

Агробιοтехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (10) 2024 год



DOI 10.12737/2782-490X-2024-3-2

ISSN 2782-490X



АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 2 (10)



Казань, 2024

Агробиотехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробиотехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 2 (10)
2024 г.

Учредитель –
Казанский
государственный аграрный
университет



Учрежден Казанским
государственным аграрным
университетом, в 2022 г.

Адрес издателя и редакции: 420015,
Республика Татарстан, г. Казань, ул.
К. Маркса, 65
тел. (843) 567 - 46 - 19

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

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

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

Публикуется
4 раза в год
За достоверность информации
в опубликованных материалах
ответственность несут
авторы публикаций

16+

Главный редактор:

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

Шайдуллин Р.Р. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казанский государственный аграрный универ-
ситет

Члены редакционной коллегии:

Амиров М.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казанский государственный аграрный универ-
ситет

Ахметзянова Ф.К. – доктор биологических наук, профессор, Казанская государственная академия ветеринар-
ной медицины им. Н.Э. Баумана

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

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

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

Гилязов М.Ю. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казанский государственный аграрный универ-
ситет

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

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

Низамов Р.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казанский государственный аграрный универси-
тет; руководитель центра селекции и семеноводства

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

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

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

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

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

Члены редакционного совета:

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

Асатурова А.М. – кандидат биологических наук, директор, Федеральный научный центр биологической защи-
ты 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, Сибир-
ский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (Россия)

Исайчев В.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор, Ульяновский государственный аграр-
ный университет (Россия)

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

Кучинский М.П. – доктор ветеринарных наук, доцент, заместитель директора по научной работе и иннова-
циям, ННПЦ НАН Белоруссии по животноводству, Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Выше-
лесского (Белоруссия)

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

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

Муриджанов Х.А. – доктор биологических наук, профессор, Продовольственная и сельскохозяйственная органи-
зация ООН (ФАО), Субрегиональное отделение ФАО для Центральной Азии, Анкара, Турция (Турция, Таджи-
кистан)

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

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

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

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

Селивановская С.Ю. – доктор биологических наук, профессор, директор, Институт экологии и природополь-
зования, 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 науч-
но-технологического развития АПК Кубанского государственного аграрного университета (Россия)

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

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

©Агробиотехнологии и цифровое земледелие, 2024



№ 2 (10)
2024 г.

Agrobiotechnologies and digital farming

scientific journal

Institute of Agrobiotechnology and Land Management
Kazan State Agrarian University

Chief Editor:

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

Deputies of Chief Editor:

Ziganshin B.G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, First Vice-Rector – Vice-Rector in Science and Digital Transformation, Kazan State Agrarian University

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

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

Members of the Editorial Committee:

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

Akhmetzyanova F.K. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman

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

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

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

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

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

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

Nizamov R.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University; Head of the Breeding and Seed Center

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

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

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

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

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

Members of the Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Founder -
Kazan State Agrarian
University



Established by Kazan State
Agrarian University, in 2022

Publisher and editorial address:
420015, Republic of Tatarstan,
Kazan, K. Marks st., 65
tel. (843) 567 - 46 - 19

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

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

The journal is included to Russian
Science Citation Index (RSCI). Since
06/10/2024, it has been included
in the list of peer-reviewed scientific
publications in which the main
results of dissertations for the sci-
entific degree of Candidate of Scienc-
es, for the scientific degree of Doctor
of Science in the following
specialties should be published:

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

	стр.
Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Результаты оценки продуктивности новых сортов ярового ячменя в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан.....	6
Зацепина И. В. Использование регулятора роста растений янтарной кислоты при укоренении одревесневших черенков сортов и форм груши.....	12
Медведев Н. А., Сафин Р. И. Влияние применения различных гуминовых препаратов на формирование урожая и качество зернофуражного ячменя.....	18
Мустафина А. Б., Вечтомова П. А. Статистический анализ землепользования в Удмуртской Республике.....	24
Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш., Гараев Р. И., Сержанова А. Р., Залялов Р. Р. Урожайность и качество зерна различных сотов пшеницы, выращенных в условиях черноземных почв Предволжья Республики Татарстан.....	30
Сержанова А. Р., Гараев Р. И., Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш. Влияние минеральных удобрений в различных сочетаниях на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	36
Сулейманов С. Р., Сочнева С. В., Хамидуллин Н. Н., Каримов А. З., Сафиоллин Ф. Н. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата Мизорин на посевах люцерны сорта Айслу в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.....	42
Халиуллина З. М., Ганиев А. С., Гайфуллин И. Х. Эффективность использования куриного помета при выращивании зерна озимой пшеницы.....	48

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Куренков Е. Е. Показатели крови перепелов при скармлиании муки из высушенных личинок <i>Lucilia Caesar</i>	54
--	----

ЦИФРОВОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Савдур С. Н. Моделирование системы очистки сточных вод животноводческих ферм.....	60
---	----

CONTENTS

AGRONOMY

	Pages
Afanasyeva D. S., Kadyrova F. Z. Results of assessment of the productivity of new varieties of spring barley in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan.....	6
Zatsepina I. V. The use of plant growth regulator succinic acid in rooting lignified cuttings of pear varieties and forms.....	12
Medvedev N. A., Safin R. I. The influence of the use of various humic preparations on the formation of the yield and quality of grain feed barl.....	18
Mustafina A. B., Vechtomova P. A. Statistical analysis of land use Udmurt Republic.....	24
Serzhanov I. M., Shaykhutdinov F. S., Garaev R. I., Serzhanova A. R., Zalyalov R. R. Yield and grain quality of different wheat honeybuds, grown in the conditions of chernozem soils of the Volga Republic of Tatarstan.....	30
Serzhanova A. R., Garaev R. I., Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh. An effective method for improving the quality of spring soft wheat grain in the conditions of the Ancestral Region of the Republic of Tatarstan.....	36
Suleymanov S. R., Sochneva S. V., Khamidullin N. N., Karimov A. Z., Safiollin F. N. Agronomic and economic efficiency of the integrated use of mineral fertilizers and the biological preparation Mizorin on alfalfa crops of the Aislu variety in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan.....	42
Khaliullina Z. M., Ganiev A. S., Gayfullin I. Kh. The effectiveness of using chicken manure during the cultivation of winter wheat grain.....	48

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDECINE

Kurenkov E. E. Blood counts of quails when feeding flour from dried larvae of <i>Lucilia Caesar</i>	54
--	----

DIGITAL AGRICULTURE

Savdur S.N. Modeling of the wastewater treatment system of livestock farms.....	60
--	----

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМСКОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Д. С. Афанасьева, Ф. З. Кадырова**

Реферат. Яровой ячмень широко возделывается в Республике Татарстан на зернофуражные и продовольственные цели. Интерес к расширению сортимента этой культуры обусловлен широким спектром почвенно-климатических условий региона, для которого необходим набор высокопродуктивных пластичных сортов, способных формировать стабильные урожаи. В данной работе представлены результаты двухлетних исследований по оценке продуктивного потенциала новых сортов ярового ячменя, реализуемого в Предкамской зоне Республики Татарстан, и их устойчивость к корневым гнилям. Годы исследований отличались не стабильностью гидротермических условий вегетационных периодов. Для изучения были взяты генетически и экологически разнотипные сорта Татарстанской, Московской, Самарской селекции и Республики Беларусь. Выявлено, что на степень развития гелиминтоспорозной инфекции на растениях ярового ячменя влияют как условия года, так и сортовые особенности. Сорта Корнет стойкий и Тевкеч проявили наименьшую восприимчивость к патогенной инфекции. На других сортах развитие корневых гнилей превысило стандартный сорт в 1,5-2 раза. В среднем за два года в Предкамской зоне Татарстана стабильно высокую урожайность показали двурядный ячмень Корнет стойкий и многорядный – Тевкеч, превысившие стандарт по урожайности зерна на 21...24%. В 2023 году достоверно более урожайными также были сорта Камашевский, Рафаэль и Соратник. По массе 1000 зерен большинство сортов превысили уровень 50 г, мелкозерностью отличился многорядный ячмень Тевкеч (31–35 г) и к категории средней крупности можно отнести зерно сорта Финист (43–45 г). Сорта Рафаэль и Финист показали минимальную вариабельность признака массы 1000 зерен по годам.

Ключевые слова: яровой ячмень, корневые гнили, урожайность, масса 1000 зерен.

Для цитирования: Афанасьева Д.С., Кадырова Ф.З. Результаты оценки продуктивности новых сортов ярового ячменя в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №2 (10). С. 6-11

Введение. Яровой ячмень – одна из широко возделываемых зернофуражных и продовольственных культур в Республике Татарстан. Многоплановое использование ячменя, комплекс биологических особенностей, связанных со скороспелостью и экологической устойчивостью, делают его привлекательным для возделывания во всех природно-климатических зонах республики [1]. Им ежегодно засеивается более 30% зернового клина, а средняя урожайность варьирует от 3,2 до 3,8 т/га и выше. Интенсивное животноводство делает актуальной задачу увеличения валовых сборов зерна этой ценной кормовой культуры. Наряду с агротехническими методами в решении этой проблемы приоритетную роль отводят внедрению технологически отзывчивых и экологически пластичных сортов, способных формировать стабильно высокие урожаи [2]

Сельскохозяйственные угодья региона имеют большую протяженность с запада на восток и занимают переходную зону от лесостепи к степной зоне восточно-европейской части Русской равнины [3]. Поэтому, культивируемые растения в регионе подвержены влиянию широкого спектра стрессовых факторов, неблагоприятное воздействие которых препятствует реализации потенциала урожайности возделываемых сортов [4, 5]. В связи с этим, создание и подбор регионально адаптированных сортов, соответствующих требованиям современного земледелия, является экономически выгодным и экологически безопасным направлением в интенсификации

процессов производства зерна любой сельскохозяйственной культуры [6, 7].

В селекции растений наряду с оценкой потенциальной урожайности генотипов чрезвычайно важно знать закономерности роста и развития растений, а также характера взаимосвязей между наиболее важными структурными элементами, имеющими влияние на величину урожайности и качество урожая [8]. Использование этих закономерностей в селекции делает ее более целенаправленной и результативной [9, 10].

В связи с этим целью проведенных исследований было оценить продуктивный потенциал и качество зерна новых сортов ярового ячменя, включенных в Государственный реестр селекционных достижений по Средневолжскому региону Российской Федерации, и особенности формирования элементов структуры растений, определяющих величину урожайности сортов.

