсанова), рН солевая – 5,9. Агротехника возделывания яровой пшеницы в опытах общепринятая в республике, кроме изучаемых вариантов. Метеорологические условия во время вегетации объекта исследований в 2021 году характеризовались как весьма отрицательными для роста и развития. Температурный и водный режим почвы и воздуха были крайне неблагоприятными. ГТК (май – июнь 0,19-0,25). В 2022 году исследования проводились в условиях достаточного увлажнения и температурного режима. ГТК (май-июнь – 1,37). В условиях как 2021 года так и 2022 года урожайность яровой пшеницы колебалась в широком диапазоне в зависимости от фона питания и норм высева. На неудобренном фоне по нормам высева в 2021 году от 0,87 до 0,97 т/га, на удобренных фонах – 1,08-1,60 и 1,0-1,5 т с 1 га. В 2022 году 2,35-3,08, 4,20-4,81 и 4,70-5,22 т с 1 га соответственно. В среднем внесение удобрений на планируемую урожайность зерна 3 т с 1 га в среднем дали прибавку 1,12 т, на 4 т – 1,3 т зерна с 1 га. Оптимальной нормой высева на всех фонах питания оказалось 5 млн всхожих зерен на 1 га. Продуктивность на контроле 2,09 т, на II фоне – 3,21 и III – 3,37 т зерна с 1 га.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, сорт, норма высева, фон питания урожайность.

**Введение.** Для получения высоких урожаев яровой пшеницы необходимы обеспечение растений в достаточном количестве элементами питания и влагой, создание оптимального стеблестоя в посевах. При этом, как показывают исследования, в целях получения наилучших результатов большое значение приобретает правильное сочетание агрометеорологических мероприятий. Это обусловлено как потенциальными возможностями, так и различной реакцией сорта на создаваемый агрофон [1, 2, 3]. Размножение и быстрое внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов – наиболее дешевое и эффективное средство повышения урожайности [4, 5, 6]. Новый более продуктивный сорт может во всех случаях повышать урожай на 6-8 ц с 1 га. Нельзя забывать, что в поле господствует закон совокупного, а не изолированного действия факторов. Поэтому при введении нового более урожайного сорта необходимо улучшать и условия его возделывания, повышать уровень агротехники [7, 8, 9].

Одним из основных направлений повышения эффективности производства яровой пшеницы является внедрение новых сортов, размещение их по лучшим предшественникам в оптимальные сроки с оптимальной нормой высева. Поэтому поиск агротехнических приемов совершенствования земледелия, переход на адаптивные ресурсосберегающие технологии имеет важное научно-практическое значение и решение зерновой проблемы [10, 11, 12].

В современных условиях увеличения товарных ресурсов зерна невозможно

обеспечить без интенсификации производства растениеводческой отрасли. Она предусматривает применение дифференцированного подхода использования технологий возделывания зерновых культур [13, 14, 15]. Одним из способов, повышающих урожайность сельскохозяйственных культур, является подбор районированных и адаптированных сортов и гибридов к конкретным почвенно-климатическим условиям региона.

Новые высокопродуктивные сорта и гибриды различаются по биологическим особенностям. Они более адаптированы к быстро меняющимся приемам интенсификации [16, 17, 18].

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы является изучение реакции нового сорта яровой пшеницы на уровни применения минеральных удобрений при различных нормах высева в условиях серой лесной почвы Предкамья Республики Татарстан [19, 20].

**Условия, материалы и методы.** Метеорологические условия 2021 года характеризовались не достаточным увлажнением почвы и повышенным температурным режимом в отдельные периоды вегетации яровой пшеницы. Несмотря на хорошую влагозарядку осенью 2020 года, весенние запасы продуктивной влаги в 2021 году оказались существенно ниже оптимальных (148 мм в метровом слое почвы). Высокие среднесуточные температуры воздуха в сочетании с крайне неравномерным выпадением осадков в течение вегетационного периода не обеспечили даже удовлетворительного увлажнения почвы. Вегетационный

период в 2022 года был благоприятным для формирования высокого урожая.

Почва опытного поля Казанского ГАУ серая лесная, среднесуглинистая, содержанием гумуса >3,0%, сумма поглощенных оснований 26 мг-экв. На 100 г почвы, подвижного фосфора по Кирсанову – 250, обменного калия по Кирсанову – 145 мг на 1000 г почвы, рН солевая – 5,9.

Опыты закладывались по следующей схеме:

I фон – питания без удобрения (контроль);

II фон – питания расчетный, на планируемую урожайность зерна 3 т с 1 га;

III фон – питания расчетный, на планируемую урожайность зерна 4 т с 1 га.

На каждом фоне питания испытывались 4 норм высева: 4; 5; 6; 7 млн всхожих семян на 1 га. Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянок 50 м<sup>2</sup>.

Агротехника возделывания яровой пшеницы в опытах общепринятая в Татарстане, кроме изучаемых вариантов.

**Результаты и обсуждение.** Изменение уровня питания не оказали существенного

влияния на сроки прохождения фенологических фаз и длину вегетационного периода яровой пшеницы. Наиболее четко на продолжительность межфазных периодов и длины вегетационного периода яровой пшеницы проявилось влияние норм высева. При загущении посевов от 4 до 7 млн определилась тенденция сокращения вегетационного периода на 2 дня. Продолжительность межфазных периодов и длина вегетационного периода определялись также гидротермическими условиями года.

Формирование стеблестоя в основном определялось нормами высева, но зависело также от полевой всхожести, степени кущения и выживаемости растений в течение вегетационного периода.

На всех фонах питания изменение нормы высева оказывало влияние на полевую всхожесть. При увеличении нормы высева от 4 до 7 млн, на I фоне (контроль) полевая всхожесть снижалась от 79,3 до 72,7, II – от 77,5 до 71,9 и III от 78,5 до 72,4%. Влияние фона питания на полевую всхожесть проявилось недостаточно четко (табл. 1).

Таблица 1 – Полевая всхожесть и биологическая стойкость посевов яровой пшеницы при различных нормах высева и фонах питания (2021-2022 годы)

Фон питания	Норма высева, млн/га	Всходы		Полная спелость	
		количество растений на 1 м <sup>2</sup>	полевая всхожесть, %	растений на 1 м <sup>2</sup>	% от количества всходов
Без удобрений (контроль)	4	317	79,3	267	85,0
	5	381	76,2	313	83,0
	6	444	74,0	361	82,0
	7	509	72,7	390	77,0
Расчет на 3 т зерна с 1 га	4	310	77,5	278	90,0
	5	379	75,8	319	85,0
	6	435	72,5	370	85,0
	7	503	71,9	396	78,7
Расчет на 4 т зерна с 1 га	4	314	78,5	279	89,0
	5	380	76,0	31	84,0
	6	440	73,3	366	84,0
	7	507	72,4	395	78,0

Изреживаемость посевов зависела от метеорологических условий года, фона питания и норм высева. На удобренных вариантах опыта сохранность растений увеличивалась на 2-3% по сравнению с фоном без удобрений. На всех фонах питания выпад растений в течение вегетации увеличивался по мере загущения посевов. При увеличении нормы высева яровой пшеницы от 4 до 7 млн на I фоне выживаемость растений снизилась на 8,0%, II – 11,3 и на III – 11,0%.

Плотность продуктивного стеблестоя в наших опытах обуславливалась также степенью кущения растений. С увеличением нормы высева от 4 до 7 млн всхожих зерен на 1 га, снизилась общая и продуктивная кустистость. В частности продуктивная кустистость на не удобренном фоне снижалась от 1,18 до 1,0, на удобренных фонах от 1,25 до 1,08. Вследствие слабого кущения яровой пшеницы плотность продуктивного стеблестоя на всех фонах

питания увеличивалась по мере повышения норм высева.

Определяющим моментом в выборе площади питания растений является создание наиболее благоприятных условий для фотосинтеза.

Об уровне фотосинтетической деятельности растений можно судить по интенсивности накопления сухого вещества, что связано с величиной листовой поверхности, чистой продуктивности фотосинтеза. Эти показатели находятся в тесной взаимной зависимости и реагируют на изменения условий произрастания, фонов питания и норм высева.

В исследованиях отмечено повышение интенсивности накопления сухого вещества на вариантах опыта с удобрениями. Сбор сухого вещества с 1 га на II-III фонах питания в фазу восковой спелости зерна превосходил I фон на 1,6-1,9 т с 1 га. На всех фонах питания уменьшение нормы высева приводило

## АГРОНОМИЯ

к более интенсивному накоплению сухого вещества растений. В фазу восковой спелости зерна сухая масса одного растения при высеве 4 млн всхожих зерен на 1 га составила на I фоне – 1,93 г; II – 2,36 г и III – 2,45 грамма, а при высеве 7 млн всхожих зерен

соответственно: 1,65; 1,92: и 1,94 г. Однако, сбор сухого вещества с 1 га вследствие увеличения числа растений возрастал по мере увеличения нормы посева на I фоне при 6 млн, на II – III фонах 7 млн всхожих зерен на га (табл. 2).

Таблица 2 – Фитометрические показатели яровой пшеницы при различных нормах посева и фонах питания

Фон питания	Норма посева, млн/га	Площадь листьев (колошение)		Накопление сухого вещества (восковая спелость)	
		1 растения, см <sup>2</sup>	тыс.м <sup>2</sup> /га	масса 1 растения, г	т/га
I	4	63,5	20,1	1,93	6,1
	5	55,4	21,3	1,86	7,0
	6	49,8	22,1	1,79	7,9
	7	46,4	23,6	1,65	8,4
II	4	84,5	26,1	2,36	7,3
	5	80,6	29,7	2,25	8,3
	6	76,7	34,5	2,10	9,5
	7	67,2	33,8	1,92	9,7
III	4	89,1	27,2	2,45	7,5
	5	84,5	31,6	2,38	8,9
	6	76,0	31,4	2,18	9,8
	7	70,8	35,1	1,96	9,7

Формирование ассимиляционного аппарата растений в течении вегетации проходило не одинаково. Максимальная листовая поверхность отмечено в фазу колошения яровой пшеницы. Площадь листовой поверхности зависела от фона питания и нормы посева. Листовая поверхность в период колошения на II-III фонах питания при норме посева 6 млн,

равнялась 31,4-34,5 тыс.м<sup>2</sup>/га, что на 9,30-12,4 тыс.м<sup>2</sup>/га больше, по сравнению с I фоном.

Условия внешней среды, сложившиеся за вегетационный период яровой пшеницы на разных фонах и площадях питания определили особенности роста и развития растений, их продуктивность (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы сорта Тулайковская Надежда при совершенствовании отдельных элементов технологии (т/га)

Фон питания	Норма посева, млн/га	Урожайность		Среднее за 2 года	Прибавка урожая		Окупаемость удобрений, кг зерна
		2021 г.	2022 г.		от норм посева	от фона питания	
I	4	0,89	2,65	1,82	-	-	-
	5	0,97	3,08	2,03	0,21	-	-
	6	0,93	2,48	1,71	-0,11	-	-
	7	0,87	2,35	1,61	-0,21	-	-
II	4	1,08	4,40	2,74	-	0,92	6,1
	5	1,60	4,81	3,21	0,47	1,18	7,7
	6	1,48	4,63	3,06	0,32	1,35	8,8
	7	1,08	4,20	2,64	-0,10	1,03	6,7
III	4	1,03	4,90	2,97	-	1,15	5,0
	5	1,51	5,22	3,37	0,40	1,34	5,9
	6	1,35	5,0	3,17	0,20	1,46	6,4
	7	1,00	4,70	2,85	-0,12	1,24	5,4
НСР <sub>05</sub> А		0,015	0,061				
В		0,013	0,031				
АВ		0,027	0,031				

Изменение уровня питания путем внесения различных доз минеральных удобрений также оказывало влияние на продуктивность яровой пшеницы. По всем вариантам с нормами посева внесение удобрений на планируемую урожайность зерна 3 т с га в среднем дало прибавку 1,12 т, на 4 т – 1,3 т с га.

В условиях вегетационного периода (2021 и 2022 годы) года целесообразность дифференциации норм посева в зависимости

от фона питания не выявилась. В среднем за 2 года оптимальной нормой посева как на неудобренном, а также и на удобренных фонах (на планируемую урожайность зерна 3 и 4 т с 1 га) оказалось 5 млн всхожих зерен на 1 га.

При оптимальной норме посева на I фоне с 1 га получено 2,03 т, на II – 3,21 и на III – 3,37 т зерна.

Изучение элементов структуры урожая

## АГРОНОМИЯ

показало, что длина, количество колосков и зерен, масса зерен, а также продуктивность растения в целом и масса 1000 зерен имели более высокие показатели в разреженном

посеве и ухудшались с загущением посева независимо от фона питания. На вариантах опыта с удобрением (II-III фоны) эти показатели улучшались (табл. 4).

Таблица 4 - Структура урожая яровой пшеницы при различных нормах высева и фонах питания (среднее за 2021-2022 годы)

Фон питания	Норма высева, млн/га	Количество растений на м <sup>2</sup> (полная спелость)	Кустистость		Главный колос				Масса зерна с 1 растения, г
			об-щая, шт	Продук-тивность, шт	дли-на, см	количе-ство колос-ков, шт	коли-че-ство зер-на, шт	мас-са зер-на, г	
I	4	267	1,22	1,1	7,6	13,2	18,5	0,76	0,78
	5	313	1,15	1,05	7,4	12,8	18,0	0,60	0,66
	6	361	1,1	1,0	7,2	12,5	16,6	0,56	0,56
	7	390	1,0	1,0	7,0	11,9	15,7	0,49	0,49
II	4	278	1,28	1,17	8,3	14,4	23,7	1,02	1,16
	5	319	1,22	1,1	8,1	14,0	23,2	0,85	1,07
	6	370	1,05	1,0	8,0	13,7	22,9	0,68	0,88
	7	396	1,0	1,0	7,8	13,1	21,4	0,57	0,77
III	4	279	1,30	1,21	8,4	14,6	23,4	1,05	1,15
	5	318	1,26	1,15	8,1	14,2	23,0	0,84	1,09
	6	366	1,15	1,0	8,0	13,9	22,9	0,70	0,90
	7	395	1,0	1,0	7,8	13,3	21,4	0,56	0,72

При оптимальной норме высева на всех фонах питания продуктивность растений и их густота на единицу площади находились наиболее благоприятном сочетании. Снижение нормы высева приводило к улучшению элементов структуры на всех фонах питания за счет более эффективного использования продуктивной влаги из почвы. При чрезмерном повышении нормы высева увеличивалось

число растений, но показатели элементов структуры снижались настолько, что это и привело к снижению урожайности.

Для расчета экономической эффективности возделывания яровой пшеницы при различных нормах высева и фонах питания были определены по технологическим картам производственные затраты на ее выращивание по вариантам опыта (табл. 5).

Таблица 5 – Экономическая оценка норм высева при различных уровнях питания (среднее за 2021-2022 годы)

Фон питания	Норма высева, млн/га	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Уровень рентабельности, %
Без удобрения (контроль)	4	1,82	12740	11260	1480	6186	18,1
	5	2,03	14510	11490	2720	5660	23,7
	6	1,71	11970	12000	-30	7017	-
	7	1,61	11270	12610	-1340	7832	-
Расчет на 3 т зерна с га	4	2,74	19180	14500	4880	5218	34,1
	5	3,21	22470	14905	7565	4643	50,8
	6	3,06	21420	15560	5860	5085	37,7
	7	2,64	18480	16140	2340	6114	14,5
Расчет на 4 т зерна с га	4	2,97	20790	16100	4690	5422	29,1
	5	3,37	23590	16640	6950	4937	41,8
	6	3,17	22190	17150	5040	5410	29,4
	7	2,25	19950	17700	2250	6210	12,7

Экономические расчеты показали, что чистый доход в расчете на 1 га посева и уровень рентабельности были различными как по нормам высева, так и по фонам питания. Внесение рассчитанных доз удобрений на планируемую урожайность 3 т зерна с га увеличило чистый доход, в сравнении

с контролем (фон без удобрений) при оптимальной норме высева (5 млн всхожих семян на га) на 4815 на 4 т – 4230 руб./га.

В связи с неблагоприятными, неустойчивыми погодными условиями во время вегетации 2021 года и в связи с низкой урожайностью и с резким возрастанием стоимости



удобрений на удобренном варианте на 4 т зерна с га рентабельность несколько снижалась (табл. 5).

На всех фонах питания оптимальная норма высева 5 млн увеличила чистый доход (в сравнении с 4 млн) на 1240 руб., рентабельность на 10,6%, снизила себестоимость на 526 руб., на неудобренном фоне, на удобренных вариантах соответственно: 2628 руб.; 17% и 575 руб.; 2260 руб.; 12,7% и 485 руб.

**Выводы.** 1. На всех фонах питания при оптимальной норме высева в наиболее критические периоды жизни растений складывался более благоприятный водный режим почвы в сравнении с повышенными нормами высева, 6-7 млн всхожих семян на 1 га. Наиболее эффективно вода использовалась на II и III фонах рассчитанных на планируемую урожайность 3 и 4 т зерна с га при норме высева 5 млн всхожих зерен на 1 га.

2. Формирование продуктивного стеблестоя в посеве на всех фонах питания

определялось нормами высева. Однако, густота продуктивного стеблестоя при повышении нормы высева от 4 до 7 млн вследствие снижения при этом полевой всхожести, кустистости и выживаемости растений увеличивалась не строго пропорционально норме высева.

В среднем за 2 года был получен при внесении удобрений на варианте NPK на 3 т зерна с 1 га при оптимальной норме высева 5 млн продуктивность составила 3,21 т, на 4 т – 3,37 т. Окупаемость 1 кг удобрений зерном на II фоне составил 8,8 кг, а на III фон питания – 6,4 кг.

Средние данные за 2021-2022 годы показали, что наиболее экономически оправданным фоном питания оказался NPK рассчитанный на 3 т зерна с 1 га.

При оптимальной норме высева 5 млн чистый доход по сравнению с контролем превысил на 4845 руб. с га, уровень рентабельности составит 50,8%, что превышает контрольный вариант на 27,1%.

#### Литература

1. Габдрахимов О. Б., Солодун В. И., Султанов Ф. С. Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1(142). С. 3-7.
2. Габдрахимов О. Б., Солодун В. И. Влияние уровней химизации на урожайность и качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в лесостепи Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9(150). С. 3-10.
3. Приоритеты развития агропромышленного комплекса и задачи аграрной науки и образования / А. Р. Валиев, Р. М. Низамов, Р. И. Сафин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 97-107. DOI 10.12737/2073-0462-2022-97-107.
4. Ибятов Р. И., Шайхутдинов Ф. Ш., Валиев А. А. Анализ урожайности яровой пшеницы методом главных компонент // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 17-22.
5. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двухзернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибятов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 4(51). С. 103-108. DOI 10.12737/article\_5c3de390ad4cc9.57672413.
6. Продуктивность пшеницы полбы сорта Руно при различных уровнях минерального питания, нормы высева и глубины заделки семян в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибятов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 4-2(47). С. 62-66. DOI 10.12737/article\_5a844207309264.86486492.
7. Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш. Яровая пшеницы в северной части лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во «Бриг», 2013. 234 с.
8. Амиров М. Ф., Амиров А. М. Яровая твердая пшеница в лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во «Бриг», 2018. 290 с.
9. Васин В. Г., Просандеев Н. А., Васин А. В. Возделывание яровой пшеницы и ячменя при применении гербицидов. Кинель: Редакционно-издательский отдел Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2018. 215 с.
10. Кумаков В. А., Березин В. В., Евдокимов О. А. Продуктивный процесс в посевах пшеницы. Саратов, 1994. 203 с.
11. Лукманова А. А., Кадырова Ф. З., Сафин Р. И. Оценка пригодности различных сортов яровой пшеницы для карбонового земледелия // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 1(5). С. 27-33. DOI 10.12737/2782-490X-2023-27-33.
12. Михайлова М. Ю. Анализ продуктивности и адаптивности гибридов кукурузы ФГБНУ «ВНИИ кукурузы» в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 1(5). С. 34-38. DOI 10.12737/2782-490X-2023-34-38.
13. Адаптивные технологии полевых культур: монография / М. Ф. Амиров, В. П. Владимиров, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов. Казань: Бриг, 2018. 123 с.
14. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. Vol. 17. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00250. DOI 10.1051/bioconf/20201700250.
15. Ганиева И. С., Блохин В. И., Сержанов И. М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1(52). С. 17-21. DOI 10.12737/article\_5ccedb791c96f2.14695900.
16. Лукманов А. А., Логинов Н. А., Сафиоллин Ф. Н. Приемы повышения ресурсного потенциала выщелоченных черноземов Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2021. № 3(60). С. 22-28. DOI 10.36461/NP.2021.60.3.014.

17. Сабитов М. М., Науметов Р. В. Влияние засоренности посевов овсянкой и осотом желтым на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Зерновое хозяйство России*. 2022. № 1 (79). С. 70-76. DOI 10.31367/2079-8725-2022-79-1-70-76.

18. Шакиров Р. С., Тагиров М. Ш. Ресурсосберегающие технологии возделывания основных зерновых культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2009. № 11. С. 8-10.

19. Эффективность азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы на супесчаных почвах / П. В. Лекомцев, Т. С. Рутковская, А. В. Пасынков, Ю. В. Хомяков // *Плодородие*. 2022. № 1(124). С. 9-13. DOI 10.25680/S19948603.2022.124.03.

20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по требованию, 1985. 351 с.

**Сведения об авторах:**

Сержанов Игорь Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru

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

Гараев Разиль Ильсурович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, e-mail: rass112@mail.ru

Сержанова Альбина Рафаиловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

**IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF SPRING SOFT WHEAT VARIETY TULAIKOVSKAYA NADEZHDA ON GRAY FOREST SOIL OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**I. M. Serzhanov, F. Sh. Shaikhutdinov, R. I. Garaev, A. R. Serzhanova**

**Abstract.** The article summarizes the results of two-year experiments to study the effect on the productivity of spring wheat of the Tulaykovskaya Nadezhda variety and calculated doses of mineral fertilizers for 3 and 4 tons of grain from 1 ha at different plant stem density by changing the seeding rates from 4 to 7 million germinating grains per hectare. The research was carried out in 2021 and 2022, in the crop rotation section of pure fallow, winter rye, spring wheat, on the experimental fields of the Institute of Agrobiotechnology and Land Management of the Kazan State Agrarian University, where the soil cover presents the following agrochemical data: humus content (according to Tyurin) > 3,0%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > 250 mg/kg and exchangeable potassium > 145 mg/kg (according to Kirsanov's extract), saline pH – 5.9. Agrotechnics of spring wheat cultivation in experiments is generally accepted in the republic, except for the studied options. Meteorological conditions during the growing season of the research object in 2021 were characterized as very negative for growth and development. The temperature and water regime of the soil and air were extremely unfavorable. SCC (May – June 0,19-0,25). In 2022, studies were conducted under conditions of sufficient moisture and temperature conditions. GTK (May-June – 1,37). In the conditions of both 2021 and 2022, the yield of spring wheat fluctuated in a wide range depending on the background of nutrition and seeding rates. On a non-winded background, according to seeding rates in 2021, from 0,87 to 0,97 t / ha, on fertilized backgrounds – 1,08-1,60 and 1,0-1,5 t / ha. In 2022, 2,35-3,08, 4,20-4,81 and 4,70-5,22 tons per ha, respectively. On average, the introduction of fertilizers for the planned grain yield of 3 tons per ha on average gave an increase of 1,12 tons, for 4 tons – 1,3 tons of grain per ha. The optimal seeding rate on all food backgrounds turned out to be 5 million germinating grains per 1 ha. Productivity at the control is 2,09 tons, on the II background – 3,21 and III – 3,37 tons of grain per hectare.

**Key words:** spring wheat, variety, seeding rate, nutrition background yield.

**References**

1. Gabdrakhimov O. B., Solodun V. I., Sultanov F. S. Grain quality of zoned varieties of spring wheat in the Irkutsk region // *Bulletin of KrasGAU*. 2019. No. 1(142). pp. 3-7.

2. Gabdrakhimov O. B., Solodun V. I. The influence of chemicalization levels on the yield and grain quality of zoned varieties of spring wheat in the forest-steppe of the Irkutsk region // *Bulletin of KrasGAU*. 2019. No. 9(150). pp. 3-10.

3. Priorities of the development of the agro-industrial complex and the tasks of agrarian science and education / A. R. Valiev, R. M. Nizamov, R. I. Safin [et al.] // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2022. Vol. 17. No. 1(65). pp. 97-107. DOI 10.12737/2073-0462-2022-97-107.

4. Ibyatov R. I., Shaikhutdinov F. Sh., Valiev A. A. Analysis of the yield of spring wheat by the method of main components // *Grain farming of Russia*. 2017. No. 2(50). pp. 17-22.

5. The influence of agricultural techniques on the yield and quality of wheat grain spelt (two-grain) in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Ibyatov [et al.] // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2018. Vol. 13, No. 4(51). pp. 103-108. DOI 10.12737/article\_5c3de390ad4cc9.57672413.

6. Productivity of wheat spelt of the Fleece variety at various levels of mineral nutrition, seeding rates and seed depth in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Ibyatov [et al.] // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2017. Vol. 12. № 4-2(47). pp. 62-66. DOI 10.12737/article\_5a844207309264.86486492.

7. Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh. Spring wheat in the northern part of the Volga forest-steppe. Kazan: Publishing house "Brig", 2013. 234 p.

8. Amirov M. F., Amirov A. M. Spring durum wheat in the forest-steppe of the Volga region. Kazan: publishing house "Brig", 2018. 290 p.

9. Vasin V. G., Prosandeev N.A., Vasin A. V. Cultivation of spring wheat and barley when using herbicides. Kinel: Editorial and Publishing Department of the Samara State Agricultural Academy, 2018. 215 p.

10. Kumakov V. A., Berezin V. V., Evdokimov O. A. Productive process in wheat crops. Saratov, 1994. 203 p.

11. Lukmanova A. A., Kadyrova F. Z., Safin R. I. Assessment of the suitability of various varieties of spring wheat for carbon farming // *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2023. № 1(5). pp. 27-33. DOI 10.12737/2782-490X-2023-27-33.

12. Mikhailova M. Yu. Analysis of productivity and adaptability of corn hybrids of the Federal State Budgetary Institution "Corn Research Institute" in soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan // *Agrobiotechnologies and*

digital agriculture. 2023. № 1(5). pp. 34-38. DOI 10.12737/2782-490X-2023-34-38.

13. Adaptive technologies of field crops: monograph / M. F. Amirov, V. P. Vladimirov, I. M. Serzhanov, F. Sh. Shaikhutdinov. Kazan: Brig, 2018. 123 p.

14. Minikayev R., Gaffarova L. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019); International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, November 13-14, 2019. Vol. 17. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00250. DOI 10.1051/bioconf/20201700250.

15. Ganieva I. S., Blokhin V. I., Serzhanov I. M. Comparative evaluation of spring barley varieties by quantity and quality of protein // Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2019. Vol. 14. No. 1(52). pp. 17-21. DOI 10.12737/article\_5cced791c96f2.14695900.

16. Lukmanov A. A., Loginov N. A., Safiollin F. N. Methods of increasing the resource potential of leached chernozems of the Middle Volga region // Niva of the Volga region. 2021. No. 3(60). pp. 22-28. DOI 10.36461/NP.2021.60.3.014.