Условия, материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2022–2023 годы на экспериментальном поле ООО «Агробиотехнопарк» при Казанском Государственном аграрном университете, вблизи села Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан. Почва опытного участка – серая лесная, среднесуглинистая. Содержание гумуса по И.В. Тюрину – 4,4% (ГОСТ 26213-84), подвижного фосфора – 377 мг/кг почвы и обменного калия – 124 мг/кг почвы А.Т. Кирсанову (ГОСТ 26207-84), pH пахотного горизонта – 6,3 (ГОСТ

26212–84). Предшественники – озимая рожь, озимая пшеница.

Опыт закладывался по методике государственного испытания в трехкратной повторности. С осени, после уборки предшественника почва обрабатывалась отвальным плугом ПН-4-35, весной после закрытия влаги – предпосевная культивация КПИР – 3,6 на глубину 4-5 см. Посев выполнен деланочной сеялкой Wintersteiger с нормой высева – 6 млн всхожих семян. Экспериментальные данные обработаны статистическими методами – по Доспехову [11]. Перед посевом вносили нитроаммофоску в количестве 200 кг в физическом весе. Посев произведен не протравленными семенами, урожая 2022 года. В процессе вегетации мероприятий по защите растений от вредителей, болезней и сорняков не проводили.

Изучение динамики распространения корневых гнилей, роста и развития растений, структурный анализ выполнены в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания (1989).

Степень развития корневых гнилей оценивалась по по бальной шкале ВИЗР [12] на

10 растениях проводилась по основным фазам развития: всходы, выходу в трубку, колошение. Климатические условия вегетационного периода растений Вегетационный период 2022 года отличался дефицитом осадков в период активного роста растений ячменя. В августе отмечались повышенные температуры – до 22,5°C и отсутствие осадков. Гидротермические условия вегетации этого года для ячменя можно считать умеренными.

Среднесуточная температура в период вегетации в 2023 превосходила многолетний уровень на 4°C в период кущения и начале молочной спелости, и на 2-3°C в период налива зерна. Дефицит атмосферных осадков отмечался на протяжении продолжительного времени начиная с первой декады июня вплоть до созревания урожая и составил в среднем относительно многолетней нормы около 30%. В отдельные периоды развития растений (кущение – молочная спелость и в середине восковой спелости) осадков не выпадало.

Объектом изучения были сорта ярового ячменя разных селекционных учреждений, допущенные к возделыванию в 7 регионе (табл. 1).

Таблица 1 - Происхождение и краткая характеристика сортов ярового ячменя, взятых для изучения [13]

Сорт	Учреждение оригинатор	Год включения в Государственный реестр	Краткая характеристика сорта (по данным ФГБУ «Госсорткомиссия»)
Финист – стандарт	ФГБУН Самарский, Федеральный исследовательский центр РАН	2021	среднеранний, двурядный, зернофуражный, var. <i>submedicum</i>
Камашевский	ФИЦ «Казанский НЦ» РАН	2017	среднеспелый, двурядный, зернофуражный, var. <i>nutans</i>
Эндан		2021	среднеспелый, двурядный, зернофуражный, var. <i>submedicum</i>
Тевкеч		2022	среднеспелый, многорядный, универсальный, var. <i>rikotense</i>
Рафаэль	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»	2022	среднеспелый, двурядный, зернофуражный, ssp. <i>nutans</i>
Соратник	ООО «Агрокомплекс «Курган семени»	2022	среднеранний, двурядный, зернофуражный, var. <i>nutans</i>
Корнет стойкий	РУП НПЦ НАН Беларуси по земледелию	2022	среднеспелый, двурядный, зернофуражный, var. <i>deficiens</i>

Результаты и обсуждение. В числе наиболее вредоносных заболеваний зерновых культур – корневые гнили, поражающие растения комплексом патогенных грибов *Fusarium graminearum* Schwabe и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. Нарушение агротехники, структуры севооборотов становятся одной из причин прогрессирования вредоносности возбудителей корневых гнилей, в следствие чего теряется значи-

тельная часть урожая. В числе эффективных приемов снижения пораженности растений патогенами, наряду с агротехническими методами могут быть толерантные сорта [14, 15]. Поэтому, контроль восприимчивости сортов чрезвычайно информативен, как при оценке их селекционной ценности в качестве источников устойчивости к патогенной инфекции, так и при подборе сортов для внедрения в производство.

АГРОНОМИЯ

Наблюдения показали, что в годы изучения степень развития гельминтоспориозной инфекции на сортах ярового ячменя не превысила порога вредоносности (15%) (табл. 2). Следует отметить, однако,

что в условиях 2022 года инфекция на растениях проявилась уже в начале вегетации и в среднем по опыту развитие болезни в том году превышало уровень 2023 года.

Таблица 2 - Развитие корневых гнилей в процессе вегетации на сортах ярового ячменя

Сорт	Развитие корневых гнилей,%						Среднее, по сорту
	всходы		трубкование		колошение		
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	
Финист	0	0	0,66	3,66	1,33	2,00	1,28
Камаш	1,33	0	5,00	2,67	3,66	2,33	2,50
Эндан	2,67	0	3,33	2,67	2,67	0,33	1,94
Тевкеч	1,67	0,33	2,00	4,00	1,67	1,33	1,83
Рафаэль	0,33	0,33	3,66	1,00	3,00	0,66	1,50
Соратник	1,00	0	7,67	0	4,33	0	2,17
Корнет стойкий	0,33	0,33	2,00	2,33	0,33	0	0,89
Среднее по опыту	1,04	0,99	3,47	2,33	2,42	0,95	

В разрезе сортов наиболее восприимчивыми к корневым гнилям оказались Камашевский и Соратник. Пораженность растений корневыми гнилями на этих сортах превысила в 1,5...2 раза стандартный сорт Финист. Эта закономерность была обнаружена нами и в исследованиях за 2020-2021 годы, что указывает на большую восприимчивость этих

сорт [16]. В числе наименее восприимчивых можно назвать сорта Корнет стойкий селекции ННЦ НАН Беларуси по земледелию и сорт Финист – селекции Самарского ФИЦ РАН.

По величине урожайности зерна в 2022 году достоверно превзошел урожайность стандартного сорта Финист лишь многорядный сорт Тевкеч (табл. 3).

Таблица 3 - Средняя урожайность сортов ярового ячменя за годы испытаний

Сорт	Урожайность зерна за годы, т/га			Прибавка к st в среднем за 2 года, %
	2022	2023	Среднее за 2 года	
Финист - st	4,51	4,05	4,28	–
Камашевский	5,00	4,64*	4,82	12,6
Эндан	3,45	4,69*	4,07	–5,0
Тевкеч	5,17*	5,43***	5,30	23,8
Рафаэль	4,41	5,25***	4,83	12,8
Соратник	4,31	5,03**	4,67	9,1
Корнет стойкий	4,93	5,44***	5,18	21,0
НСР _{0,05}	0,51	0,35		

Примечание: * – кратность превышения прибавки урожайности к стандарту над уровнем НСР_{0,05}.

Анализ структуры урожая показал, что сорт Тевкеч обладает способностью интенсивно синтезировать органическую наземную массу, особенно в межфазный период кущения – выход в трубку, формировать крупный, более плотный озерненный колос (табл. 4-5). По озерненности колоса все сорта уступили ему на 27...60%. Эту разницу не позволила им компенсировать в урожае даже существенное преимущество по массе 1000 зерен.

В условиях 2023 года стандартный сорт Финист оказался наименее урожайным, все испытываемые сорта достоверно превзошли его по урожайности зерна. Стандартный сорт отставал по темпам накопления массы растений по всем фазам развития и как следствие этого сформировался мелкий малопродуктивный колос. Наиболее урожайным в 2023 году и в среднем за 2 года испытания оказались двурядный сорт Корнет стойкий и многорядный – Тевкеч. Превышение урожайности зерна стандарта этими сортами составило 21,0 и

23,8%. Московский сорт Рафаэль превысил урожайность стандарта в среднем за 2 года на 12,8%, местный сорт Камашевский – на 12,6, а сорт из Кургана Соратник – на 9,1%. Сорт Эндан из Татарстана по всем параметрам продуктивности превосходил лучший по урожайности 2023 года сорт Корнет стойкий, но уступил ему и всем остальным сортам по числу растений и продуктивных колосьев на единице площади.

В селекции на высокую урожайность и продовольственные качества зерновых культур одним из критериев отбора является крупность и выполненность зерна. Генетическая природа этого признака достаточно хорошо изучена и на пшенице и ячмене, выявлены генетические механизмы, обуславливающие массу зерновки. В тоже время крупность и выполненность зерна ярового ячменя в сильной степени изменяются под влиянием условий произрастания [17, 18].

АГРОНОМИЯ

Таблица 4 - Структура урожайности сортов ярового ячменя

признаки	Финист		Камашевский		Эндан		Тевкеч	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Количество растений на 1 м ²	357	312	354	544	144	263	276	429
Количество продуктивных колосьев на 1 м ² , шт.	564	600	471	685	306	470	321	445
Высота растений, см	67,0	63,9	67,0	66,7	67,0	73,5	90,6	71,3
Масса растения, г	1,44	1,75	2,42	1,81	2,02	1,72	2,38	1,67
Масса корня, г	0,34	0,11	0,32	0,10	0,30	0,1	0,42	0,1
Количество зерен в колосе	17,0	15,0	15,2	17,9	22,7	20,2	38,1	27,9
Длина колоса, см	6,6	6,0	6,5	7,4	7,0	7,2	5,7	5,4
Масса зерен с колоса, г	0,73	0,68	0,78	0,83	1,20	1,10	1,52	0,98
Масса 1000 зерен, г	43,0	44,7	52,2	47,7	52,3	55,3	31,4	35,6
*Плотность колоса	5,2	5,0	4,7	4,8	6,5	5,6	4,4	3,4

Примечание: * – Число колосовых уступов на 4 см

Таблица 5 - Структура урожайности сортов ярового ячменя

признаки	Рафаэль		Корнет стойкий		Соратник	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Количество растений на 1 м ²	267	425	255	391	258	313
Количество продуктивных колосьев на 1 м ² , шт.	441	630	399	746	396	649
Высота растений, см	59,4	48,4	51,6	48,2	74,3	82,8
Масса растения, г	1,92	0,9	2,08	2,00	3,88	1,75
Масса корня, г	0,45	0,10	0,16	0,10	0,40	0,12
Количество зерен в колосе	17,7	19,2	18,7	19,6	17,1	18,2
Длина колоса, см	7,7	7,4	6,1	6,9	7,4	7,1
Масса зерен с колоса, г	0,79	0,91	0,93	1,05	0,91	0,92
Масса 1000 зерен, г	45,7	47,3	49,5	53,3	53,2	50,5
*Плотность колоса	4,6	5,2	6,1	5,7	4,6	5,1

Примечание: * – Число колосовых уступов на 4 см

В наших исследованиях масса 1000 зерен сортов варьировала в интервале от 31,4 до 53,2 граммов в 2022 году и от 35,6 до 55,3 граммов в 2023 году (табл. 6). Наиболее крупнозерными с массой 1000 зерен более

50 граммов были сорта Эндан, Корнет стойкий, Соратник и Камашевский. Многорядный сорт Тевкеч был самым мелкозерным сортом, уступившим стандарту более 10 граммов по данному признаку.