17. Sabitov M. M., Naumetov R. V. The influence of the contamination of crops with oatmeal and yellow osot on the yield of spring wheat in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region // Grain farming of Russia. 2022. – № 1(79). pp. 70-76. DOI 10.31367/2079-8725-2022-79-1-70-76.

18. Shakirov R. S., Tagirov M. Sh. Resource-saving technologies of cultivation of basic grain crops // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2009. No. 11. pp. 8-10.

19. The effectiveness of nitrogen fertilizers in the cultivation of spring wheat on sandy loam soils / P. V. Lekomtsev, T. S. Rutkovskaya, A.V. Pasyukov, Yu. V. Khomyakov // Fertility. 2022. № 1(124). pp. 9-13. DOI 10.25680/S19948603.2022.124.03.

20. Dospikhov B. A. Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results. M.: Book on demand, 1985. 351 p.

**Authors:**

Serzhanov Igor Mikhailovich - Doctor of Agricultural sciences, professor, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru

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

Garaev Razil Ilisurovich - Candidate of Agricultural sciences, senior lecturer, e-mail: rass112@mail.ru

Serzhanova Albina Rafailevna - Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ  
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Д. Р. Хабибрахманов, В. А. Колесар, Р. И. Сафин

**Реферат.** Приводятся результаты полевых опытов, проведенных в 2020–2022 годы на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Целью исследований была оценка влияния двукратной обработки в период вегетации различными биопрепаратами на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя. В задачи исследований входило изучение характера изменений в биометрических показателях растений, площади листовой поверхности, урожайности и содержания белка в зерне при использовании биофунгицида и биоудобрения. В качестве объекта исследований выступал сорт ярового двурядного ячменя Камашевский. Исследовались биопрепараты – биофунгицид Organica S (биологический агент – *Bacillus amyloliquefaciens*) и биоудобрение Organit P (биологический агент – *Bacillus megaterium*). Обработка проводилась дважды за вегетацию – в фазу кущения и в фазу колошения с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Препараты применялись по отдельности и в составе баковой смеси. Исследования проводились на серой лесной высококультуренной почве. Агроклиматические условия вегетации в годы исследования значительно различались. В 2021 году отмечалась почвенно-воздушная засуха, а в 2020 году, и особенно в 2022 году, условия по увлажнению были благоприятными для роста и развития растений ярового ячменя. Установлено, что обработка посевов ярового ячменя биопрепаратами способствует увеличению длины колоса, стеблей и корней. Особенно значительным данный эффект был при применении биоудобрения в фазу кущения, а биофунгицида при колошении ячменя. Применение всех схем обработки биопрепаратами приводило к увеличению площади листьев ярового ячменя и при этом, в среднем на 50%, снижалось развитие корневых гнилей культуры. Наибольшая прибавка урожая (на 0,56 т/га), максимальное содержание белка в зерне и лучшие показатели рентабельности были получены при применении схемы обработки при которой в период кущения применяли биоудобрение Organit P, а в период колошения биофунгицид Organica S. Особенно значительным положительным эффектом от обработки биопрепаратами был в условиях хорошо увлажненного 2022 года, но и в условиях засухи 2021 года обработки биопрепаратами показали высокую эффективность.

**Ключевые слова:** биологическая защита, биопрепараты, биоудобрения, биофунгициды, качество зерна, яровой ячмень.

**Введение.** Яровой ячмень – одна из основных зернофуражных культур в России [1, 2, 3] и в Республике Татарстан [4, 5, 6]. Среди факторов, оказывающих отрицательное влияние как на урожайность культуры, так и на качественные характеристики зерна особое место занимают различные стрессы, в том числе связанные с погодными условиями и развитием различных фитопатогенов [7, 8, 9]. Причем потенциальные потери только от инфекционных болезней культуры оцениваются до 30–50% [10, 11, 12]. Несмотря на успехи селекции ярового ячменя на устойчивость к патогенам [13], проблема эффективного их контроля сохраняет свою актуальность.

Вместе с тем, применение дорогостоящих химических фунгицидов на зернофуражном ячмене часто экономически не эффективно, кроме того для ряда патогенов отмечается развитие резистентности к данным препаратам [14, 15]. Все это способствует росту интереса к применению на яровом ячмене различных биофунгицидов, высокая отдача от которых показана в различных регионах России и мира [16, 17, 18].

В Республике Татарстан промышленно производится биофунгицид Organica S на основе штамма *Bacillus amyloliquefaciens*, показавший высокую эффективность на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе и на яровом ячмене [19].

Проблема оптимизации минерального питания растений, в условиях постоянного роста стоимости синтетических минеральных удобрений, вновь повышает интерес к использованию микробиологических биоудобрений, в том числе и на яровом ячмене [20, 21]. К числу перспективных биоудобрений относятся биопрепараты на основе рода *Azospirillum* [22, 23]. В Республике Татарстан производится биоудобрение Organit N на основе живой культуры *Azospirillum zeaе* штамма OPN-14. Высокая отдача от применения биоудобрения на основе *Azospirillum* отражены в ряде исследований [24, 25].

В связи с вышеизложенным, целью работы было изучение эффективности двукратной обработки биопрепаратами (биофунгицид Organica S и биоудобрение Organit P) на яровом зернофуражном ячмене. В задачи исследований входило определение влияния данных обработок на рост и развитие растений, их продуктивность и качество зерна ячменя.

**Условия, материалы и методы.** В качестве объекта исследований выступали среднеранний сорт ярового двурядного ячменя (*Hordeum vulgare L.*) селекции ТатНИИСХ ФИЦ КНЦ РАН – Камашевский. Полевые опыты закладывались в полевом севообороте опытных полей Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Изучались следующие варианты опыта: 1. Контроль. 2. Organica S, 0,5 л/га (опрыскивание в фазу кущения) и Organit P,

## АГРОНОМИЯ

0,5 л/га (колошения). 3. Organit P, 0,5 л/га (опрыскивание в фазу кушения) и Organica S, 0,5 л/га (колошения). 4. Баковая смесь Organica S, 0,5 л/га + Organit P, 0,5 л/га (опрыскивание в фазу кушения и колошения).

Общая площадь делянки – 26 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – четырехкратная. Норма высева ярового ячменя составила 5,0 млн. шт./га. Предшественник – яровая пшеница. Опрыскивание растений проводилось вручную, ранцевым опрыскивателем из расчета 200 л/га.

Полевые опыты размещались на серой лесной высококультурной почве: содержание гумуса - 3,0%, подвижного фосфора – очень высокое и обменного калия - повышенное с рН<sub>KCl</sub> 6,6. До посева вносились азотоса –

N<sub>24</sub>P<sub>24</sub>K<sub>24</sub> (1,5 ц/га), а в фазу кушения – аммиачная селитра с нормой 1,0 ц/га (N<sub>34,4</sub>). Агротехнология возделывания ярового зернофуражного ячменя, за исключением изучаемых приемов, рекомендованная зональной системой земледелия для условий Предкамья Республики Татарстан.

Агрометеорологические условия в годы исследований были различными. В 2021 году отмечались острозасушливые явления, тогда как в 2020 году, и особенно в 2022 году, они были благоприятными для формирования урожая ярового ячменя.

**Результаты и обсуждение.** Результаты оценки биометрических показателей растения ярового ячменя по вариантам опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений ярового ячменя при использовании различных биопрепаратов и схем их применения (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Максимальная длина корня, см
Контроль	53,2±2,45	7,0±0,29	4,6±0,21
Organica S (кущение), Organit P (колошение)	63,5±2,98	8,8±0,38	7,8±0,43
Organit P (кущение), Organica S (колошение)	64,8±3,18	11,0±0,49	9,5±0,46
Organica S + Organit P (кущение, колошение)	62,8±3,10	9,9±0,47	8,5±0,39

Результаты оценки показали, что применение биопрепаратов вело к достоверному росту всех изучаемых биометрических показателей к значениям в контроле, что говорит о выраженном ростостимулирующем эффекте от таких обработок. Наибольшая длина стебля, колоса и корня была при использовании следующей схемы обработки – в фазу кушения Organit P, а в фазу колошения – Organica S.

Формирование урожая определяется процессами фотосинтеза, который протекает преимущественно в листьях, поэтому при оценке использования любых препаратов важно

определить характер их влияния на листовую поверхность (табл. 2).

Применение биопрепаратов привело к положительным изменениям в развитии листового аппарата ярового ячменя в сравнении с контролем. К фазе восковой спелости сохранилось большее количество листьев. По показателю количества листьев некоторое преимущество имел вариант с обработкой в фазу кушения Organit P, а в фазу колошения – Organica S. По другим показателям, существенных различий между вариантами не отмечалось.

Таблица 2 – Показатели развития листовой поверхности растений ярового ячменя при использовании различных биопрепаратов и схем их применения (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Количество фотосинтезирующих листьев, шт./растение	Воздушно-сухая масса листьев, г/растение	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га
Контроль	2,0±0,09	0,13	14,5±0,69
Organica S (кущение), Organit P (колошение)	2,7±0,12	0,21	18,1±0,72
Organit P (кущение), Organica S (колошение)	3,4±0,19	0,20	18,1±0,83
Organica S + Organit P (кущение, колошение)	2,8±0,13	0,22	18,9±0,74

Одним из наиболее опасных и вредоносных микозов ярового ячменя является корневая гниль и хотя в ее контроле биопрепараты в основном применяются для обработки семян, был проведен анализ влияния обработок в период вегетации на развитии данного заболевания (табл. 3).

В годы проведения опытов, развитие

корневых гнилей шло на умеренном уровне, причем особенно низким оно было в засушливом 2021 году. Во всех вариантах с биопрепаратами отмечалось значительное (на 46,4-55,3%) снижение интенсивности поражения растений ячменя данным заболеванием. Уровень биологической эффективности между вариантами был примерно на уровне 50%.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 3 – Показатели развития корневой гнили и биологической эффективности их контроля при использовании различных биопрепаратов и схем их применения на яровом ячмене (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Развитие корневых гнилей, %	Биологическая эффективность контроля корневых гнилей, %
Контроль	11,70	
Orgamica S (кущение), Organit P (колошение)	5,30	54,7
Organit P (кущение), Orgamica S (колошение)	6,27	46,4
Orgamica S + Organit P (кущение, колошение)	5,23	55,3

Данные по урожайности и экономической эффективности производства зернофуражного ячменя представлены в таблице 4.

Во все годы исследований, применение биопрепаратов приводило к росту

урожайности, причем особенно значительным данный прирост был в условиях хорошо увлажненного 2022 года, когда для растений ячменя сложились благоприятные условия.

Таблица 4 – Урожайность ярового ячменя сорта Камашевский при использовании различных биопрепаратов и схем их применения, 2020-2022 годы

Вариант	Урожайность, т/га				Уровень рентабельности производства, %
	2020 г	2021 г	2022 г	в среднем за 3 года	
Контроль	3,40	1,17	4,40	2,99	38,4
Orgamica S (кущение), Organit P (колошение)	3,84	1,34	5,30	3,49	53,9
Organit P (кущение), Orgamica S (колошение)	3,67	1,59	5,55	3,55	55,4
Orgamica S + Organit P (кущение, колошение)	3,65	1,51	5,34	3,50	54,2
НСР <sub>05</sub>	0,14	0,07	0,21		

Однако, даже при засухе 2021 года урожайность от применения биопрепаратов выросла на 0,17-0,42 т/га (на 14,5-35,9%). В среднем за годы исследований урожайность ярового ячменя при применении биопрепаратов увеличилась на 0,50-0,56 т/га. Некоторое

преимущество по урожайности и по уровню рентабельности имел вариант с применением схемы – в фазу кущения Organit P, а в фазу колошения – Orgamica S. При производстве зернофуражного ячменя особое внимание уделяется содержанию в зерне белка (табл. 5).

Таблица 5 – Показатели содержания в зерне белка и сбора протеина с 1 га при использовании различных биопрепаратов и схем их применения на яровом ячмене (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, т/га
Контроль	13,94±0,62	0,42
Orgamica S (кущение), Organit P (колошение)	14,11±0,69	0,49
Organit P (кущение), Orgamica S (колошение)	14,32±0,72	0,51
Orgamica S + Organit P (кущение, колошение)	14,24±0,65	0,50

Применение биопрепаратов увеличило как содержание, так и сбор белка с 1 га. Наибольшее содержание белка и его сбор с 1 га были при применении схемы обработки – в фазу кущения биоудобрение Organit P, а в фазу колошения биофунгицид Orgamica S.

**Выводы.** Двукратная обработка посевов ярового ячменя изучаемыми биопрепаратами способствовала стимуляции роста растений ячменя, что привело к увеличению длины стебля, колоса и корней. При этом, у обработанных растений увеличилась площадь листовой поверхности, в том числе за счет лучшего сохранения фотосинтезирующих (живых)

листьев. Обработки в период вегетации привели к снижению поражения ярового ячменя корневыми гнилями в фазу восковой спелости, а показатель биологической эффективности контроля болезней был на уровне 50%.

По показателю урожайности, экономической эффективности и качеству зерна, наилучшие результаты были получены при применении обработки посевов в фазу кущения биоудобрением Organit P, а в фазу колошения биофунгицидом Orgamica S, что позволяет рекомендовать данный прием для использования в агротехнологиях производства ярового зернофуражного ячменя сорта Камашевский.