Таблица 6 - Масса 1000 зерен сортов ярового ячменя за годы испытаний

Сорт	Масса 1000 зерен за годы, г			Отклонение от st. г
	2022	2023	Среднее за 2 года	
Финист - st	43,0	44,7	43,8	–
Камашевский	52,2	47,7	50,0	6,2
Эндан	52,3	55,3	53,8	10,0
Тевкеч	31,4	35,6	33,5	–10,3
Рафаэль	45,7	47,3	46,5	2,7
Соратник	53,2	50,5	51,8	8,0
Корнет стойкий	49,5	53,4	51,4	7,6

Способность генотипа сохранять относительную стабильность как величины урожая, так и крупности зерна свидетельствует о его повышенном адаптивном потенциале в меняющихся условиях среды [15]. Минимальной вариабельностью по годам в пределах 1,6...1,7 граммов выделились сорта Рафаэль и Финист. Размах изменчивости у более крупнозерных сортов Камашевской и Корнет был шире (4,0...4,5 г).

Выводы. Более восприимчивыми к корневым гнилям были сорта ярового ячменя Камашевский и Соратник. Пораженность растений этих сортов корневыми гнилями превысила стандартный сорт Финист в 1,5...2 раза. Срав-

нительную устойчивость к гельминтоспориозной инфекции проявили сорта Корнет стойкий и Финист.

Наиболее урожайными были двурядный сорт ячменя Корнет стойкий и многорядный – Тевкеч, средняя урожайность которых превысила стандартный сорт на 21,0 и 23,8 % соответственно. Сорта Рафаэль, Камашевский и Соратник соответственно превысили стандарт в среднем за 2 года на 12,8; 12,6 и 9,1 %, но в 2022 году они были в одной группе урожайности со стандартом. Превышение урожайности над стандартом у сортов Рафаэль, Соратник и Корнет стойкий обеспечивалось за счет плотности стеблестоя и крупности зерна, у сорта

Тэвкеч – крупности и высокой озерненности колоса. Самыми крупнозерными в опыте с массой 1000 зерен более 50 граммов были сорта Эндан, Соратник, Корнет. Но наименее вариабельным этот признак был у сортов Рафаэль и Финист.

Литература

1. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев и др. // В книге: Система земледелия республики Татарстан. В 3-х частях. Казань, 2014. С. 18-140.
2. Продуктивность и адаптивность сортов яровой пшеницы компании КВС в условиях Предкамья Республики Татарстан / М. Ф. Амиров, Р. И. Гарасев, А. В. Желтухин, и др. // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 3(3). С. 12-19. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-12-19>.
3. Агроклиматические и почвенные ресурсы / И. Х. Габдрахманов и др. // В книге Система земледелия Республики Татарстан. 1 часть. 2013. С. 18-25.
4. Агробioлогические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № S4-1(55). С. 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-5-9>.
5. Хабибрахманов Д. Р., Колесар В. А., Сафин Р. И. Оценка влияния биопрепаратов на формирование урожая ярового ячменя // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 3(7). С. 43-48. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-43-48>.
6. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: Агрорус, 2004. – 1107 с.
7. Мурутова Г. А. Экологическая пластичность и стабильность по элементам продуктивности сортов ярового ячменя в условиях Приморского края // Проблемы и пути повышения качества зерна в природно-климатических условиях Западной Сибири: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 01 ноября 2023 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 134-140.
8. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Влияние экологических факторов на формирование качественных характеристик семян сортов ярового ячменя в Предкамской зоне Республики Татарстан // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 2(6). С. 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-18>.
9. Селекционная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по продуктивности и ее элементам / Т. Ю. Таранова, А. И. Кинчаров, Е. А. Демина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5(170). С. 81-88. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-5-81-88>.
10. Экологическая пластичность сортов ярового ячменя в условиях Республики Татарстан / Р. И. Сафин, Л. З. Каримова, С. Л. Турнин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10, № 2(36). С. 161-163. <https://doi.org/10.12737/12522>.
11. Методика Государственного сортоиспытания. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.
12. Попов Ю. В. Метод оценки развития корневых гнилей зерновых культур // Защита и карантин растений. 2011. №8. С. 45-47.
13. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023, – 631 с.
14. Демина Е. А., Кинчаров А. И. Патогенность и вредоносность возбудителей корневых гнилей пшеницы в Самарской области // Защита и карантин растений. 2010. №11. С. 23-24. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2010_11_23.
15. Радюкевич Т. Н., Пасынкова Е. Н. Оценка элементов структуры урожая и определение адаптационной способности новых сортов ярового ячменя зарубежной селекции на Северо-Западе России // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 12. С. 52-55. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11208>.
16. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Особенности развития сортов ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан // Актуальные вопросы рационального использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Шакирова А.Ш., Казань, 29 марта 2023 года. Казань: Казанский ГАУ, 2024. С. 97-105.
17. Миннебаев А. И., Зуева А. А., Шевченко С. Н. Наследование признака «масса 1000 зерен» яровой мягкой пшеницы в диаллельных скрещиваниях // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии. 2020. № 3(51). С. 98-104. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-3-98-104>.
18. Долженко Д. О., Косенко С. В., Бабаченко В. Ш. Генетический анализ массы 1000 зерен у ячменя // Нива Поволжья. 2018. №4 (49). С. 26-32.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Афанасьева Дарья Сергеевна – аспирант
Кадырова Фануся Загитовна - чл.-корр. АН РТ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: fanusa51@rambler.ru
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

RESULTS OF ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF NEW VARIETIES OF SPRING BARLEY IN THE CONDITIONS OF THE PREDKAMA ZONE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN D. S. Afanasyeva, F. Z. Kadyrova

Abstract. Spring barley is widely cultivated in the Republic of Tatarstan for grain feed and food purposes. Interest in expanding the assortment of this crop is due to the wide range of soil and climatic conditions of the region, which requires a set of highly productive plastic varieties capable of producing stable yields. This paper presents the results of two years of research to assess the productive potential of new varieties of spring barley sold in the Predkamsk

zone of the Republic of Tatarstan, and their resistance to root rot. The years of research were characterized by instability of hydrothermal conditions during growing seasons. Genetically and ecologically diverse varieties of Tatarstan, Moscow, Samara selection and the Republic of Belarus were taken for study. It was revealed that the degree of development of helminthosporium infection on spring barley plants is influenced by both year conditions and varietal characteristics. The Cornet resistant and Tevkech varieties showed the least susceptibility to pathogenic infection. On other varieties, the development of root rot exceeded the standard variety by 1.5-2 times. On average, over two years in the Predkamsk zone of Tatarstan, two-row barley Cornet persistent and multi-row barley Tevkech showed consistently high yields, exceeding the standard for grain yield by 21...24%. In 2023, the Kamashevsky, Rafael and Soratnik varieties were also significantly more productive. In terms of the weight of 1000 grains, most varieties exceeded the level of 50 g; the multi-row barley Tevkech (31–35 g) was distinguished by its fine grain, and the grain of the Finist variety (43–45 g) can be classified as medium-sized. Varieties Rafael and Finist showed minimal variability in the 1000 grain weight trait over the years.

Key words: spring barley, root rot, adaptive potential, 1000 grain weight.

For citation: Afanasyeva D.S., Kadyrova F.Z. Results of assessment of the productivity of new varieties of spring barley in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 2(10): 6-11

References

1. Amirov M. F., Valeev I. R., Valiev A. R. [Agrotechnologies of grain crops]. V knige: Sistema zemledelija respublik Tatarstan. V 3-h chastjah. Kazan', 2014; 18-140.
2. Amirov M. F., Garaev R. I., Zheltuhin A. V. [Productivity and adaptability of KVS spring wheat varieties in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotechnologii i cifrovoe zemledelie*. 2022; 3(3): 12-19. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-12-19>.
3. Gabdrahmanov I. H. [Agro-climatic and soil resources]. V knige Sistema zemledelija Respubliki Tatarstan. I chast'. 2013; 18-25.
4. Amirov M. F., Shajhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M. [Agrobiological foundations of the formation of a high-quality grain harvest of spring wheat species in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14/S4-1(55): 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-5-9>.
5. Habibrahmanov D. R., Kolesar V. A., Safin R. I. [Assessment of the effect of biological products on the formation of the spring barley harvest]. *Agrobiotechnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 3(7): 43-48. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-43-48>.
6. Zhuchenko A. A. *Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika)*. M.: Agrorus, 2004; 1107.
7. Murugova G. A. [Ecological plasticity and stability in terms of productivity elements of spring barley varieties in the conditions of the Primorsky Territory]. *Problemy i puti povysheniya kachestva zerna v prirodno-klimaticheskikh usloviyakh Zapadnoj Sibiri: materialy Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*, Tjumen', 01 nojabrja 2023 goda. Tjumen': Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ja, 2023; 134-140.
8. Afanas'eva D. S., Kadyrova F. Z. [The influence of environmental factors on the formation of qualitative characteristics of seeds of spring barley varieties in the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotechnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 2(6): 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-18>.
9. Taranova T. Ju., Kincharov A. I., Demina E. A. [Selection evaluation of the source material of spring soft wheat by productivity and its elements]. *Vestnik KrasGAU*. 2021; 5(170): 81-88. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-5-81-88>.
10. Safin R. I., Karimova L. Z., Turnin S. L. [Ecological plasticity of spring barley varieties in the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 10/2(36): 161-163. <https://doi.org/10.12737/12522>.
11. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya. Vypusk vtoroj. Zemovye, krupjanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury*. M., 1989; 194.
12. Popov Ju. V. [A method for assessing the development of root rot of grain crops]. *Zashhita i karantin rastenij*. 2011; 8: 45-47.
13. *Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju*. T. 1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2023; 631.
14. Demina E. A., Kincharov A. I. [Pathogenicity and harmfulness of wheat root rot pathogens in the Samara region]. *Zashhita i karantin rastenij*. 2010; 11: 23-24. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2010_11_23.
15. Radjukevich T. N., Pasynkova E. N. [Assessment of the elements of the crop structure and determination of the adaptive capacity of new varieties of spring barley of foreign breeding in the North-West of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; 34/12: 52-55. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11208>.
16. Afanas'eva D. S., Kadyrova F. Z. [Features of the development of spring barley varieties in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan]. *Aktual'nye voprosy racional'nogo ispol'zovaniya zemel'nyh resursov, geodezii i prirodopol'zovaniya: Sbornik trudov vs Rossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj pamjati professora Shakirova A.Sh.*, Kazan', 29 marta 2023 goda. Kazan': Kazanskij GAU, 2024; 97-105.
17. Minnebaev A. I., Zueva A. A., Shevchenko S. N. [Inheritance of the "1000 grain weight" trait of spring soft wheat in diallel crosses]. *Vestnik Ul'janovskoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. 2020; 3(51): 98-104. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-3-98-104>.
18. Dolzhenko D. O., Kosenko S. V., Babachenko V. Sh. [Genetic analysis of the mass of 1000 grains of barley]. *Niva Povolzh'ja*. 2018; 4(49): 26-32.

Conflict of interest

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

Authors:

Afanasyeva Daria Sergeevna – graduate student

Kadyrova Fanusya Zagitovna – Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: fanusa51@rambler.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ УКОРЕНЕНИИ ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ СОРТОВ И ФОРМ ГРУШИ**И. В. Зацепина**

Реферат. В результате проведенных исследований было установлено, что при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой наибольший результат укореняемости был отмечен у сортов груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял от 75,1 до 77,8%. Без использования регулятора роста растений (от 60,0 до 65,7%) наибольшей укореняемостью обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Наибольшей высотой приростов (от 15,0 до 15,6 см) при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Наибольшим диаметром условной корневой шейки при использовании регулятора роста растений янтарной кислоты характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял 1,4 см. Наибольшим количеством корней (от 8,0 до 8,6 шт.) при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. При использовании регулятора роста растений янтарной кислоты наибольшими показателями длины корней (от 11,0 до 11,6 см) обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Без использования регулятора роста растений наибольшим показателем высоты приростов (от 13,0 до 13,8 см) характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Наибольшим диаметром условной корневой шейки без обработки регулятором роста растений обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял 1,2 см. Без применения регулятора роста растений наибольшим количеством корней (от 6,0 до 6,5 шт.) обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Наибольшей длиной корней (от 8,0 до 8,7 см) без использования регулятора роста растений характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Ключевые слова: груша, формы, сорта, укореняемость, регулятор роста растений, янтарная кислота.

Для цитирования: Зацепина И.В. Использование регулятора роста растений янтарной кислоты при укоренении одревесневших черенков сортов и форм груши // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 12-17

Введение. Груша - это культура, которую любят все взрослые и дети. Она очень вкусная, сочная в ней очень много различных витаминов, которые способны укреплять иммунитет у человека, лечить многие болезни. Но на сегодняшний день очень мало исследователей изучают грушу, так как эта культура не очень зимостойкая. При -40°C она может очень сильно подмерзать. Груша сильно повреждается болезнями и вредителями, а также она очень плохо укореняется зелеными и одревесневшими черенками. И поэтому необходимо использовать различные регуляторы роста растений.

Регуляторы роста растений как показывают исследователи дают положительный эффект на всхожесть семян, образование корневой системы, повышают линейные показатели роста, репродуктивных органов и биомассы, благодаря им растения становятся устойчивыми к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам, увеличивают выход посадочного материала с единицы площади и экономическую эффективность выращивания посадочного материала [1, 2, 3].

На сегодняшний день регуляторы роста растений играют важную роль в безопасной и экологически чистой продукции сельского хозяйства. В разных природно-климатических зонах страны разрабатываются технологии

применения различных регуляторы роста растений [4, 5, 6].

Регуляторы роста растений используют во все фазы развития растений, потому что они не содержат вредных компонентов, которые накапливаются в культурных растениях [7, 8, 9].

В настоящее время существует очень много регуляторов роста растений, такие как ауксины, полисахариды, аминокислоты, фитогормоны, витамины, гуминовые кислоты, минералы, гиббереллины. Они способствуют быстрому росту корневой системы у различных плодовых пород, повышению иммунитета у растений, усилению роста растений, не осыпанию плодов на деревьях [10, 11, 12].

На сегодняшний день имеется достаточно большое количество регуляторов роста растений с ростостимулирующим действием. В исследованиях отдают предпочтение использованию экологически безопасных препаратов на растительной основе [13]. Для того, чтобы повысить выход посадочного материала необходимо применять регуляторы роста растений, так как они положительно влияют на ризогенез растений [14].

При выращивании различных плодовых пород одревесневшими черенками необходимо использовать химические препараты, так как многие семечковые культуры без них

не могут укорениться [15].

Регуляторы роста растений положительно влияют на рост, развитие и адаптивность растений, являются важным элементом технологии [16, 17, 18].

Янтарная кислота является очень хорошим регулятором роста для растений. Она стимулирует образование на зеленых и одревесневших черенках у трудноукореняемых растений хорошей корневой системы, повышает приживаемость растений, ускоряет сроки цветения и плодоношения.

Цель исследований является укоренить одревесневшие черенки сортов и форм груши с помощью регулятора роста растений янтарной кислоты в теплице с искусственным туманом.

Условия, материалы и методы. Работа проводилась в ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина, в селекционно-генетическом центре им. И.В. Мичурина с 2019 по 2023 годы.

Опыты по изучению укореняемости одревесневших черенков сортов груши – Светлянка (к), Яковлевская, Чудесница, Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая, Памяти Яковлева; формы – Кавказская, К-1, К-2, 4-26, 4-39

проводили в теплице с пленочным покрытием, оснащенной туманообразующей установкой.

Посадку черенков осуществляли во влажный субстрат под углом 45°. В качестве субстрата для укоренения применяли смесь торфа с речным песком в соотношении 1:1.

До посадки одревесневшие черенки груши в течение 24 часов находились в

растворе янтарной кислоты (200 мг/л). Контрольные черенки были в воде.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований было установлено, что при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой наибольший результат укореняемости был отмечен у сортов груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял от 75,1 до 77,8%. Хорошо укоренились сорта Февральский сувенир – 64,7%, Феерия – 62,1%. У сорта Скороспелки из Мичуринска и Северянки краснощекая укоренение составляло 52,2 – 56,0% соответственно. Средней укореняемостью характеризовались формы груши Кавказская – 48,3%, К-1 – 45,1%, К-2 – 41,1%. Низкую укореняемость продемонстрировали формы 4-26 и 4-39. Данный показатель варьировал 32,8 и 36,2% (табл. 1).

Таблица 1 – Укореняемость одревесневших черенков сортов и форм груши в условиях искусственного тумана 2019-2023 годы

Сорт, форма	Укоренение одревесневших черенков сортов и форм груши	
	Регулятор роста растений	
	Янтарная кислота 200 мг/л на 24 часа	Контроль
Сорта		
Светлянка (к)	77,8	65,7
Памяти Яковлева	77,3	63,9
Яковлевская	77,1	62,0
Чудесница	75,1	60,0
Февральский сувенир	64,7	53,9
Феерия	62,1	51,9
Скороспелка из Мичуринска	56,0	45,1
Северянка краснощекая	52,2	41,0
НСР ₀₅	5,2	4,1
Формы		
Кавказская	48,3	36,3
К-1	45,1	34,1
К-2	41,1	30,0
4-26	36,2	27,1
4-39	32,8	25,1
НСР ₀₅	3,7	3,4

После укоренения сортов и форм груши в теплице было проведено изучение биометрических показателей (табл. 2).

По данным таблицы 2 наибольшей высотой приростов (от 15,0 до 15,6 см) при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Хорошей высотой приростов обладали сорта груши Февральский сувенир – 13,7 см, Феерия – 13,4 см. Среднюю высоту растений (от 10,0 до 11,7 см) продемонстрировали сорта груши Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая и формы груши

Кавказская, К-1, К-2. Низкой высотой приростов обладали формы груши 4-39 – 9,0 см и 4-26 – 9,3 см (табл. 2).

Наибольшим диаметром условной корневой шейки при использовании регулятора роста растений янтарной кислоты характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял 1,4 см. У сортов груши Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая диаметр условной корневой шейки был равен 1,2 см. У форм груши Кавказская, К-1, К-2, 4-26, 4-39 диаметр условной корневой шейки

АГРОНОМИЯ

находился в пределах от 1,0 до 1,1 см (табл. 2).

Наибольшим количеством корней (от 8,0 до 8,6 шт.) при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой обладали сорта группы Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Хорошим количеством корней характеризовались сорта Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая и формы группы Кавказская, К-1, К-2, 4-39, 4-26. Данный

показатель составлял от 6,0 до 6,6 штук. При использовании регулятора роста растений янтарной кислоты наибольшими показателями длины корней (от 11,0 до 11,6 см) обладали сорта группы Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Средней длиной корней (от 8,0 до 9,6 см) характеризовались сорта Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая и формы группы Кавказская, К-1, К-2, 4-26, 4-39.

Таблица 2 – Биометрические показатели укоренившихся одревесневших черенков сортов и форм группы в теплице 2019 – 2023 годы

Сорт, форма	Янтарная кислота – 200 мг/л на 24 часа			
	Высота приростов (см)	Диаметр условной корневой шейки (см)	Корни первого порядка	
			Число корней, шт.	Длина корней, см
Сорта				
Светлянка (к)	15,6	1,4	8,6	11,6
Памяти Яковлева	15,4	1,4	8,4	11,3
Яковлевская	15,2	1,4	8,2	11,0
Чудесница	15,0	1,4	8,0	11,0
Февральский сувенир	13,7	1,2	6,6	9,6
Феерия	13,4	1,2	6,3	9,4
Скороспелка из Мичуринска	11,7	1,2	6,4	8,5
Северянка краснощекая	11,3	1,2	6,2	8,3
НСР ₀₅	1,8	0,7	1,0	1,1
Формы				
Кавказская	10,7	1,1	6,6	9,5
К-1	10,5	1,1	6,4	9,4
К-2	10,0	1,1	6,3	9,1
4-26	9,3	1,0	6,2	8,3
4-39	9,0	1,0	6,0	8,0
НСР ₀₅	1,6	0,06	0,5	1,0
Контроль				
Сорта				
Светлянка (к)	13,8	1,2	6,5	8,7
Памяти Яковлева	13,5	1,2	6,2	8,5
Яковлевская	13,2	1,2	6,2	8,1
Чудесница	13,0	1,2	6,0	8,0
Февральский сувенир	11,5	1,0	4,4	6,9
Феерия	11,2	1,0	4,1	6,5
Скороспелка из Мичуринска	9,8	1,0	2,3	6,3
Северянка краснощекая	9,0	1,0	2,1	6,0
НСР ₀₅	1,5	0,6	0,9	1,0
Формы				
Кавказская	9,5	0,9	2,5	4,5
К-1	9,2	0,9	2,3	4,3
К-2	9,0	0,9	2,0	4,1
4-26	8,6	0,8	1,0	4,4
4-39	8,0	0,8	1,0	4,0
НСР ₀₅	1,6	0,08	0,7	0,9

Без использования регулятора роста растений наибольшим показателем высоты приростов (от 13,0 до 13,8 см) характеризовались сорта группы Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Хорошую высоту растений продемонстрировали сорта группы Февральский сувенир – 11,5 см и Феерия – 11,2 см. У сортов Скороспелки из Мичуринска, Северянки краснощекой, а также у форм Кавказской, К-1, К-2, 4-26, 4-39 высота растений составляла от 8,0 до 9,8 см.