Литература

1. Наумова Н. А. Особенности формирования зерновой продуктивности и ее элементов у сортов ярового ячменя в условиях Астраханской области // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 5. С. 29-34.
2. Кормовая продуктивность сортов ярового ячменя в технологиях разного уровня интенсивности в условиях Центрального Нечерноземья / П. М. Политыко, В. Н. Капранов, Н. Ю. Гармаш [и др.] // *Агрохимический вестник*. 2021. № 6. С. 13-17.
3. Сумина А. В., Полонский В. И., Количенко А. А. Кормовая ценность зерна ячменя, выращенного в условиях юга Сибири // *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2020. № 3 (33). С. 36-39.
4. 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.
5. 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.
6. Питательная ценность зерна сортообразцов ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева, И. М. Сержанов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 4(64). С. 5-9.
7. Ганиева И. С., Блохин В. И., Сержанов И. М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 17-21.
8. Ашмарина Л. Ф. Корневая гниль ярового ячменя в кормовом севообороте Западной Сибири // *Защита и карантин растений*. 2022. № 10. С. 11-13.
9. Данилова А. В., Волкова Г. В. Болезни ячменя и устойчивость к ним растения-хозяина // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2019. № 77. С. 74-84.
10. Бельская Г. В., Панкова О. Б. Болезни ярового ячменя в Центральном Черноземном регионе // *Наука и Образование*. 2021. Т. 4. № 4.
11. Savary S. The global burden of pathogens and pests on major food crops. // *Nat. Ecol. Evol.* 2019. Vol. 3. P. 430–439
12. Дорошенко Е. С., Шишкин Н. В. Устойчивость ярового ячменя к возбудителям листовых болезней // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023. Т. 53. № 2. С. 55-63.
13. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Лисицын Е. М. Генотипическая и физиологическая адаптация сортов ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока к грибным болезням // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 8(185). С. 33-41.
14. Carbendazim resistance of *Fusarium graminearum* from Henan wheat / S. Liu, L. Fu, S. Wang et al. // *Plant Diseases*. 2019. Vol.103. P. 2536–2540.
15. Щербакова Л. А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 5. С. 875-891.
16. Хоанг Т. А., Марьяина-Чермных О. Г. Воздействие биопрепаратов на развитие корневой гнили ярового ячменя в условиях Республики Марий Эл // *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2020. Т. 6. № 3(23). С. 345-351.
17. Калинов А. Г., Милютин Е. М. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании ярового ячменя и овса на радиоактивно загрязненной почве // *Агрохимический вестник*. 2020. № 3. С. 77-82.
18. Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration / D.C. He, M.H. He, D.M. Amalin, W. Liu, D.G. Alvindia, J.Zhan // *Pathogens*. 2021. Vol.10(10). P.1311.
19. Мельник Л. В. Эффективность применения микробиологических препаратов при возделывании ярового ячменя // *Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства: материалы XII Международной научно-практической конференции, Уфа-Новосибирск, 03–06 июня 2023 года*. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. С. 41-44.
20. Шкотова О. Н., Шкотов А. Н. Оценка эффективности штаммов биоудобрений и минерального азота в одновидовых и смешанных посевах ячменя // *Вестник Брянского государственного университета*. 2015. № 1. С. 379-381.
21. Эффективность микробиологических препаратов при возделывании ячменя / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Д. Каргбо, Т. Фрамуду // *Земледелие*. 2022. № 7. С. 40-44.
22. Голубев С. Н., Дубровская Е. В., Турковская О. В. Коллекция ризосферных микроорганизмов ИБФРМ РАН: ревизия штаммов бактерий рода *Azospirillum* на основе анализа нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология*. 2018. Т. 18. № 1. С. 52-59.
23. Евстигнеева С. С., Федоненко Ю. П. Биотехнологический потенциал бактерий рода *Azospirillum*: характеристика флокулирующих культур как наиболее перспективных форм для инокуляции растений // *Актуальная биотехнология*. 2018. № 3(26). С. 98-102.
24. Романов Н. В., Гилязов М. Ю., Сержанов И. М. Действие минеральных и биологических удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях засухи // *Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года*. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 243-251.
25. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии выращивания в условиях приазовской зоны Ростовской области / Е. М. Фальнсков, В. Б. Пойда, М. А. Збраилов, А. С. Воскресенская // *Материалы международной научно-практической конференции. Ростов на Дону: Донской государственный аграрный университет, 2022. С. 125-129.*

**Сведения об авторах:**

Хабибрахманов Дамир Ростямович – аспирант, e-mail: damirkhabibrakhmanov@yandex.com  
 Колесар Валерия Александровна – кандидат биологических наук, доцент, e-mail: klerochka2@gmail.com  
 Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой,  
 e-mail: radiksaf2@mail.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**EVALUATION OF THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON YIELDS OF SPRING BARLEY**  
**D. R. Khabibrakhmanov, V. A. Kolesar, R. I. Safin**

**Abstract.** The results of field researches on the experimental fields of the Agrobiotechnopark of KSAU conducted in 2020–2022 are given. The aim of the research was to evaluate the effect of double treatment during the growing season with various biological preparations on the formation of the crop and the quality of spring barley grain. The objectives of the research included studying the nature of changes in the biometric parameters of plants, leaf surface area, yield and protein content in grain when using a biofungicide and biofertilizer. The variety of spring two-row barley Kamashevsky was the object of research. Biopreparations were studied - biofungicide Organica S (biological agent - *Bacillus amyloliquefaciens*) and biofertilizer Organit P (biological agent - *Bacillus megaterium*). The treatment was carried out twice during the growing season - in the tillering phase and in the earing phase with a working fluid flow rate of 200 l/ha. The preparations were used separately and as part of a tank mixture. The studies were carried out on a gray forest highly cultivated soil. The agro-climatic conditions of vegetation during the years of the study varied significantly. In 2021, soil-air drought was noted, and in 2020, and especially in 2022, the moisture conditions were favorable for the growth and development of spring barley plants. It has been established that the treatment of spring barley crops with biological preparations contributes to an increase in the length of the ear, stems and roots. This effect was especially significant when using a biofertilizer in the tillering phase, and a biofungicide during the heading of barley. The use of all treatment schemes with biological preparations showed an increase in the area of spring barley leaves and, at the same time, the development of root rots of the crop decreased by an average of 50%. The greatest increase in yield (by 0.56 t/ha), the maximum protein content in the grain and the best profitability indicators were obtained using a treatment scheme in which Organit biofertilizer was used during the tillering period, and Organica S biofungicide during the heading period. Especially significant positive effect from treatment with biological preparations was in the conditions of a well-moistened 2022, but even in the conditions of a drought in 2021, treatment with biological preparations showed high efficiency.

**Key words:** microbiome, bacterial microbiome, fungal microbiome, endophytic bacteria, seeds, varieties, spring wheat.

**References**

1. Naumova N. A. Features of the formation of grain productivity and its elements in spring barley varieties in the conditions of the Astrakhan region // *Agrarian scientific journal*. 2021. No. 5. S. 29–34.
2. Feed productivity of spring barley varieties in technologies of different levels of intensity in the conditions of the Central Non-Black Earth Region/ P. M. Polityko, V. N. Kapranov, N. Yu. Garmash et al. // *Agrochemical Bulletin*. 2021. No. 6. S. 13–17.
3. Sumina A.V., Polonsky V.I., Kolichenko A.A. Feed value of barley grain grown in the conditions of the south of Siberia // *Bulletin of the Khakass State University*. N.F. Katanov. 2020. No. 3(33). pp. 36–39.
4. Evaluation of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley bred at the Tatar Research Institute of Agriculture/ V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, I.S. Ganieva [et al.]// *Grain legumes and cereals*. 2021. No. 4(40). pp. 82–92.
5. Drought resistance of spring barley varieties in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan / V. I. Blokhin, I. Yu. Nikiforova, I. S. Ganieva [et al.] // *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*. 2022. No. 3 (71). pp. 4–11.
6. Grain nutritional value of spring barley varieties selected by the Tatar Scientific Research Institute of Agriculture/ V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, I.S. Ganieva, I.M. Serzhanov // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021. V. 16. No. 4(64). pp. 5–9.
7. Ganieva I. S., Blokhin V. I., Serzhanov I. M. Comparative evaluation of spring barley varieties in terms of protein quantity and quality // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2019. V. 14. No. 1(52). pp. 17–21.
8. Ashmarina L.F. Root rot of spring barley in the fodder crop rotation of Western Siberia // *Plant Protection and Quarantine*. 2022. pp. 10. S. 11–13.
9. Danilova A. V., Volkova G. V. Barley diseases and host plant resistance to them // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2019. No. 77. pp. 74–84.
10. Belskaya GV, Pankova OB Diseases of spring barley in the Central Chernozem region // *Science and Education*. 2021. Vol. 4, No. 4.
11. Savary S. The global burden of pathogens and pests on major food crops. // *Nat. ecol. Evol*. 2019 Vol. 3. pp. 430–439
12. Doroshenko E. S., Shishkin N. V. Resistance of spring barley to pathogens of leaf diseases // *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2023. V. 53. No. 2. pp. 55–63.
13. Sheshhegova T. K., Shchekleina L. M., Lisitsyn E. M. Genotypic and physiological adaptation of barley cultivars bred by the FANC of the North-East to fungal diseases // *Vestnik KrasGAU*. 2022. No. 8(185). pp. 33–41.
14. Carbendazim resistance of *Fusarium graminearum* from Henan wheat/ S. Liu, L. Fu, S. Wang et al.//*Plant Diseases*. 2019. Vol.103. pp. 2536–2540.
15. Shcherbakova L. A. Development of resistance to fungicides in phytopathogenic fungi and their chemosensitization as a way to increase the protective effectiveness of triazoles and strobilurins // *Agricultural Biology*. 2019. V. 54, No. 5. pp. 875–891.
16. Hoang T. A., Maryina-Chermnykh O. G. The impact of biological products on the development of root rot of spring barley in the Republic of Mari El // *Bulletin of the Mari State University*. Series: Agricultural sciences. Economic sciences. 2020. V. 6. No. 3(23). pp. 345–351.
17. Kalinov A. G., Milyutina E. M. The use of mineral fertilizers and biological products in the cultivation of spring barley and oats on radioactively contaminated soil // *Agrochemical Bulletin*. 2020. No. 3. S. 77–82.
18. Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration / He D.C., He M.H., Amalin D.M., Liu W., Alvindia D.G., Zhan J. // *Pathogens*. 2021. Vol.10(10). R.1311.
19. Melnik L. V. The effectiveness of the use of microbiological preparations in the cultivation of spring barley // *Status and prospects for increasing the production of high-quality agricultural products: materials of the XII International*



Scientific and Practical Conference, Ufa-Novosibirsk, June 03–06, 2023. Novosibirsk: ITs NSAU "Golden Ear", 2023. pp. 41–44.

20. Shkotova O.N., Shkotov A.N. Evaluation of the effectiveness of strains of biofertilizers and mineral nitrogen in single-species and mixed crops of barley // Bulletin of the Bryansk State University. 2015. No. 1. pp. 379-381.

21. The effectiveness of microbiological preparations in the cultivation of barley / S. I. Korzhov, T. A. Trofimova, D. Kargbo, T. Framudu // Agriculture. 2022. No. 7. pp. 40-44.

22. Golubev S.N., Dubrovskaya E.V., Turkovskaya O.V. Collection of rhizospheric microorganisms of the Institute of Biophysical Physics of the Russian Academy of Sciences: revision of bacterial strains of the genus *Azospirillum* based on the analysis of the nucleotide sequences of the 16S rRNA gene. Bulletin of the Saratov University. New episode. Series: Chemistry. Biology. Ecology. 2018. V. 18. No. 1. pp. 52-59.

23. Evstigneeva S. S., Fedonenko Yu.P. Biotechnological potential of bacteria of the genus *Azospirillum*: characteristics of flocculating cultures as the most promising forms for plant inoculation // Actual biotechnology. 2018. No. 3(26). pp. 98-102.

24. Romanov N. V., Gilyazov M. Yu., Serzhanov I. M. The effect of mineral and biological fertilizers on the yield of spring wheat in drought conditions // Circular economy in agriculture: international experience for the Republic of Tatarstan: Proceedings based on round table within the framework of the final board of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan, Kazan, February 24–25, 2022. Kazan, Kazan State Agrarian University: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 243-251.

25. Yield and grain quality of winter wheat depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Azov zone of the Rostov region/E.M. Falynskov, V.B. Poida, M.A. Zbrailov, A.S. Voskresenskaya// Proceedings of the international scientific- practical conference. - Don State Agrarian University, 2022. pp. 125-129.

**Authors:**

Khabibrakhmanov Damir Rostamovich – Ph.D. student of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: damirkhabibrakhmanov@yandex.com

Kolesar Valeria Aleksandrovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: klerochka2@gmail.com

Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: radiksa12@mail.ru  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ КУРИНОГО ПОМЕТА****З. М. Халиуллина, А. С. Ганиев, И. Х. Гайфуллин**

**Реферат.** В данной работе проводился анализ кустистости, высоты стебля и других биометрических показателей озимой пшеницы. Исследования проводились на полях Пестречинского района Республики Татарстан ООО «Ак Барс Пестрець». Почва исследуемых участков классифицируются как светло-серая лесная, с содержанием гумуса - 3,0%, кислотности - 8,0, фосфора - 295,0 мг/кг, калия - 70,0 мг/кг. Для экспериментов были взяты три участка: контрольный – участок (без внесения куриного помета и препарата «Мефосфон»), опытный 1 (был внесен перепревший куриный помет), опытный 2 (был внесен куриный помет, обработанный препаратом Мефосфон). Целью исследований является изучение влияния куриного помета на урожайность сельскохозяйственных культур. Эксперименты проводились при посеве озимой пшеницы сорта «Скипетр – Э» в период с 19.04.2021 года по 01.06.2021 год. Кустистость пшеницы в почве, при внесении перепревшего куриного помета, увеличилась на 36,84%, масса сырого стебля на 15,9%, масса сухого стебля на 22,2%, масса сырого корня на 138%, а масса сухого корня уменьшилась на 14,33% по сравнению с контролем (почва без внесения куриного помета). Кустистость пшеницы в почве, при внесении куриного помета, обработанного препаратом «Мефосфон» увеличилась на 73,68%, масса сырого стебля на 43,74%, масса сухого стебля на 77,7%, масса сырого корня на 200%, а масса сухого корня 157% увеличилась по сравнению с контролем. Таким образом, применение куриного помета, обработанного «Мефосфоном» улучшает плодородие почвы за счет круговорота питательных веществ, вызванного изменениями в динамике почвенных микробов.