Наибольшим диаметром условной корневой шейки без обработки регулятором роста растений обладали сорта группы Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял 1,2 см. Средним диаметром условной корневой шейки 1,0 см характеризовались сорта группы Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая. У форм группы 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская диаметр условной корневой шейки варьировал от 0,8

до 0,9 см. Без применения регулятора роста растений наибольшим количеством корней (от 6,0 до 6,5 шт.) обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Хорошим количеством корней характеризовались сорта груши Феерия – 4,1 шт. и Февральский сувенир – 4,4 шт. Среднее количество корней (от 2,0 до 2,5 шт.) продемонстрировали сорта груши Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая и формы груши Кавказская, К-1, К-2. У форм груши 4-26, 4-39 данный показатель составил 1,0 шт.

Наибольшей длиной корней (от 8,0 до

8,7 см) без использования регулятора роста растений характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Хорошей длиной корней обладали сорта груши Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая. Данный показатель составлял от 6,0 до 6,9 см. Низким показателем длины корней (от 4,0 до 4,5 см) обладали формы груши Кавказская, К-1, К-2, 4-26, 4-39.

На рисунке показаны отличия укоренившиеся клоновые груши 4-26 при использовании янтарной кислоты и без нее.



Рисунок - Укоренившиеся клоновые груши 4-26 (А – с помощью стимулятора роста растений янтарной кислоты – 200 мг/л на 24 часа, Б – без использования стимулятора роста растений)

Выводы. В результате проведенных исследований было установлено, что при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой наибольший результат укореняемости был отмечен у сортов груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял от 75,1 до 77,8%.

Без использования регулятора роста растений (от 60,0 до 65,7%) наибольшей укореняемостью обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Наибольшей высотой приростов (от 15,0 до 15,6 см) при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Наибольшим диаметром условной корневой шейки при использовании регулятора роста растений янтарной кислоты характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял 1,4 см.

Наибольшим количеством корней (от 8,0 до 8,6 шт.) при обработке регулятором роста растений янтарной кислотой обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

При использовании регулятора роста растений янтарной кислоты

наибольшими показателями длины корней (от 11,0 до 11,6 см) обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Без использования регулятора роста растений наибольшим показателем высоты приростов (от 13,0 до 13,8 см) характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Наибольшим диаметром условной корневой шейки без обработки регулятором роста растений обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница. Данный показатель составлял 1,2 см.

Без применения регулятора роста растений наибольшим количеством корней (от 6,0 до 6,5 шт.) обладали сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Наибольшей длиной корней (от 8,0 до 8,7 см) без использования регулятора роста растений характеризовались сорта груши Светлянка (к), Памяти Яковлева, Яковлевская, Чудесница.

Литература

1. Ерохин А. И. Эффективность действия новых препаратов фиторегуляторов на рост, развитие растений и урожайность гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. №2(6). С.120-124.

2. Киселева Л. В., Трофимова Е. О., Котрухов А. Г. Сравнительная продуктивность зерносенажных кормосмесей на разных уровнях минерального питания // Достижения науки агропромышленному комплексу: Сборник науч. трудов. Самара: РИЦ СГСХА, 2014. С. 110-115.
3. Савенко О. В. Система «Фертигрейн» на зерновых: проверенная эффективность // Аграрное Ставрополье. 2013. №5. С. 2-6.
4. Бондарева Т. Н., Дагужиева З. Ш. Влияние регуляторов роста растений и биопрепаратов на продуктивность озимой пшеницы в условиях республики Адыгея // Новые технологии. 2017. №4. С. 81-86.
5. Лазарев В. И., Золотарева И. А., Шершнева О. М. Способы применения микробиологических препаратов Гуапсин и Трихофит на озимой пшенице // Земледелие. 2014. №2. С. 23-25.
6. Сахн-Вальд Ф. В., Беседин Н. В. Сравнительная эффективность использования микробиологических препаратов на посевах озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №3. С. 12-17.
7. Мудрых Н. М. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия почв нечерноземной зоны // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 9 (155). С. 28-34.
8. Немченко В. В., Цыпышева М. Ю., Заргарян Н. Ю. Эффективность использования фунгицидов, регуляторов роста и биопрепаратов для борьбы с болезнями зерновых культур // Вестник Курганской ГСХА. 2013. №1. С. 21-23.
9. Analysis of influence of biohumus on the basis of consortium of effective microorganisms on the productivity of winter wheat / A. I. Piskaeva, O. O. Babich, V. F. Dolganyuk, S. Yu. Garmashov // Foods and Raw materials. 2017. Vol. 5. №1. P. 90-99.
10. Нигматянова С. Э., Мурсалимова Г. Р. Действие препаратов Циркон и Рибав – Экстра на процессы ризогенеза зеленых черенков декоративных культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. № 49. С. 253-256.
11. Физиологические аспекты влияния стимуляторов на развитие декоративных культур / С. Э. Нигматянова, Г. Р. Мурсалимова, М. А. Тихонова, О. Е. Мережко, О. С. Югова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 43(1). С. 97-106.
12. Влияние стимуляторов роста на растения семейства Crassulaceae / С. Э. Нигматянова, Г. Р. Мурсалимова, Н. Ф. Кокарев, О. Е. Мережко, О. С. Югова // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. № 50. С. 229-232.
13. P. du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation // Scientia Horticulturae. 2015. 196. P. 3-14.
14. Abeles F.B. Ethylene in Plant Biology // Academic Press: New York. 1973. 414 p.
15. Greene D.W. Ethylene-based preharvest growth regulators. In: maib // Tree Fruit Physiology: Growth and Development. 1996. P. 149-159. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2018-4-52-50-59>
16. Даминова А. И., Сибгатуллова А. К. Регуляторы роста повышающие продуктивность сои // Агро-биотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 3 (7). С. 12-17. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-17>.
17. Опыт интенсивного выращивания однолетних сеянцев сосны обыкновенной в Павлодарской области Республики Казахстан / С. А. Кабанова, М. А. Данченко, И. С. Кочегаров, А. Н. Кабанов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 6. С. 104–117. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.104>.
18. hchukin R.A., Bogdanov O.E., Zavoloka I.P., Ryazanov G.S., Kruglov N.M. Biotechnological Basis for Application of Growth Regulators for Rooting of Green Cuttings of Trees and Shrubs in a Greenhouse with a Mist-irrigation System // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 23. 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202301009>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Зацепина Илона Валерьевна - кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, email: ilona.valerevna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8889-8393>
Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, подразделение Селекционно-генетический центр – ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, г. Мичуринск, Россия

THE USE OF SUCCINIC ACID PLANT GROWTH REGULATOR IN ROOTING LIGNIFIED CUTTINGS OF PEAR VARIETIES AND FORMS

I. V. Zatsepina

Abstract. As a result of the conducted research, it was found that when treated with succinic acid, the plant growth regulator, the greatest rooting result was observed in the varieties of pear Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa. This indicator ranged from 75.1 to 77.8%. Without the use of a plant growth regulator (from 60.0 to 65.7%), the pear varieties Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa had the greatest rootability. According to Table 2, the highest height of increments (from 15.0 to 15.6 cm) when treated with plant growth regulator succinic acid were characterized by pear varieties Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa. The largest diameter of the conditional root neck when using the plant growth regulator succinic acid was characterized by the varieties of pear Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa. This figure was 1.4 cm. The largest number of roots (from 8.0 to 8.6 pcs.) when treated with plant growth regulator succinic acid were the varieties of pear Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa. When using the plant growth regulator succinic acid, the pear varieties Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa had the highest root length (from 11.0 to 11.6 cm). Without the use of a plant growth regulator, the highest growth height (from 13.0 to 13.8 cm) was characterized by the varieties of pear Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa. The largest diameter of the conditional root neck without treatment with a plant growth regulator was possessed by the pear varieties Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa. This figure was 1.2 cm. Without the use of a plant growth regulator, the varieties Grushisvetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa had the largest number of roots (from 6.0 to 6.5 pcs.). The largest root length (from 8.0 to 8.7 cm) without the use of a plant growth regulator was characterized by pear varieties Svetlyanka (k), Memory Yakovleva, Yakovlevskaya, Chudel'nitsa.

Keywords: pear, shapes, varieties, rootability, plant growth regulator, succinic acid.

For citation: Zatssepina I.V. The use of plant growth regulator succinic acid in rooting lignified cuttings of pear varieties and forms. *Agrobiotechnology and digital agriculture*. 2024. 2 (10): 12-17

References

1. Erohin A. I. [The effectiveness of new drugs of phyto regulators on the growth, development of plants and yield of peas]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2013; 2(6): 120-124
2. Kiseleva L. V., Trofimova E. O., Kotruhov A. G. [Comparative productivity of grain-bearing feed mixtures at different levels of mineral nutrition]. *Dostizheniya nauki agropromyshlennomu kompleksu: Sbornik nauch. trudov*. Samara: RIC SGSHA, 2014; 110-115.
3. Savenko O. V. [The Fertigrain system for cereals: proven effectiveness]. *Agrarnoe Stavropol'e*. 2013; 5: 2-6.
4. Bondareva T. N., Daguzhieva Z. Sh. [The influence of plant growth regulators and biological products on the productivity of winter wheat in the conditions of the Republic of Adygea]. *Novye tehnologii*. 2017; 4: 81-86.
5. Lazarev V. I., Zolotareva I. A., Shershneva O. M. [Methods of using microbiological preparations Guapsin and Trichophyte on winter wheat]. *Zemledelie*. 2014; 2: 23-25.
6. Sahn-Val'd F. V., Besedin N. V. [Comparative effectiveness of the use of microbiological preparations on winter wheat crops in the conditions of gray forest soils of the Kursk region]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2017; 3: 12-17.
7. Mudryh N. M. [Biologization of agriculture is the basis for preserving soil fertility in the non-chernozem zone]. *Vestnik Altajskogo GAU*. 2017; 9(155): 28-34.
8. Nemchenko V. V., Cypysheva M. Ju., Zargarjan N. Ju. [The effectiveness of using fungicides, growth regulators and biologics to combat diseases of grain crops]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2013; 1: 21-23.
9. Piskaeva A. I., Babich O. O., Dolganyuk V. F. [Analysis of influence of biohumus on the basis of consortium of effective microorganisms on the productivity of winter wheat]. *Foods and Raw materials*. 2017; 5(1): 90-99.
10. Nigmatjanova S. Je., Mursalimova G. R. [The effect of Zircon and Ribav – Extra preparations on the processes of rhizogenesis of green cuttings of ornamental crops]. *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*. 2017; 49: 253-256.
11. Nigmatjanova S. Je., Mursalimova G. R., Tihonova M. A. [Physiological aspects of the influence of stimulants on the development of ornamental crops]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii*. 2017; 43(1): 97-106.
12. Nigmatjanova S. Je., Mursalimova G. R., Kokarev N. F. [The effect of growth stimulants on plants of the Crassulaceae family]. *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*. 2017; 50: 229-232.
13. P. du Jardin. [Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation]. *Scientia Horticulturae*. 2015; 196: 3-14.
14. Abeles F. B. [Ethylene in Plant Biology]. Academic Press: New York. 1973; 414.
15. Greene D. W. [Ethylene-based preharvest growth regulators. In: maib]. *Tree Fruit Physiology: Growth and Development*. 1996; 149-159. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2018-4-52-50-59>
16. Daminova A. I., Sibgatullova A. K. [Growth regulators that increase soybean productivity]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2023; 3(7): 12-17. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2023-12-17>.
17. Kabanova S.A., Danchenko M. A., Kochegarov I. S. [The experience of intensive cultivation of annual seedlings of scots pine in the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal*. 2019; 6: 104–117. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.104>.
18. Shchukin R.A., Bogdanov O.E., Zavoloka I.P. [Biotechnological Basis for Application of Growth Regulators for Rooting of Green Cuttings of Trees and Shrubs in a Greenhouse with a Misting System]. *BIO Web of Conferences*. 2020; 23: 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202301009>

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest.

Author:

Zatssepina Ilona Valerievna - Candidate of Agricultural Sciences, email: ilona.valerevna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8889-8393>

Federal Scientific Center named after I.V. Michurin, Breeding and Genetic Center – VNIIGiSPR named after I.V. Michurin, Michurinsk, Russia.

**ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ЗЕРНОФУРАЖНОГО ЯЧМЕНЯ****Н. А. Медведев, Р. И. Сафин**

Реферат. Представлены результаты исследований по изучению эффективности обработки семян и опрыскивания растений различными гуминовыми препаратами на яровом зернофуражном ячмене. В задачи исследований входила оценка влияния различных гуминовых препаратов на продуктивность, устойчивость к болезням и качество зерна ярового ячменя при различных способах их применения (обработка семян, опрыскивание растений, обработка семян + опрыскивание растений). В качестве объектов исследований выступал яровой двурядный ячмень сорта Раушан. Использовались гуминовые препараты Бигус Экстра и Гумат +7. Исследования проводились в 2022-2023 годах на серой лесной, среднесуглинистой почве. В 2022 году условия по увлажнению в период вегетации были благоприятными, в 2023 году отмечались периодические острозасушливые явления. Применение гуминовых препаратов приводило к снижению развития как листовых болезней (темно-бурой пятнистости), так и корневых гнилей. Препарат Бигус Экстра оказал более выраженное влияние на снижение поражения растений корневыми гнилями. Применение гуминовых препаратов положительно повлияло на длину стебля и колоса ячменя. Максимальные значения длины стебля были при применении обработки семян и опрыскивании посевов препаратом Бигус Экстра, а наибольшая длина колоса – при использовании Гуми+7. Использование гуминовых препаратов обеспечило прирост урожайности ярового ячменя от 11 до 27,8%. При использовании только обработки семян или только опрыскивания посевов преимущество по урожайности имел препарат Бигус Экстра, а при применении сочетания – обработка семян + обработка растений Гумат +7. Наибольшая урожайность ярового ячменя (на 27,8% больше, чем в контроле) была получена при использовании схемы, при которой семена и растения обрабатывались препаратом Гумат +7. Применение обработки семян с последующим опрыскиванием растений приводило к росту содержания в зерне ячменя белка. Использование схемы применения гуминовых препаратов, при которой они применяются для предпосевной обработки семян, а в последующем для опрыскивания посевов (дважды) была оптимальной для ярового ячменя.

Ключевые слова: гуминовые препараты, обработка семян, опрыскивание растений, продуктивность, корневые гнили, яровой ячмень

Для цитирования: Медведев Н.А., Сафин Р.И. Влияние применения различных гуминовых препаратов на формирование урожая и качество зернофуражного ячменя // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 18-23

Введение. В условиях роста потребности животноводства в концентрированных кормах, особое значение и актуальность приобретает необходимость решения задачи увеличения производства зернофуражных культур, в том числе и ярового ячменя [1, 2]. Для Республики Татарстан, яровой двурядный пленчатый ячмень является основной зернофуражной культурой, занимающей значительную часть зернового клина [3, 4]. Несмотря на значительную экологическую пластичность, продуктивность данной культуры, во многом зависит от условий окружающей среды, в том числе от действия абиотических и биотических стрессов [5, 6, 7]. Особое значение повышение устойчивости растений к стрессам для растениеводства Республики Татарстан приобретает в условиях отмечающихся климатических изменений, в том числе роста частоты проявления засух [8, 9].

Для адаптации растений к различным абиотическим и биотическим стрессам, в современном земледелии активно используются различные антистрессовые препараты [10, 11, 12]. К числу наиболее широко применяемых препаратов для повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к различным (абиотическим и биотическим)

стрессам относятся различные гуминовые вещества (гуминовые удобрения) [13, 14, 15]. К числу наиболее важных механизмов воздействия гуминовых препаратов (даже в сравнительно небольших концентрациях) на культурных растений можно отнести их положительное влияние на активность ферментов, фотосинтез, минеральное питание, образование гормонов роста, устойчивость к стрессам [16, 17, 18]. С учетом этого, в современном растениеводстве используется большое количество жидких гуминовых препаратов, получаемых их различных источников – углей, торфа, вермикомпостов, леонардита и т.д. [19, 20]. Основными способами применения таких препаратов являются обработка семян и опрыскивание [21, 22]. Высокая эффективность применения гуминовых препаратов показана и на яровом ячмене [23, 24].

В связи с вышеизложенным, целью исследований была оценка эффективности применения различных гуминовых препаратов при разных способах их применения (обработка семян, обработка растений, сочетание обоих способов) на яровом ячмене зернофуражного назначения.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты закладывались на опытных полях

АГРОНОМИЯ

Агробιοтехнопарк Казанского ГАУ в 2022-2023 годы. Объект исследования – яровой двурядный пленчатый ячмень сорта Раушан. Почва – среднесуглинистая серая лесная с высоким содержанием гумуса, очень высоким – подвижного фосфора; повышенным – обменного калия и с близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора. В 2022 году условия вегетации отличались достаточным увлажнением, тогда как в 2023 году были периодически засушливыми.

Схема опыта:

1. Контроль (без применения гуминовых препаратов);
2. Обработка семян Гумат +7 (на основе бурых углей), 0,5 л/т;
3. Обработка семян Бигус Экстра (на основе сапропеля), 0,5 л/т;
4. Обработка растений (в фазу выхода в трубку и в фазу колошения) Гумат +7, 0,5 л/га;
5. Обработка растений (в фазу выхода в трубку и в фазу колошения) Бигус Экстра, 0,5 л/га;
6. Обработка семян Гумат +7 (0,5 л/т) и обработка растений (в фазу выхода в трубку и в фазу колошения) Гумат +7 (0,5 л/га);

7. Обработка семян Бигус Экстра (0,5 л/т) и обработка растений (в фазу выхода в трубку и в фазу колошения) Бигус Экстра (0,5 л/га).

Площадь опытных делянок - 25 м², площадь учетных делянок – 20 м². Повторность – трехкратная. Минеральные удобрения в виде азотоски вносились в норме 150 кг/га под предпосевную культивацию. Агротехнология возделывания ярового зернофуражного ячменя соответствовала зональным рекомендациям ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. При обработке семян (проводилась непосредственно за день перед посевом) использовалась норма расхода рабочей жидкости 10 л/т. При опрыскивании посевов расход рабочей жидкости составлял 200 л/га.

Для учетов, анализов и наблюдений использовали общепринятые методы оценки фитосанитарного состояния (методики ВНИИФ), определения биометрических показателей, содержания белка (ГОСТ 10846-91) и учета урожайности.

Результаты и обсуждение. Данные по оценке развития темно-бурой пятнистости на посевах ярового ячменя представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Развитие темно-бурой пятнистости листьев на посевах ярового ячменя сорта Раушан при применении гуминовых препаратов в фазу молочной спелости, %, 2022-2023 годы

Вариант	2022 г.	2023 г.	В среднем за 2 года	Биологическая эффективность*, %
Контроль	41,0	27,0	34,0	
Обработка семян				
Гумат +7	32,0	22,0	27,0	18,9
Бигус Экстра	33,0	21,0	27,0	18,9
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	34,0	22,0	28,0	16,2
Бигус Экстра	34,0	24,0	29,0	13,5
Обработка семян + обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	38,0	21,0	29,5	12,2
Бигус Экстра	34,0	25,0	29,5	12,2

Примечание: * – биологическая эффективность определялась по формуле Аббота по средним значениям за 2 года.

В условиях более увлажненного 2022 года, развитие темно-бурой пятнистости шло более интенсивно, чем в более сухой 2023 год. Применение гуминовых препаратов снижало развитие листового микоза в среднем на 12,2-18,9%. Некоторое преимущество по величине

биологической эффективности контроля болезни имели варианты с обработкой семян.

Другим опасным микозом ячменя в условиях Республики Татарстан является корневая гниль, преимущественно гельминтоспориозной этиологии (табл. 2).