**Ключевые слова:** почва, кустистость, куриный помет, экосистема, сельское хозяйство, удобрение, «Мефосфон».

**Введение.** Качество почвы - это способность почвы поддерживать экосистемные услуги и поддерживать продуктивность растений [1]. В сельскохозяйственных системах функции почвы трудно оценить напрямую из-за ее физических, химических и биологических параметров [2]. Чтобы оценить влияние землепользования и управления на изменения качества почвы, ученым необходимо выявить и выбрать наиболее важные параметры или индикаторы почвы [3]. Хотя использование индекса качества почвы в качестве инструмента восстановления экосистем дает много преимуществ, эффективность этих индексов может различаться в зависимости от типа почвы, климата и экосистемы [4].

Почвенные добавки (биоуголь, компост, птичий и навоз крупного рогатого скота) используются для улучшения роста и продуктивности растений, что улучшает физико-химические свойства почвы, плодородие и почвенную биоту [5, 6]. Различные исследования показали, что органические добавки улучшают органическое вещество почвы, пористость почвы, доступную воду для сельскохозяйственных культур, обменные катионы, емкость катионного обмена и питательные вещества для растений [7, 8, 9].

Птичий помет является одним из органических удобрений, содержащих наибольшее количество питательных веществ, необходимых для роста сельскохозяйственных культур. Во многих исследованиях сообщается, что внесение птичьего помета значительно улучшает физические, химические и биологические свойства почвы [10, 11]. Птичий помет представляет собой органическое удобрение, которое обеспечивает большое количество питательных веществ для растений и улучшает

физико-химические свойства почвы при правильном применении [12]. Согласно Yagüe et al., внесение куриного помета в сочетании с удобрением NPK повышало органический углерод почвы и стабильность агрегатов по сравнению с применением одного удобрения NPK [13].

В птицеводстве образуется значительное количество отходов куриного помета, богатого микробами, а также макро- и микроэлементами, подходящими для почвы. Он может улучшить микробную активность и динамику питательных веществ в почве, что в конечном итоге повысит ее плодородие [14].

Реакция физико-химических свойств почвы на органические удобрения может различаться в зависимости от групп почв, климата, методов ведения сельского хозяйства и систем выращивания культур [15].

Целью настоящих исследований было изучение влияния куриного помета на урожайность сельскохозяйственных культур.

Таким образом, это исследование было направлено на оценку воздействия куриного помета на улучшение физико-химических свойств почвы и урожайность сельскохозяйственных культур, выращиваемых на полях ООО «Ак Барс Пестрець».

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились в Пестречинском районе Республики Татарстан в ООО «Ак Барс Пестрець», которое занимается растениеводством и животноводством. Главным направлением хозяйства является земледелие. Земельные угодья раскинулись на 25 тыс. га, из них 22 тыс. га - пашня. На сегодня в Пестречинском районе из 60 тыс. га пахотной земли. Практически каждый год земли предприятия увеличивались на 2-3 тыс. га за счет

присоединения земельных площадей бывших колхозов и других малоэффективно используемых площадей. Хотя здешние почвы не чернозем, с каждого гектара урожайность от 20 до 45 ц зерна. В ООО «Ак Барс Пестрецы» всегда применялся отвальная вспашка, и перекрестный сев, что хоть и благоприятно сказывалось на урожайности, тем не менее увеличивало затраты на посевные материалы. Сейчас перешли на поверхностную обработку земли. Применяется также запашка мульчированной соломой. В структуре севооборота агрофирмы 13,5 тыс. га составляют зерновые культуры. Выращивают пшеницу, ячмень, овес и озимое тритикале [16].

Почву исследуемых участков является светло-серая лесная, где содержание гумуса составляет до 3,0%, кислотность до 8,0, фосфора до 295,0 мг/кг, калия до 70,0 мг/кг [17]. Посев, наблюдения и учеты проводили по общепринятой методики полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985). При проведении полевых испытаний определяли следующие показатели: полевую всхожесть (%); высоту стебля (см); абсолютно сухую массу растений (г/м<sup>2</sup>); площадь флагового листа (см<sup>2</sup>); длину колоса (см); количество зерен в колосе (шт.); урожайность (т/га); стекловидность зерна (%); массовую долю сырой и сухой клейковины в зерне (%); число падения. Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов на трех участках: контрольный – опытный участок (без внесения куриного

помета и препарата «Мефосфона»), опытный 1 (был внесен перепревший куриный помет), опытный 2 (куриный помет обработанный препаратом «Мефосфон»).

Полученные данные сравнивали между собой: без обработки (опытная), обработанной перепревшим куриным помётом в дозе из расчета 26 т/га (опытная 1), обработанной куриным помётом и биологически активным препаратом «Мефосфон» из расчета 26 т/га (опытная 2). Их влияние на физико-химические характеристики почвы и на изменение ее микробного разнообразия оценивали с использованием метагеномных подходов и таксономической оценки.

Результаты и обсуждения. Индексы альфа- и бета-разнообразия показали, что применение куриного помета значительно улучшило микробное разнообразие почвы. Таксономический анализ подтвердил *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* и *Planctomycetes* как многочисленный бактериальный тип. Выявлено также увеличение общего количества видов отдельных операционных таксономических единиц (ОТЕ), что является качественным показателем богатого микробного сообщества [18].

В таблице представлены результаты анализа почвы до и после внесения куриного помёта, проведенные в сертифицированной лаборатории ФГБУ «Татарская межрегиональная ветеринарная лаборатория» Республики Татарстан».

Таблица - Агрохимические характеристики почвы до и после внесения куриного помёта

Показатель	До внесения (контроль)	После внесения (опыт 1)	Куриный помёт обработанный препаратом «Мефосфон» (опыт 2)	НСР <sub>05</sub>
pHводы	7,3	6,8	7	1,0
pHсол	6,4	7,3	6,3	1,0
K <sub>2</sub> O	273	605	722	15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	297	489	934	10
органическое вещество	3,97	6,81	6,36	1,03
натрий	108	102	137	9
щелочногидролизуемый азот	123	629	493	10

На рисунках 1-6 представлены результаты исследований пшеницы озимый сорта «Скипетр – Э» на продуктивную кустистость,

количество растений, средняя масса сырого и сухого стебля, а также корня в период с 19.04.2021 по 01.06.2021 годы [19].



Рис. 1 – Продуктивная кустистость пшеницы

Кустиность пшеницы (рис. 1) в почве обработанном перепревшим куриным помётом выросла на 36,84%, а обработанный куриный помёт с применением препарата «Мефосфон» смог увеличить кустиность на целых 73,68%.

Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени определяется густотой стояния растений [20]. Результаты оценки содержания количества растений представлены на рисунке 2.

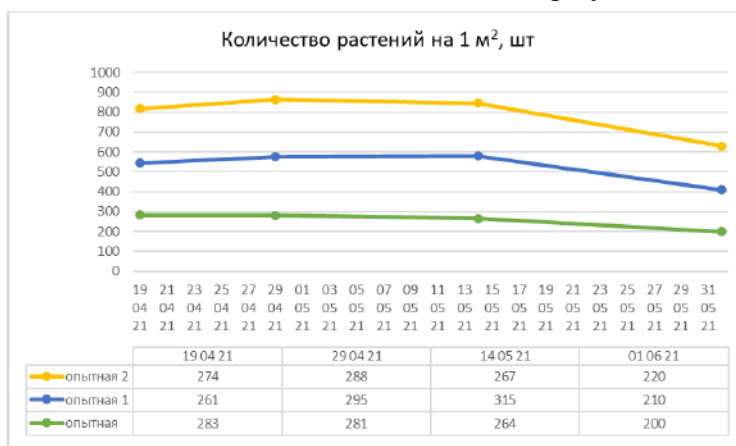


Рис. 2 – Количество растений на 1 м²

На рисунке 2 видно, что на 5% увеличивалось количество растений, которые проросли на почве, обработанной перепревшим куриным помётом и на 10% на почве с обработанной препаратом «Мефосфон».

Массу можно оценивать по двум показателям - по сырой и сухой массе. Сырую массу измерять легче, так как это не требует специальной обработки, что позволяет многократно

измерять этот параметр на протяжении длительного времени [21].

На рисунке 3 видим, что на 15,9% увеличилась масса сырого стебля пшеницы в почве обработанной куриным помётом (опытная 1). А на участке почвы, обработанной препаратом «Мефосфон» (опытная 2) масса сырого стебля у пшеницы увеличивается на 43,74% [22].



Рис. 3 – Средняя масса сырого стебля

На рисунке 4 видим, что масса сухого стебля пшеницы в почве обработанной куриным помётом увеличилась на 22,2%.

А в обработанном участке почвы с препаратом «Мефосфон» масса сырого стебля у пшеницы увеличивается на 77,7%.



Рис. 4 – Средняя масса сухого стебля

## АГРОНОМИЯ

Затем производили анализ морфометрических показателей, таких как сырая и сухая масса корней. На рисунке 5 видно, что масса сырого корня с участка опытная 1

увеличилась на 138%, а с участка опытная 2 на 200%. Масса сухого корня с участка опытная 1 уменьшилась на 14,3%, и на 157% увеличилась опытная 2 (рис. 6).

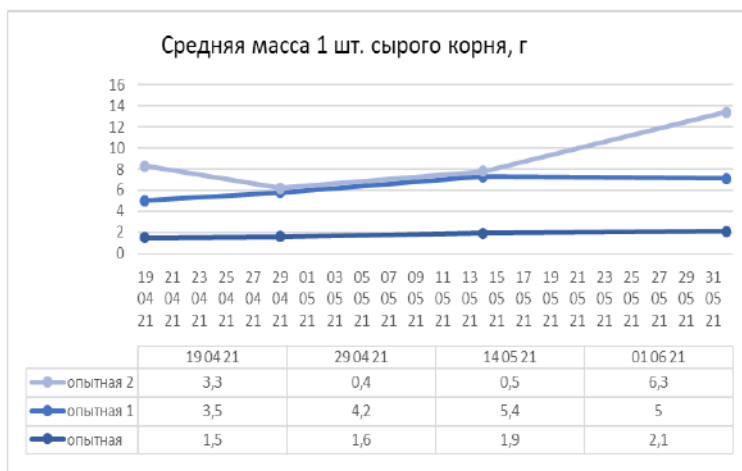


Рис. 5 – Средняя масса сырого корня

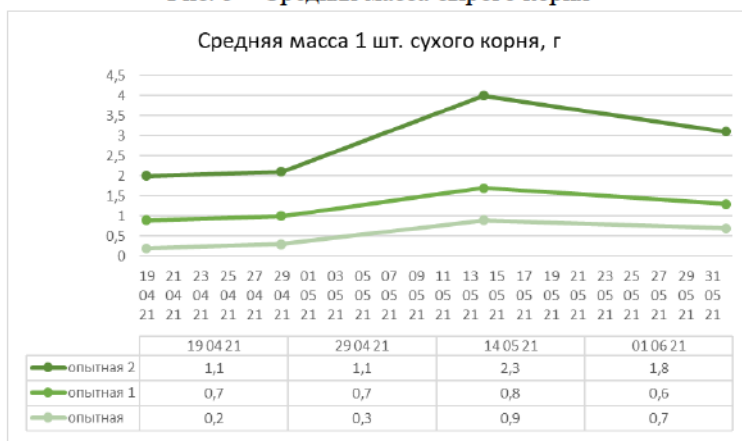


Рис.6 – Средняя масса сухого корня

**Выводы.** Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что применение куриного помета и куриного помета с препаратом «Мефосфоном» опосредованное микробное богатство, как полагают, обеспечивает круговорот углерода, азота и серы, а также ключевые ферменты почвы, такие как дегидрогеназы и ферменты, активные углеводами. Следовательно, применение куриного помета может улучшить плодородие почвы за счет круговорота питательных веществ, вызванного изменениями в динамике почвенных микробов.

Кустистость пшеницы в почве обработанном перепревшим куриным помётом увеличивается на 36,84%, масса сырого стебля на 15,9%, масса сухого стебля на 22,2%, масса сырого корня на 138%, а масса сухого корня уменьшилась на 14,33%. Кустистость пшеницы в почве обработанном куриным помётом и с препаратом Мефосфон увеличивается на 73,68%, масса сырого стебля на 43,74%, масса сухого стебля на 77,7%, масса сырого корня на 200%, а масса сухого корня 157% увеличилась.

### Литература

1. Сафиуллин И. Н. Отраслевая структура сельского хозяйства Республики Татарстан // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 132-136.
2. Классификация влажности почвы с точки зрения доступности для растений и определения пределов управления полива / А. Х. Абделфаттах, Д.Т. Халиуллин, И. М. Гомаа, С. А. Семичев // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 13-19.
3. Методика расчета и проектирование дозатора-распределителя почвы /И. Х. Гайфуллин, Д. Т. Халиуллин, М. Н. Калимуллин [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2023. Т. 18. № 1(69). С. 45-51.
4. Агрономический мониторинг и анализ / И. Х. Габдрахманов, Д. И. Файзрахманов, В. Л. Новичков [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан. – Казан: Казанский ГАУ, 2014. С. 10-38.
5. Семушкин Д. Н., Зиганшин Б. Г., Семушкин Н. И. Технология получения растительных вытяжек //

Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мартыянова А.П. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 489-495.

6. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Вестник Казанского ГАУ. 2019. Т. 14. № 2(53). С. 52-57.

7. Сафиуллин И. Н., Захарова Г. П. Состояние и тенденции развития растениеводческих отраслей в Республике Татарстан // Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 364-369.

8. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 60-62.

9. Сафиуллин И. Н. Оценка экономической эффективности размещения производства зерновых культур в Республике Татарстан // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.э.н., профессора Н.С. Каткова. Казань: Казанский ГАУ, 2018. С. 193-197.

10. Сафиуллин И. Н., Амирова Э. Ф. Состояние и тенденции использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве Республики Татарстан // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 157-163.

11. Константинов Р. И., Халиуллин Д. Т. Техническое решение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ИМНТС и 90-летию Казанской зоотехнической школы. Казань: Казанский ГАУ, 2020. С. 120-126.

12. Сравнительная оценка эффективности органических удобрений на основе куриного помета / И. Х. Гайфуллин, А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина [и др.] // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 119-125.

13. Goals and Challenges in Bacterial Phosphoproteomics / P. Yagüe, N. Gonzalez-Quiñonez, G. Fernández-García, S. Alonso-Fernández, A. Manteca // Int. J. Mol. Sci. 2019. pp. 27-30

14. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Ибятков [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 4(51). С. 103-108.

15. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья РТ / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Гайнанова Х. С. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 357-361.

16. Родионов С. М., Михайлова Т. В. Изменчивость высоты растений яровой тритикале в F1 и F2 // Студенческая наука - первый шаг к цифровизации сельского хозяйства: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. В 3-х частях, Чебоксары, 15 октября 2021 года. Том Часть 1. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. С. 484-485.

17. Сафиуллин И. Н., Амирова Э. Ф., Иванов Б. Л., Гайфуллин И. Х. Определение совокупного индекса благоприятности размещения производства сельскохозяйственных культур // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023617313 РФ. № 2023615441.

18. Использование препарата "Мефосфон" для выращивания органической хлебобулочной продукции / А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина, И. Х. Гайфуллин, А. А. Щелчкова // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 126-132.

19. Перспективы применения препарата Мефосфон для производства удобрений из куриного помета / Ф. С. Сибатуллин, З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 22-25.

20. Халиуллин Д. Т., Галеев Д. Ф. Исследования распределения зернового вороха на очистке зерноуборочного комбайна при боковом крене // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 29-35.

21. Бутузов И. Н., Халиуллин Д. Т. Энергосберегающий способ сушки зерна // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 76-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2018. С. 10-13.

22. Продукты из вторичного сырья, как основа повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. С. Сибатуллин, З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 227-231.

**Сведения об авторах:**

Халиуллина Зульфия Мусавиховна – кандидат химических наук, доцент, e-mail: khaliullinaz@mail.ru

Ганиев Алмаз Салыхудинович – кандидат биологических наук, e-mail: ganiev-almaz@mail.ru

Гайфуллин Ильнур Хамзович – кандидат технических наук, старший преподаватель, e-mail: ilnur-gai@yandex.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOMETRIC INDICATORS OF WHEAT IN THE APPLICATION OF CHICKEN MANURE

Z. M. Khaliullina, A. S. Ganiev, I. Kh. Gayfullin

**Abstract.** In this work, the analysis of bushiness, stem height and other biometric indicators of winter wheat was carried out. The research was carried out in the fields of the Pestrechinsky district of the Republic of Tatarstan by Ak Bars Pestretsy LLC. The soils of the studied areas are classified as light gray forest, with humus content - 3.0%, acidity - 8.0, phosphorus - 295.0 mg/kg, potassium - 70.0 mg/kg. Three plots were taken for the experiments: control - experimental plot (without the introduction of chicken manure and Mephosphon preparation), experimental 1 (rotted chicken manure was introduced), experimental 2 (chicken manure treated with Mephosphon was introduced). The aim of the research is to study the effect of chicken manure on crop yields. The experiments were carried out when sowing winter wheat of the "Skipetr-E" variety in the period from 04/19/2021 to 06/01/2021. Wheat bushiness in the soil, with the introduction of rotted chicken manure, increased by 36.84%, the weight of the raw stem by 15.9 %, dry stem weight by 22.2%, raw root weight by 138%, and dry root weight decreased by 14.3-3% compared to the control (soil without chicken manure). The bushiness of wheat in the soil, with the introduction of chicken manure treated with Mephosphon, increased by 73.68%, the weight of the raw stem by 43.74%, the weight of the dry stem by 77.7%, the weight of the raw root by 200%, and the weight of the dry root 157 % increased compared to control. Thus, the use of chicken manure treated with Mephosphon improves soil fertility due to the nutrient cycle caused by changes in the dynamics of soil microbes.

**Key words:** soil, bushiness, chicken manure, ecosystem, agriculture, fertilizer, Mephosphon.

References

1. Safiullin I. N. Branch structure of agriculture of the Republic of Tatarstan // Development of agro-industrial complex and rural territories in the conditions of modernization of the economy: Materials of the III International scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Economics, Professor N.S. Katkov. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. pp. 132-136.
2. Classification of soil moisture from the point of view of accessibility for plants and determination of irrigation control limits / A. H. Abdelfattah, D.T. Khaliullin, I. M. Goma, S. A. Semichev // Agrarian science of the XXI century. Current research and prospects: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019. pp. 13-19.
3. Methodology of calculation and design of a soil dispenser / I. H. Gayfullin, D. T. Khaliullin, M. N. Kalimullin [et al.] // Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2023. Vol. 18. No. 1(69). pp. 45-51.
4. Agronomic monitoring and analysis / I. H. Gabdrakhmanov, D. I. Fayzrakhmanov, V. L. Novikov [et al.] // System of agriculture of the Republic of Tatarstan. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2014. pp. 10-38.
5. Semushkin D. N., Ziganshin B. G., Semushkin N. I. Technology of obtaining vegetable extracts // Current state and prospects of development of the technical base of the agro-industrial complex: scientific works of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the memory of the Doctor of Technical Sciences, Professor Martyanova A.P. Kazan: Kazan State University, 2022. pp. 489-495.
6. Yield properties and quality of spring wheat seeds depending on the nutrition background in the conditions of the Republic of Tatarstan / I. M. Serzhanov, F. Sh. Shaikhutdinov, A. R. Serzhanova, R. I. Garaev // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2019. Vol. 14. No. 2(53). pp. 52-57.
7. Safiullin I.N., Zakharova G. P. The state and trends in the development of crop-growing industries in the Republic of Tatarstan // Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Kazan State Agrarian University. Kazan: Kazan State Agricultural University, 2021. pp. 364-369.
8. The role of the precursor as an element of organic farming in the cultivation of spelt wheat in the conditions of the pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, A. R. Serzhanova, R. I. Garaev // Fertility. 2020. № 3(114). pp. 60-62.
9. Safiullin I. N. Evaluation of the economic efficiency of the placement of grain production in the Republic of Tatarstan // Development of agriculture and rural areas in the conditions of modernization of the economy: Materials of the I International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Doctor of Economics, Professor N.S. Katkov. Kazan: Kazan State University, 2018. pp. 193-197.
10. Safiullin I. N., Amirova E. F. The state and trends in the use of land resources in agriculture of the Republic of Tatarstan // Topical issues of the use of land resources, geodesy and nature management. Kazan: Kazan State University, 2021. pp. 157-163.
11. Konstantinov R. I., Khaliullin D. T. Technical solution for increasing crop yields // Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel: Scientific papers of the II International scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of IMiTS and the 90th anniversary of the Kazan Zootechnical School. Kazan: Kazan State University, 2020. pp. 120-126.
12. Comparative evaluation of the effectiveness of organic fertilizers based on chicken manure / I. H. Gayfullin, A. S. Ganiev, Z. M. Khaliullina [et al.] // Biological protection of plants using genomic technologies: A collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. Kazan: Kazan State University, 2022. pp. 119-125.
13. Goals and Challenges in Bacterial Phosphoproteomics / P. Yagüe, N. Gonzalez-Quñonez, G. Fernández-García, S. Alonso-Fernández, A. Manteca // Int. J. Mol. Sci. 2019. pp. 27-30
14. The influence of agricultural techniques on the yield and quality of wheat grain spelt (two-grain) in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Ibyatov [et al.] // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2018. Vol. 13. No. 4(51). pp. 103- 108.
15. The yield of spring soft wheat of the Ulyanovsk 105 variety depending on the level of nutrition and seeding rate in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan / F. Sh. Shaikhutdinov, I. M. Serzhanov, A. R. Serzhanova, R. I. Garaev // Scientific proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor Gainanov H. S. Kazan: Kazan GAU, 2021. pp. 357-361.
16. Rodionov S. M., Mikhailova T. V. Variability of the height of spring triticale spring triticale plants in F1 and F2 // Student science - the first step towards digitalization of agriculture: Materials of the All-Russian student scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Chuvash State University. In 3 parts, Cheboksary, October 15, 2021. Volume Part 1. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2021. pp. 484-485.
17. Safiullin I. N., Amirova E. F., Ivanov B. L., Gayfullin I. H. Determination of the aggregate index of favorability of the placement of agricultural crops // Certificate of state registration of the computer program No. 2023617313 of the Russian Federation. № 2023615441.

18. The use of the drug "Mephosphone" for growing organic bakery products / A. S. Ganiev, Z. M. Khaliullina, I. H. Gayfullin, A. A. Shchelchkova // Biological protection of plants using genomic technologies: A collection of scientific papers based on the materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. Kazan: Kazan State University, 2022. pp. 126-132.

19. Prospects for the use of the drug Mephosphone for the production of fertilizers from chicken manure / F. S. Sibagatullin, Z. M. Khaliullina, A.M. Petrov, K. O. Sinyashin // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2019. Vol. 33. No. 11. pp. 22-25.

20. Khaliullin D. T., Galeev D. F. Studies of the distribution of grain heaps at the cleaning of a combine harvester with a side roll // Current state and prospects for the development of the technical base of the agro-industrial complex: Scientific papers of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of the Doctor of Technical Sciences, Professor P.G. Mudrov. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. pp. 29-35.

21. Butuzov I. N., Khaliullin D. T. Energy-saving method of grain drying // Student Science - agricultural production: Materials of the 76th Student (regional) Scientific Conference. Kazan: Kazan State University, 2018. pp. 10-13.

22. Products from secondary raw materials as a basis for increasing crop yields / F. S. Sibagatullin, Z. M. Khaliullina, A.M. Petrov, K. O. Sinyashin // Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel: Scientific proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region. Kazan: Kazan State University, 2019. pp. 227-231.

**Authors:**

Khaliullina Zulfiya Musavikhovna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, e-mail: khaliullinaz@mail.ru

Ganiev Almaz Salyakhutdinovich – Candidate of Biological Sciences, e-mail: ganiev-almaz@mail.ru

Gayfullin Ilmur Khamzovich – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, e-mail: ilnur-gai@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia



**МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА КОРОВ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ЛЕПТИНА И ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ**

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

**Реферат.** Обзор научной литературы показал, что генотип по локусам гена лептина (*LEP*) и линейная принадлежность по голштинской породе коров оказывают влияние на молочную продуктивность и качество их молока. Целью наших исследований было изучить молочную продуктивность и качественный состав молока коров татарстанского типа с разными генотипами по локусам гена лептина и линейной принадлежности по голштинской породе. Исследования проводились в условиях СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан на поголовье 79 коров татарстанского типа. Татарстанский тип это одна из ведущих молочных пород крупного рогатого скота разводимая в Республике Татарстан, и созданная путём скрещивания холмогорской, чёрно-пёстрой и голштинской пород, при этом кровность составила 1/8 Холмогорская + 1/16 Чёрно-пёстрая + 13/16 Голштинская. В результате молекулярно-генетического исследования (ПЦР-ПДРФ) поголовье животных отобрали по группам с учётом генотипа по локусам гена *LEP*. Проведённые исследования показали, что у коров татарстанского типа по первой лактации наибольшие показатели удою, количество жира и белка в молоке отмечены у животных с генотипами *LEP/CC* и *LEP/CT* гена лептина в сравнении со сверстницами генотипа *LEP/TT*. Однако по массовой доле жира и белка в молоке тенденция была обратная. Также среди коров татарстанского типа по первой лактации наибольшие величины показателей молочной продуктивности (удой, количество молочного жира и белка) у коров с генотипом *LEP/CC* линейной принадлежности к голштинской породе, а именно В. Айдиал 933122 и Р. Соверинг 198998.

**Ключевые слова:** корова, молочная продуктивность, полиморфизм, генотип, ген *LEP*, ПЦР.

**Введение.** Селекция животноводства невозможна без применения современных молекулярно-генетических технологий и использования ДНК-маркеров, связанных с экономическими признаками животных. Многие исследователи анализировали распределение аллельных вариантов ряда структурных генов, полиморфизм которых часто ассоциирован с основными показателями молочной продуктивности крупного рогатого скота. Появление аллельных вариантов в регуляторных и структурных областях этих генов может влиять на количества и качества молока [1].

Преимущество ДНК-технологий заключается в том, что можно определить генотип животного независимо от пола, возраста и физиологического состояния, что является важным фактором в селекции. В качестве потенциального маркера молочной продуктивности генов могут рассматриваться такие гены как гены липидного обмена [2, 3].

Лептин – это цитокин, синтезируется преимущественно в жировых тканях. Исследования показали, что он контролирует рост тела, энергетический гомеостаз, потребление корма, воспроизводство и иммунную функцию. Лептин действует в гипоталамусе через нейропептид-У рецептор нейронов и играет важную роль в регуляции пищевого поведения в зависимости от энергетического статуса организма [4, 5].