Таблица 2 – Развитие корневой гнили ярового ячменя сорта Раушан при применении гуминовых препаратов в фазу молочной спелости, %, 2022-2023 годы

Вариант	2022 г.	2023 г.	В среднем за 2 года	Биологическая эффективность*, %
Контроль	50,0	36,0	43	
Обработка семян				
Гумат +7	41,6	32,0	36,8	14,4
Бигус Экстра	35,3	33,0	34,2	20,5
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	41,2	41,2	41,2	4,2
Бигус Экстра	31,7	31,7	31,7	26,3
Обработка семян + обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	38,3	30,0	34,2	20,5
Бигус Экстра	33,7	32,0	32,9	23,5

Примечание: * – биологическая эффективность определялась по формуле Аббота по средним значениям за 2 года.

АГРОНОМИЯ

В более засушливое лето 2023 года, развитие корневых гнилей шло слабее, чем в хорошо увлажненном 2022 году. Применение обработки семян изучаемыми гуминовыми препаратами снизило развитие болезни на 14,4-20,5%, но наиболее заметное (на 20,5-23,5%) снижение поражения ячменя корневыми гнилями было при использовании схемы

с обработкой семян и двукратным опрыскиванием посевов.

При сравнении изучаемых препаратов, необходимо отметить преимущество Бигус Экстра в снижении поражения растений корневыми гнилями.

Биометрические показатели растений ячменя приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Биометрические показатели растений ярового ячменя в фазу полной спелости при применении гуминовых препаратов, 2022-2023 годы

Вариант	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Количество зерен на 1 см колоса, шт.
Контроль	72,9	15,3	17,2	1,12
Обработка семян				
Гумат +7	76,4	13,1	17,8	1,36
Бигус Экстра	76,5	16,3	19,2	1,17
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	78,9	12,3	17,8	1,44
Бигус Экстра	76,7	18,6	19,3	1,03
Обработка семян + обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	79,6	20,3	19,4	0,95
Бигус Экстра	82,6	18,3	16,9	0,92
НСР ₀₅	3,1	0,7	0,8	

Применение гуминовых препаратов оказало выраженное положительное влияние на величину длины стебля и колоса, что свидетельствует об их выраженном ростостимулирующем влиянии. Максимальные значения длины стебля были при применении обработки семян и опрыскивании посевов препаратом Бигус Экстра, тогда как для длины колоса наибольшие показатели были при использовании такой же схемы, но с Гуми +7. В целом, при применении комбинированной схемы

с обработкой семян и двукратным опрыскиванием положительный эффект усиливался. Вместе с тем, несмотря на рост длины колоса в данных вариантах, число зерен в нем менялось меньше, что привело к снижению их количества в расчете на 1 см колоса. Наибольшее число зерен на 1 см колоса было при применении Гумат +7 при двукратном опрыскивании посевов.

Результаты оценки урожайности ярового ячменя приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Урожайность ярового ячменя сорта Раушан при применении гуминовых препаратов, т/га, 2022-2023 годы

Вариант	2022 г.	2023 г.	В среднем за 2 года	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к контролю, %
Контроль	5,42	4,72	5,07		
Обработка семян					
Гумат +7	6,28	4,98	5,63	0,56	11,0
Бигус Экстра	6,05	5,81	5,93	0,86	17,0
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7	6,51	5,13	5,82	0,75	14,8
Бигус Экстра	6,53	5,97	6,25	1,18	23,3
Обработка семян + обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7	6,69	6,27	6,48	1,41	27,8
Бигус Экстра	6,81	5,71	6,26	1,19	23,5
НСР ₀₅	0,27	0,21			

Более благоприятные условия вегетационного периода 2022 года обеспечили формирование более высокого урожая ярового ячменя, в сравнении с 2023 годом. В большинстве случаев влияние изучаемых гуминовых препаратов на урожайность было положительным. Прирост урожайности за два года, в зависимости от варианта применения гуминовых препаратов колебался от 11 до 27,8%. При этом проявились характерные отличия между изучаемыми препаратами. Так, если при использовании только обработки семян и только

опрыскивании посевов преимущество по урожайности имели варианты с препаратом Бигус Экстра, то при применении сочетания обработка семян + обработка растений выделялся вариант с Гумат +7.

В среднем за 2 года, наибольшая урожайность ярового ячменя (на 27,8% больше, чем в контроле) была получена при использовании схемы при которой семена и растения обрабатывались препаратом Гумат +7.

При характеристике качества зерна ярового ячменя зернофуражного направления важ-

ным показателям является содержание белка (табл. 5). В засушливых условиях 2023 года содержание белка в зерне ячменя было выше, чем в более влажном 2022 году. При этом, влияние изучаемых препаратов на данный показатель сильно зависело от погоды. Если в 2022 году, только при использовании схемы с обработкой семян и последующими опрыскиваниями Бигус

Экстра, содержание белка в зерне росло, то в 2023 году, в большинстве случаев, при использовании гуминовых препаратов отмечалось значительный рост показателя.

В целом за два года, использование комбинированной схемы применения (обработка семян + опрыскивание растений) обеспечило рост содержания белка в зерне на 1,3-1,9%.

Таблица 5 – Содержание белка (% на сухое вещество) в зерне ярового ячменя сорта Раушан при применении гуминовых препаратов, 2022-2023 годы

Вариант	2022 г.	2023 г.	В среднем за 2 года	Прибавка к контролю
Контроль	12,2	14,8	13,5	
Обработка семян				
Гумат +7	11,1	16,8	14,0	0,50
Бигус Экстра	10,9	15,6	13,3	-0,20
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	12,3	16,4	14,4	0,90
Бигус Экстра	11,3	15,2	13,3	-0,20
Обработка семян + обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7	12,2	18,6	15,4	1,90
Бигус Экстра	13,2	16,4	14,8	1,30

Выводы. Применение гуминовых препаратов повышало устойчивость растений к болезням, что привело к снижению развития как листовых болезней (темно-бурой пятнистости), так и корневых гнилей. Наиболее заметное (на 20,5-23,5%) снижение поражения ячменя корневыми гнилями было при использовании схемы с обработкой семян и двукратным опрыскиванием посевов. Препарат Бигус Экстра оказал более выраженное влияние на снижение поражения растений корневыми гнилями.

Применение гуминовых препаратов оказало выраженное положительное влияние на величину длины стебля и колоса. Максимальные значения длины стебля были при применении обработки семян и опрыскивании посевов препаратом Бигус Экстра, тогда как для длины колоса наибольшие показатели были при использовании такой же схемы, но с Гуми +7.

В зависимости от варианта применения гуминовых препаратов прирост урожайности ярового ячменя составил от 11 до 27,8%. При использовании только обработки семян или только опрыскивания посевов преимущество по урожайности имел препарат Бигус Экстра, а при применении сочетания – обработка семян + обработка растений Гумат +7. Наибольшая урожайность ярового ячменя (на 27,8% больше, чем в контроле) была получена при использовании схемы при которой семена и растения обрабатывались препаратом Гумат +7. Применение обработки семян с последующим опрыскиванием растений приводило к росту содержания в зерне ячменя белка.

Использование схемы применения гуминовых препаратов, при которой они применяются для предпосевной обработки семян, а в последующем для опрыскивания посевов (дважды) была оптимальной для ярового ячменя.

Литература

1. Зернофуражные культуры в кормопроизводстве / О. Т. Андреева, Н. Г. Пилипенко, Л. П. Сидорова, Н. Ю. Харченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 28-35. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-3-3>.
2. Кумратова А. М., Алешенко В. В. Продуктивность зернового производства в России: тенденции и перспективы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 142-146. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-142-146>.
3. Афанасьева Д. С., Кадырова Ф. З. Семенные качества различных генотипов ярового ячменя в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Агроботехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 2(2). С. 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-38-45>.
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. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92>.
5. Влияние минерального питания на устойчивость сортов ярового ячменя к оксидативному стрессу / Л. В. Осипова, Л. М. Ерошенко, Т. Л. Курносова и др. // Плодородие. 2021. № 5(122). С. 52-56. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.13>.
6. Устойчивость ярового ячменя к абиотическому стрессу в зависимости от уровня минерального питания и предобработки семян селеном и кремнием / Л. В. Осипова, И. В. Верниченко, Л. В. Ромодина и др. // Агрохимия. 2019. № 7. С. 67-74. <https://doi.org/10.1134/S000218811907010X>.
7. Николаев П. Н., Юсова О. А. Стрессоустойчивость сортов ярового ячменя омской селекции в условиях Западной Сибири // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 4(24). С. 135-142. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2020-4-24-135-142>.

8. Шайтанов О. Л., Низамов Р. М., Захарова Е. И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 4(40). С. 102-112. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-102-112>.
9. Ермолаева П. О., Кузнецова И. Б. Общественные оценки социально-экономических последствий изменения климата по материалам Республики Татарстан // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2018. № 1. С. 33-41.
10. Рябчинская Т. А., Зимина Т. В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // *Агрохимия*. 2017. № 12. С. 62-92. <https://doi.org/10.7868/S0002188117120092>.
11. Давидянц Э. С. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне ранневесенней азотной подкормки // *Агрохимия*. 2022. № 6. С. 45-50. <https://doi.org/10.31857/S0002188122060047>.
12. Роль ауксинпродуцирующих бактерий в преодолении стресса растениями пшеницы в условиях обработки гербицидом чисталан / М. Д. Тимергалин, А. В. Феоктистова, Т. В. Рамеев и др. // *Агрохимия*. 2020. № 11. С. 35-40. <https://doi.org/10.31857/S0002188120110113>.
13. Эффективность совместного применения гуминовых препаратов со средствами защиты на зерновых культурах / О. И. Наими, М. Н. Дубинина, Е. А. Полиенко и др. // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. № 5(79). С. 47-51.
14. Каргин В. И., Иванова Н. Н., Камалихин В. Е. Структура продуктивности озимой пшеницы сорта Московская 39 в зависимости от внекорневой обработки био- и гуминовыми препаратами // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 1(53). С. 55-59. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-1-55-59>.
15. Сорокин К. Н., Сорокин Н. Т. О взаимозависимости развития органического сельского хозяйства и промышленного производства гуминовых удобрений // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2024. № 1(69). С. 134-145. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2024-69-1-134-145>.
16. Содержание фитогормонов и рост побегов у пшеницы (*Triticum durum* Desf.) под влиянием гуматов натрия в составе гранулированных органоминеральных удобрений / А. М. Назаров, И. Н. Гараньков, И. О. Туктарова и др. // *Сельскохозяйственная биология*. 2020. Т. 55, № 5. С. 945-955. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.5.945rus>. EDN ISIGPK.
17. Ampong K., Thilakaranthna M. S., Gorim L. Y. Understanding the Role of Humic Acids on Crop Performance and Soil Health // *Frontiers in Agronomy*. 2022. Vol. 4. P. 848621. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.848621>.
18. Nardi S., Schiavon M., Francioso O. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters // *Molecules*. 2021. Vol. 26. P. 2256. <https://doi.org/10.3390/molecules2608225>.
19. Комаров А. А., Суханов П. А., Комаров А. А. Результаты производственных испытаний действия гуминовых удобрений на урожайность картофеля // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2019. № 54. С. 74-79. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-11074>.
20. Бондаренко А. М., Качанова Л. С. Технологические основы процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2022. Т. 16. № 4. С. 93-99. https://doi.org/10.22450/199996837_2022_4_93.
21. Эффективность некорневых подкормок гуминовыми препаратами яровой пшеницы в почвенно-климатических условиях Курской области / В. И. Лазарев, Ж. Н. Минченко, А. Я. Башкатов и др. // *Агрохимия*. 2022. № 8. С. 51-58. <https://doi.org/10.31857/S0002188122080117>.
22. Фомичева Н. В., Рабинович Г. Ю., Смирнова Ю. Д. Влияние технологических приёмов применения гуминового препарата на продуктивность яровой пшеницы // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 9. С. 53-58. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10910>.
23. Использование гуматов в технологии производства ярового ячменя / Е. И. Лупова, И. С. Питюрина, Д. В. Виноградов и др. // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 1(55). URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_123.pdf. <https://doi.org/10.51419/202131123>.
24. Эффективность применения жидкого гуминового удобрения Гумавит в посевах ярового ячменя / С. Н. Родионов, С. А. Родионова, Н. Ю. Петров и др. // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2022. № 1(65). С. 219-227. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-01-21>.