Структурно ген лептина представляет собой белок, состоящий из 167 аминокислот, и включает 21 аминокислотную последовательность [6]. Полиморфизм, связанный с мутацией *LEP* (Т→С), приводит к замене цистеина на аргинин в α-спирали лептина полипептида [7].

Многие исследователи своими научными работами подтверждают, что ген лептина (*LEP*) и его полиморфные варианты аллели и генотипы могут рассматриваться как один из потенциальных маркеров производства молока и мяса [3, 8].

При исследовании гена лептина у коров Нагайя выявлено, что генотипы лептина оказывали значительное влияние на периоды лактации, общий удою за 300 дней лактации и достижение пика удою во время первой лактации. Гомозиготные коровы (*AA*) имели тенденцию к значительному увеличению периода лактации ( $P < 0,05$ ) в генотипе *AA* по сравнению с генотипом *BB* по первой лактации. Также общий удою и удою за 300 дн. лактацию более высокие у коров генотипа *AA* по сравнению с аналогами генотипов *AB* и *BB* по данным первой лактации [9].

Установлено, что в разрезе полиморфизма гена *LEP* в изученной голштинской выборке наилучшими продуктивными характеристиками, а также биологической эффективностью и полноценностью по качеству молока обладали первотёлки с генотипом *CC* [10]. Схожие результаты были получены на коровах татарстанского типа [11].

Изучая ассоциации гена лептина с динамикой молочной продуктивности за три лактации коров голштинской породы выявлено, что наилучшие показатели по всем трем лактациям были выявлены в группе животных с генотипом *TT* гена *LEP*. Эти особи характеризуются повышенным удоём, высоким индексом продуктивности и склонны к увеличению среднесуточного удою на протяжении трех лактаций. Для этих коров было характерно:

повышенный удой, высокий индекс удойности и тенденция к увеличению среднесуточного удою в течение всех трех лактаций [12].

Молочная продуктивность высшей группы племенных коров Архангельской области холмогорской породы снижалась в ряду генотипов  $AA > AB > BB$  гена *LEP*, а массовая доля жира и белка в молоке, увеличивалась в следующем порядке  $AA < AB < BB$ . У особей с генотипом *AB*, было оптимальное сочетание уровня удою с наиболее высокой массовой долей жира и белка в молоке, выходом молочного жира и белка [13].

Коровы чистопородные и помесные по джерсейской породе индийского происхождения с гомозиготным генотипом *CC* гена лептина характеризовались наиболее высокой средней массовой долей жира в молоке, что было достоверно ( $P < 0,05$ ) выше, чем у сверстниц с гетерозиготным генотипом *CT* [14].

Также исследования коров ярославской породы Ивановской области показали, что наибольшей массовой долей жира в молоке характеризовались особи, несущие в своём генотипе *B* аллель гена *LEP*, причём достоверная разница между генотипами *AB* и *AA*. По удою и массовой доле белка в молоке, животные с разными генотипами гена *LEP* отличались незначительно [15].

При сравнении полученных результатов по химическим характеристикам молока между коровами с генотипами *AA* и *AB* по гену лептина, не было обнаружено существенных различий, за исключением содержания СОМО и значений точки замерзания. Коровы с генотипом *AA* имели достоверно более низкое содержание СОМО (8,74%) в молоке по сравнению со средним содержанием СОМО (9,28%) у коров с генотипом *AB*, в то время как коровы с генотипом *AA* (-0,54°C) имели значительно более высокие средние значения точки замерзания, чем у коров с генотипом *AB* (-0,58°C) [16].

Результаты показывают, что генотип лептина *TT* связан с увеличением окружности грудной клетки. Эти наблюдения могут представлять экономический интерес [17]. Были обнаружены три ДНК-полиморфизма гена *LEP*, а именно *g.2913C/T*, *g.3260T/C* и *g.3549G/A*, которые достоверно связаны ( $P < 0,05$ ) с высотой в плечах, длиной туловища и окружностью грудной клетки у балийского крупного рогатого скот [5].

Наличие аллеля *T* в гене *LEP* (*c. 239C > T*) у симментальских бычков было связано с повышенным содержанием сухого вещества и жира в говяжьем фарше, массой туши и массы внутреннего жира [18].

Исследования, проведённые на бычках породы *Nellore* также подтверждают, что полиморфизм гена *LEP* оказывает влияние на параметры туши и липидный профиль мяса (общее количество и соотношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот) крупного рогатого скота [19].

В связи с вышесказанным нами поставлена цель – изучить молочную продуктивность и качественный состав молока коров татарстанского типа, которые генотипированы по локусам гена лептина (*LEP*) и происходящие из разных генеалогических линий.

**Условия, материалы и методы.** Научно-исследовательская работа проводилась в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан. Предметом исследования были пробы цельной крови, отобранные для исследования от 79 коров татарстанского типа холмогорской породы.

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

ДНК из исследуемых проб крови выделяли при помощи коммерческого набора «Рибопреп» (производитель ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия), согласно утверждённой инструкции производителя.

Определение генотипической принадлежности по локусам гена *LEP* первотёлоч татарстанского типа проводили на основе интерпретации результатов ПЦР-ПДРФ-профилей [20].

Определяли показатели молочной продуктивности коров, такие как удой за 305 дней лактации (учёт включал ежедекадные контрольные доения), массовая доля жира и белка в молоке (измерение на анализаторе «ЛАКТАН 1-4»).

Цифровой материал обрабатывали общепринятым методом вариационной статистики и программы Microsoft Excel. Оценку достоверности средних величин исследуемых групп проводили с учётом стандартных значений критерия Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Нами проведена оценка молочной продуктивности (удой за лактацию, массовая доля и количество жира в молоке, массовая доля и количество белка в молоке) первотёлоч татарстанского типа с разными генотипами *LEP*-гена (табл. 1).

Данные таблицы показывают, что в среднем удой коров за 305 дн. лактации в группах животных с разными генотипами по *LEP*-гену составил 7407 кг (генотип *LEP/CC*), 7174 кг (генотип *LEP/CT*) и 6919 кг (генотип *LEP/TT*) молока. Коровы, несущие в своём генотипе *LEP/C* аллель превосходили сверстниц с генотипом *LEP/TT* по удою на 233-488 кг.

Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,67% (генотип *LEP/CC*) до 3,71% (генотип *LEP/TT*). По массовой доле жира в молоке коровы с генотипами *LEP/CT* и *LEP/TT* превосходили аналогов с генотипом *LEP/CC* на 0,02% и 0,04% ( $P < 0,01$ ), соответственно. Более высоким количеством жира в молоке за лактацию характеризовались животные с генотипами *LEP/CC* (271,8 кг) и *LEP/CT* (264,7 кг), что больше, чем у коров с генотипом *LEP/TT* на 15,1 кг и 8 кг, соответственно.

Таблица 1 - Молочная продуктивность первотёлочек с разными генотипами *LEP*-гена

Показатель	Генотип		
	<i>LEP/CC</i>	<i>LEP/CT</i>	<i>LEP/TT</i>
n	24	45	10
удой, кг	7407±234,8	7174±138,0	6919±303,6
жир, %	3,67±0,01	3,69±0,01	3,71±0,01**
молочный жир, кг	271,8±8,22	264,7±4,88	256,7±11,2
белок, %	3,20±0,01	3,22±0,01	3,24±0,02
молочный белок, кг	237,0±7,09	231,0±4,25	224,2±9,73

Примечание: \*\* -  $P < 0,01$

Массовая доля белка в молоке была в пределах от 3,20% (генотип *LEP/CC*) до 3,24% (генотип *LEP/TT*). Первотёлочки, имеющие в своём геноме *LEP/Т* аллель, несколько превосходили по массовой доле белка в молоке особей с генотипом *LEP/CC* на 0,02-0,04%. Наибольшим количеством белка в молоке за лактацию было характерно для животных с генотипами *LEP/CC* (237,0 кг) и *LEP/CT* (231,0 кг), это выше, чем у первотёлочек

с гомозиготным генотипом *LEP/TT* на 12,8 кг и 6,8 кг, соответственно.

Дополнительно к оценке ассоциации полиморфизма гена лептина с молочной продуктивностью первотёлочек татарстанского типа была определена молочная продуктивность и качество молока у коров с разными генотипами по гену *LEP* с учётом их линейной принадлежности к голштинской породе (табл. 2).

Таблица 2 - Молочная продуктивность первотёлочек с разными генотипами *LEP*-гена и линейной принадлежности

Линия	Генотип	n	Удой, кг	Жир, %	Молочный жир, кг	Белок, %	Молочный белок, кг
В. Айдиал	<i>LEP/CC</i>	16	7323 ±284,3	3,66*** ±0,01	268,0 ±10,39	3,20 ±0,01	234,3 ±8,66
	<i>LEP/CT</i>	30	7138 ±149,3	3,69* ±0,01	263,4 ±5,26	3,21 ±0,01	229,1 ±4,61
	<i>LEP/TT</i>	6	7105 ±494,6	3,72 ±0,01	264,3 ±18,04	3,25 ±0,03	230,9 ±15,57
Р. Соверинг	<i>LEP/CC</i>	8	7576 ±437,1	3,70 ±0,04	280,3 ±13,85	3,20 ±0,02	242,4 ±13,00
	<i>LEP/CT</i>	15	7245 ±294,5	3,68* ±0,01	266,6 ±10,46	3,22 ±0,01	233,3 ±9,01
	<i>LEP/TT</i>	4	6639 ±191,1	3,69 ±0,01	245,0* ±7,30	3,22 ±0,02	213,8 ±7,13

Примечание: \* -  $P < 0,05$ ; \*\*\* -  $P < 0,001$

Наибольшим удоём за 305 дней лактации, характеризовались коровы с генотипом *LEP/CC* линий В. Айдиала и Р. Соверинга, их удой в среднем по группам составил 7323 и 7576 кг молока, соответственно. Животные генотипа *LEP/CC* в сравнении с аналогами других генотипов *LEP* внутри своей линейной принадлежности имели превосходство по удою на 185-218 кг и 331-937 кг молока, соответственно. Наибольший удой среди всего поголовья имели коровы с генотипом *LEP/CC* линии Р. Соверинга (7576 кг), что выше, чем у других особей с разными генотипами и линейной принадлежности на 253-937 кг молока.

По массовой доле жира в молоке выгодно отличались коровы с генотипами *LEP/TT* и *LEP/CC* линий В. Айдиала и Р. Соверинга, их величина в среднем по группам составила 3,72% и 3,70, соответственно. Животные генотипов *LEP/TT* и *LEP/CC* в сравнении со сверстницами других генотипов *LEP* внутри своей линейной принадлежности имели превосходство по массовой доле жира в молоке на 0,03-0,06% ( $P < 0,05$  и 0,001) и 0,01-0,02%, соответственно. Наибольшую массовую долю

жира в молоке среди всего поголовья имели коровы с генотипом *LEP/TT* линии В. Айдиала (3,72%), что выше, чем у других особей с разными генотипами и линейной принадлежности на 0,01-0,06%. Также достоверное различие (0,04%,  $P < 0,05$ ) выявлено между наибольшим показателем и данными первотёлочек с генотипом *LEP/CT* линии Р. Соверинга.

Наибольшее количество молочного жира за лактацию по линиям В. Айдиала и Р. Соверинга имели животные с генотипом *LEP/CC*, которое составило 268,0 кг и 280,3 кг, соответственно. Животные генотипа *LEP/CC* в сравнении со сверстницами других генотипов *LEP* внутри своей линейной принадлежности имели превосходство по выходу молочного жира на 3,7-4,6 кг и 13,7 кг, 35,3 кг ( $P < 0,05$ ), соответственно. Наибольшее количество молочного жира среди всего поголовья имели коровы с генотипом *LEP/CC* линии Р. Соверинга (280,3 кг), что выше, чем у других особей с разными генотипами и линейной принадлежности на 12,3-35,3 кг.

По массовой доле белка в молоке выгодно отличались коровы с генотипом *LEP/TT*

из линий В. Айдиала, их величина в среднем по группе составила 3,25%, соответственно. Они по этому показателю превосходили сверстниц с другими генотипами *LEP* и линейной принадлежности на 0,03-0,05%, межгрупповые различия других генотипов и линий были незначительные. Наибольшее количество молочного белка за лактацию по линиям В. Айдиала и Р. Соверинга имели животные с генотипом *LEP/CC*, которое составило 234,3 кг и 242,4 кг, соответственно. Животные генотипа *LEP/CC* в сравнении со сверстницами других генотипов *LEP* внутри своей линейной принадлежности имели превосходство по выходу молочного белка на 3,4-5,2 кг и 9,1-28,6 кг, соответственно. Наибольшее количество молочного белка среди всего поголовья имели коровы с генотипом *LEP/CC* линии

Р. Соверинга (242,4 кг), что выше, чем у других особей с разными генотипами и линейной принадлежности на 8,1-28,6 кг.

**Выводы.** 1. У коров татарстанского типа по первой лактации наибольшие показатели удою, количество жира и белка в молоке отмечены у животных с генотипами *LEP/CC* и *LEP/CT* гена лептина в сравнении со сверстницами генотипа *LEP/TT*. Однако по массовой доле жира и белка в молоке тенденция была обратная.

2. У животных татарстанского типа по первой лактации наибольшие величины показателей молочной продуктивности (удой, количество молочного жира и белка) у коров с генотипом *LEP/CC* линейной принадлежности к голштинской породе, а именно В. Айдиал и Р. Соверинг.

#### Литература

1. Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами OLR1 и линейной принадлежности / М. Ламара, Л. Р. Загидуллин, Т. М. Ахметов и др. // Ученые записки Казанской ГАВМ. 2023. Т. 253 (1). С. 163-167.
2. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle / T. Yadav, A. Magotra, Y.C. Bangar et al. // Animal Biotechnology. 2021. pp. 261-267 DOI: 10.1080/10495398.2021.1955701.
3. Moravcikova N., Trakovicka A., Kasarda R. Polymorphism within the intron region of the bovine leptin gene in Slovak Pinzgau cattle // Animal Science and Biotechnology. 2012. V. 245 (1). pp. 112-115.
4. Kurllyana T., Hartatik T. Association between leptin gene polymorphism and growth traits in Bali cattle // Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. 2023. V. 48 (1). pp. 112-115.
5. Genetic polymorphisms of leptin gene in relation with reproduction traits in Haryana cows / V. Pandey, R. Bachan, R. Nigam et al. // Journal of Animal Research. 2017. V. 7 (3). pp. 425-429.
6. Impact of leptin gene polymorphisms on breeding value for milk production traits in cattle / J. Komisarek, J. Szyda, A. Michalak, Z. Dorynek // J. of Animal and Feed Sci. 2005. V. 14. pp. 491-500.
7. LEP/BsaAI Analysis of Leptin Gene and Its Association with Milk Production Traits of Lactating Haryana Cattle of India / R. Bachan, R. Nigam, V. Pandey et al. // Journal of Livestock Research. 2019. V. 9 (6). pp. 184-190.
8. Ассоциация полиморфизма гена лептина с хозяйственно полезными признаками крупного рогатого скота чёрно-пестрой породы / М. А. Парамонова, Ф. Р. Валитов, И. Н. Ганиева, Т. В. Кононенко // Известия Оренбургского ГАУ. 2023. № 1 (99). С. 277-283. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-99-1-277-283.
9. Влияние породы и генотипа по гену лептина на молочную продуктивность и качество молока коров / С. В. Тюлькин, Р. Р. Шайдуллин, Х. Х. Гильманов и др. // Ветеринарный врач. 2019. № 3. С. 52-56. DOI: 10.33632/1998-698X.2019-3-52-56.
10. Genetic parameters of milk productivity for three lactations of Holstein cattle with different genotypes of LEP gene / T. M. Akhmetov, N. Yu. Safina, A. M. Alimov, M. I. Varlamova // BIO Web of Conferences. 2020. 27. 00061.
11. Влияние породы и генотипа по гену лептина на молочную продуктивность и качество молока коров / С. В. Тюлькин, Р. Р. Шайдуллин, Х. Х. Гильманов и др. // Ветеринарный врач. 2019. № 3. С. 52-56. DOI: 10.33632/1998-698X.2019-3-52-56.
12. Association of DGAT1, beta-casein and leptin gene polymorphism with milk quality and yield traits in Jersey and its cross with local Kashmiri cattle / S. A. Bhat, S. M. Ahmad, N. A. Ganai et al. // Journal of entomology and zoology studies. 2017. V. 5 (6). pp. 557-561.
13. Генетическая обусловленность группой и индивидуальной фенотипической изменчивости уровня признаков молочной продуктивности у коров ярославской породы / О. В. Кудрявцева, А. Е. Колганов, Д. К. Некрасов, М. С. Федосова // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 4 (21). С. 78-80.
14. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous busha cattle / M. Milan, P. Nevres, L. Miodrag et al. // Acta Veterinaria-Beograd. 2019. V. 69 (2). pp. 153-163.
15. Breed characteristics associated with LEP gene polymorphisms in Holstein cattle / E. V. Machulska, N. V. Kovalyuk, L. G. Gorkovenko et al. // Russ. Agricult. Sci. 2017. V. 43. pp. 314-316.
16. Effect of TG5 and LEP polymorphisms on the productivity, chemical composition, and fatty acid profile of meat from Simmental bulls / I. Sycheva, E. Latynina, A. Mamedov et al. // Veterinary World. 2023. V. 16 (8). pp. 1647-1654. DOI: 10.14202/vetworld.2023.1647-1654.
17. DGAT and LEP gene polymorphisms and their association with carcass characteristics and the lipid profile of meat from Nellore cattle / C. E. Couto, K. G.D. Livramento, L. V. Paiva et al. // Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2023. V. 24. DOI: 10.1590/S1519-994020220012.
18. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers / P. M. Corva, G. V.F. Macedo, L. A. Soria et al. // Genet. Mol. Res. 2009. V. 8. № 1. pp. 105-116.
19. DGAT and LEP gene polymorphisms and their association with carcass characteristics and the lipid profile of meat from Nellore cattle / C. E. Couto, K. G. D. Livramento, L. V. Paiva et al. // Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2023. V. 24. DOI: 10.1590/S1519-994020220012.
20. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers /

P. M. Corva, G. V.F. Macedo, L. A. Soria et al. // Genet. Mol. Res. 2009. V. 8. № 1. pp. 105-116.

**Сведения об авторах:**

Ламара Мохаммед – аспирант, e-mail.ru: madenideniden@gmail.com

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

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

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

ОСП «Институт прикладных исследований АН РТ», г. Казань, Россия

Шайдуллин Радик Рафаилович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail.ru: tppi-kgau@bk.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

Тюлькин Сергей Владимирович\* – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: tulsv@mail.ru

Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской Академии наук, г. Москва, Россия.

Зарубежнова Диана Викторовна – аспирант, e-mail.ru: diana.zarubezhnova@icloud.com

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

**MILK PRODUCTIVITY AND MILK QUALITY OF COWS WITH DIFFERENT LEP GENOTYPES AND LINEAR AFFILIATION**

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

**Abstract.** A review of the scientific literature has shown that the genotype by loci of the Leptin (*LEP*) gene and linear affiliation to the leading Holstein breed of cows have an impact on milk productivity and the quality of their milk. The purpose of our research was to study the milk productivity and qualitative composition of the milk of Tatarstan-type cows with different genotypes according to the loci of the Leptin gene and linear belonging to the Holstein breed. The research was carried out in the conditions of the agricultural company "Agrofirma Rassvet" of the Kukmorsky district of the Republic of Tatarstan on the livestock of 79 cows of the Tatarstan type. The Tatarstan type is one of the leading dairy cattle breeds bred in the Republic of Tatarstan, and created by crossing the Kholmogorsky, Black and White, and Holstein breeds, while the bloodline was 1/8 Kholmogorsky + 1/16 Black and White + 13/16 Holstein. As a result of a molecular genetic study (PCR-RFLP), the animal population was sorted into groups, taking into account the genotype by the loci of the Leptin gene. The conducted studies have shown that in Tatarstan-type cows after the first lactation, the highest milk yield indicators, the amount of fat and protein in milk were noted in animals with the leptin gene genotypes *LEP/CC* and *LEP/CT* in comparison with peers of the *LEP/TT* genotype. However, in terms of the mass fraction of fat and protein in milk, the trend was reversed. Also, among the cows of the Tatarstan type, according to the first lactation, the highest values of milk productivity indicators (milk yield, amount of milk fat and protein) are in cows with the *LEP/CC* genotype of linear belonging to the Holstein breed, namely W. Ideal 933122 and R. Soering 198998.

**Key words:** cow, milk production, polymorphism, genotype, gene *LEP*, PCR.

**References**

1. Dairy productivity and milk quality of cows with different genotypes of OLR1 and linear affiliation / M. Lamara, L. R. Zagidullin, T. M. Akhmetov et al. // Scientific notes of the Kazan SAVM. 2023. V. 253 (1). pp. 163-167.
2. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle / T. Yadav, A. Magotra, Y.C. Bangar et al. // Animal Biotechnology. 2021. V. 34 (2). pp. 261-267. DOI: 10.1080/10495398.2021.1955701.
3. Polymorphism of Somatotropin, Prolactin, Leptin, and Thyroglobulin Genes in Bulls / S. V. Tyul'kin, T. M. Akhmetov, E. F. Valiullina, R. R. Vafin // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2013. V. 3. № 3. pp. 222-224.
4. Moravcikova N., Trakovicka A., Kasarda R. Polymorphism within the intron region of the bovine leptin gene in Slovak Pinzgau cattle // Animal Science and Biotechnology. 2012. V. 245 (1). pp. 112-115.
5. Kurllyana T., Hartatik T. Association between leptin gene polymorphism and growth traits in Bali cattle // Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. 2023. V. 48 (1). pp. 1-9. DOI: 10.14710/jitaa.48.1.1-9.
6. Genetic polymorphisms of leptin gene in relation with reproduction traits in Hariana cows / V. Pandey, R. Bachan, R. Nigam et al. // Journal of Animal Research. 2017. V. 7 (3). P. 425-429.
7. Impact of leptin gene polymorphisms on breeding value for milk production traits in cattle / J. Komisarek, J. Szyda, A. Michalak, Z. Dorynek // J. of Animal and Feed Sci. 2005. V. 14. pp. 491-500.
8. Polymorphism of the leptin and diacylglycerol-O-acyltransferase genes in holsteimized black and white bulls / M. Lamara, L. R. Zagidullin, T. M. Akhmetov et al. // Agrobiotechnologies and digital farming. 2022. № 2. pp. 43-48. DOI: 10.12737/2782-490X-2022-46-54.
9. LEP/BsaAI Analysis of Leptin Gene and Its Association with Milk Production Traits of Lactating Hariana Cattle of India / R. Bachan, R. Nigam, V. Pandey et al. // Journal of Livestock Research. 2019. V. 9 (6). pp. 184-190.
10. Association of leptin gene polymorphism with economically useful signs of black-and-white cattle / M. A. Paramonova, F. R. Valitov, I. N. Ganieva, T. V. Kononenko // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2023. № 1 (99). pp. 277-283. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-99-1-277-283.
11. Influence of breed and genotype by leptin gene on milk productivity and quality of cows' milk / S. V. Tyulkin, R. R. Shaidullin, Kh. Kh. Gilmanov et al. // Veterinarian. 2019. № 3. pp. 52-56. DOI: 10.33632/1998-698X.2019-3-52-56.
12. Genetic parameters of milk productivity for three lactations of Holstein cattle with different genotypes of LEP gene / T. M. Akhmetov, N. Yu. Safina, A. M. Alimov, M. I. Varlamova // BIO Web of Conferences. 2020. 27. 00061.
13. Dairy productivity of cows of the Kholmogorskaya breed with different genotypes of hormone genes / I. E. Bagal, V. L. Yaluga, I. Y. Pavlova, L. A. Kalashnikova // Zootechniya. 2015. № 9. pp. 23-26.
14. Association of DGAT1, beta-casein and leptin gene polymorphism with milk quality and yield traits in Jersey and its cross with local Kashmiri cattle / S. A. Bhat, S. M. Ahmad, N. A. Ganai et al. // Journal of entomology and zoology studies. 2017. V. 5 (6). pp. 557-561.
15. Genetic conditionality of group and individual phenotypic variability of the level of signs of milk productivity in Yaroslavl cows / O. V. Kudryavtseva, A. E. Kolganov, D. K. Nekrasov, M. S. Fedosova // Agrarian Bulletin of the Upper Volga region. 2017. № 4 (21). pp. 78-80.
16. Insight in leptin gene polymorphism and impact on milk traits in autochthonous busha cattle / M. Milan, P. Nevres, L. Miodrag et al. // Acta Veterinaria-Beograd. 2019. V. 69 (2). pp. 153-163.

17. Breed characteristics associated with LEP gene polymorphisms in Holstein cattle / E. V. Machulskaya, N. V. Kovalyuk, L. G. Gorkovenko et al. // Russ. Agricult. Sci. 2017. V. 43. pp. 314-316.
18. Effect of TG5 and LEP polymorphisms on the productivity, chemical composition, and fatty acid profile of meat from Simmental bulls / I. Sycheva, E. Latynina, A. Mamedov et al. // Veterinary World. 2023. V. 16 (8). pp. 1647-1654. DOI: 10.14202/vetworld.2023.1647-1654.
19. DGAT and LEP gene polymorphisms and their association with carcass characteristics and the lipid profile of meat from Nellore cattle / C. E. Couto, K. G. D. Livramento, L. V. Paiva et al. // Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2023. V. 24. DOI: 10.1590/S1519-994020220012.
20. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers / P. M. Corva, G. V.F. Macedo, L. A. Soria et al. // Genet. Mol. Res. 2009. V. 8. № 1. pp. 105-116.

**Authors:**

Lamara Mohammed – graduate, e-mail.ru: madenideniden@gmail.com  
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
Akhmetov Tahir Munavirovich, Doctor of Biological Sciences, head of department, Senior researcher, e-mail: ahmetov-tahir@mail.ru  
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia  
Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia  
Shaydullin Radik Rafailovich, Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: tppi-kgau@bk.ru  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
Tyulkin Sergei Vladimirovich\*, Doctor of Biological Sciences, Senior researcher, e-mail: tulsv@mail.ru  
V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
Zarubezhnova Diana Viktorovna – graduate, e-mail.ru: diana.zarubezhnova@icloud.com  
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 – ВИ-НиТИ).

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

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

7. 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.

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 15 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 30 % 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 «серийных» 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. Интересующийся читатель должен иметь возможность найти указанный литературный источник в максимально сжатые сроки.

**Примеры оформления ссылок в конце документа.**

9. «Сведения об авторах» Ф.И.О. (полностью), ученая степень, должность, e-mail, 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)) **Шаблон ниже.** Файл со статьей следует называть по фамилии первого автора (Иванов И.И. – Определение силы);

– сведения об авторах (в электронном виде) **Шаблон ниже:** 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. **Шаблон ниже**

– 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 – редколлегией 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. Статьи, направленные в редакцию без выполнения основных требований к публикуемым статьям, не рассматриваются. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

Публикация статей в журнале бесплатно.

Статьи необходимо отправлять на электронный адрес: **[agrobiotech@kazgau.com](mailto:agrobiotech@kazgau.com)**

Научный журнал

**Агробиотехнологии  
и цифровое земледелие**  
№ 3 (7), 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: 31.10.2023 год  
Печать офсетная. Усл. п. л. 8,25 Заказ 35. 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