Конфликт интересов

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

Сведения об авторах:

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

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

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

STUDY OF THE USE OF VARIOUS HUMIC PREPARATIONS ON CROPS AND THE QUALITY OF GRAIN FEED BARLEY N. A. Medvedev, R. I. Safin

Abstract. The results of studies on the effectiveness of seed treatment and plant spraying with various humic preparations on spring grain feed barley are presented. The objectives of the research included assessing the effect of various humic preparations on productivity, disease resistance and grain quality of spring barley under various methods of their application (seed treatment, plant spraying, seed treatment + plant spraying). The objects of research were spring two-row barley of the Raushan variety. Humic preparations Bigus and Gumat +7 were used. The research was carried out in 2022-2023 on gray forest, medium loamy soil. In 2022, moisture conditions during the growing season were favorable; in 2023, periodic severe drought events were observed. The use of humic preparations led to a decrease in the development of both leaf diseases (dark brown spot) and root rot. The drug Bigus Extra had a more pronounced effect on reducing the

damage to plants by root rot. The use of humic preparations had a positive effect on the length of the stem and ear of barley. The maximum values of the stem length were when using seed treatment and spraying crops with Bigus Extra, and the greatest length of the ear was when using Gumi+7. The use of humic preparations increases the yield of spring barley from 11 to 27.8%. When using only seed treatment or only spraying of crops, Bigus Extra had an advantage in yield, and when using a combination – seed treatment + plant treatment Humat +7. The highest yield of spring barley (27.8% more than in the control) was obtained using a scheme in which seeds and plants were treated with Humate +7. The use of seed treatment followed by spraying of plants led to an increase in the protein content of barley grain. The use of humic preparations in which they are used for pre-sowing seed treatment and subsequently for spraying crops (twice) was optimal for spring barley.

Key words: humic preparations, seed treatment, plant spraying, productivity, root rot, spring barley

For citation: Medvedev N.A., Safin R.I. The influence of the use of various humic preparations on the formation of the yield and quality of grain feed barley. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 2(10): 18-23

References

1. Andreeva O. T., Pilipenko N. G., Sidorova L. P. [Grain crops in feed production]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2020; 50. 3: 28-35. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-3-3>.
2. Kumratova A. M., Aleshchenko V. V. [Productivity of grain production in Russia: trends and prospects]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 16. 3(63): 142-146. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-142-146>.
3. Afanasyeva D. S., Kadyrova F. Z. [Seed qualities of various genotypes of spring barley in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoye zemledeliye*. 2022; 2(2): 12-18. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-38-45>.
4. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu., Ganieva I. S. [Assessment of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley selected by the Tatar Research Institute of Agriculture]. *Zernobobovyye i krupnyanye kul'tury*. 2021; 4(40): 82-92. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92>.
5. Osipova L. V., Eroshenko L. M., Kurnosova T. L. [The influence of mineral nutrition on the resistance of spring barley varieties to oxidative stress]. *Plodородiye*. 2021; 5(122): 52-56. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.13>.
6. Osipova L. V., Vernichenko I. V., Romodina L. V. [Resistance of spring barley to abiotic stress depending on the level of mineral nutrition and pretreatment of seeds with selenium and silicon]. *Agrokhiimiya*. 2019; 7: 67-74. <https://doi.org/10.1134/S000218811907010X>.
7. Nikolaev P. N., Yusova O. A. [Stress resistance of spring barley varieties of Omsk selection in the conditions of Western Siberia]. *Tavricheskii vestnik agrarnoy nauki*. 2020; 4(24): 135-142. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2020-4-24-135-142>.
8. Shaitanov O. L., Nizamov R. M., Zakharova E. I. [Assessing the impact of global warming on the climate of Tatarstan]. *Zernobobovyye i krupnyanye kul'tury*. 2021; 4(40): 102-112. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-102-112>.
9. Ermolaeva P. O., Kuznetsova I. B. [Public assessments of the socio-economic consequences of climate change based on materials from the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya*. 2018; 1: 33-41.
10. Ryabchinskaya T. A., Zimina T. V. [Means regulating the growth and development of plants in agricultural technologies of modern crop production]. *Agrokhiimiya*. 2017; 12: 62-92. <https://doi.org/10.7868/S0002188117120092>.
11. Davidyants E. S. [The influence of plant growth regulators on the yield and grain quality of winter wheat against the background of early spring nitrogen fertilizing]. *Agrokhiimiya*. 2022; 6: 45-50. <https://doi.org/10.31857/S0002188122060047>.
12. Timergalin M. D., Feoktistova A. V., Rameev T. V. [The role of auxin-producing bacteria in overcoming stress by wheat plants under conditions of treatment with the herbicide chistalan]. *Agrokhiimiya*. 2020; 11: 35-40. <https://doi.org/10.31857/S0002188120110113>.
13. Naimi O. I., Dubinina M. N., Polienko E. A. [The effectiveness of the combined use of humic preparations with protective agents on grain crops]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 5(79): 47-51.
14. Kargin V. I., Ivanova N. N., Kamalikhin V. E. [Productivity structure of winter wheat variety Moskovskaya 39 depending on foliar treatment with bio- and humic preparations]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021; 1(53): 55-59. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-1-55-59>.
15. Sorokin K. N., Sorokin N. T. [On the interdependence of the development of organic agriculture and industrial production of humic fertilizers]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; 1(69): 134-145. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2024-69-1-134-145>.
16. Nazarov A. M., Garankov I. N., Tuktarova I. O. [The content of phytohormones and shoot growth in wheat (Triticum durum Desf.) under the influence of sodium humates in the composition of granular organomineral fertilizers]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2020; 55. 5: 945-955. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.5.945rus>.
17. Ampom K., Thilakarathna M. S., Gorim L. Y. Understanding the Role of Humic Acids on Crop Performance and Soil Health. *Frontiers in Agronomy*. 2022; 4: 848621. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.848621>.
18. Nardi S., Schiavon M., Francioso O. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. *Molecules*. 2021; 26: 2256. <https://doi.org/10.3390/molecules2608225>.
19. Komarov A. A., Sukhanov P. A., Komarov A. A. [Results of production tests of the effect of humic fertilizers on potato yield]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 54: 74-79. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-11074>.
20. Bondarenko A. M., Kachanova L. S. [Technological bases of the process of production of humic organomineral fertilizers]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. 2022; 16. 4: 93-99. https://doi.org/10.22450/199996837_2022_4_93.
21. Lazarev V. I., Minchenko Zh. N., Bashkatov A. Ya. [The effectiveness of foliar fertilizing with humic preparations of spring wheat in the soil and climatic conditions of the Kursk region]. *Agrokhiimiya*. 2022; 8: 51-58. <https://doi.org/10.31857/S0002188122080117>.
22. Fomicheva N. V., Rabinovich G. Yu., Smirnova Yu. D. [The influence of technological methods of using a humic preparation on the productivity of spring wheat]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; 34. 9: 53-58. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10910>.
23. Lupova E. I., Pityurina I. S., Vinogradov D. V. [The use of humates in the technology of spring barley production]. *AgroEkoInfo*. 2023; 1(55). URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_123.pdf. <https://doi.org/10.51419/202131123>.
24. Rodionov S. N., Rodionova S. A., Petrov N. Yu. [Efficiency of using liquid humic fertilizer Gumavit in spring barley crops]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye*. 2022; 1(65): 219-227. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-01-21>.

Conflict of interest

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

Authors:

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

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

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ
В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ
А. Б. Мустафина, П. А. Вечтомова**

Реферат. Авторами данной работы проведен статистический анализ землепользования в Удмуртской Республике в 2011-2022 гг. Приведена динамика площадей земель по категориям. В ходе исследования было установлено, что наибольшее сокращение площади сельскохозяйственных угодий произошло в первой половине рассматриваемого периода. За 12 исследуемых лет площадь этой категории сократилась на 7,5 тыс. га. Скорость уменьшения равна 6,6 тыс. га/10 лет, т.е. каждые 10 лет категория земель сельскохозяйственного назначения уменьшается на 6,6 тыс. га. Каждые 10 лет площадь земель населенных пунктов увеличивается на 1,8 тыс. га, что говорит о росте городского населения и увеличении числа городских жителей. К 2022 году площадь земель, занятых населёнными пунктами, выросла до 204,3 тыс. га. Площадь промышленных и других земель увеличивается со скоростью 4,2 тыс. га в 10 лет. На 2022 год площадь земель промышленности составила 42,9 тыс. га. За 2011-2022 годы площадь анализируемой категории увеличилась на 4,6 тыс. га. В 2016 году площадь земель особо охраняемых природных территорий увеличилась на 17,3 тыс. га (с 1,9 до 21,6 тыс. га), поскольку в эту категорию были переведены земли лесного фонда. Площадь лесных угодий сократилась с 2046,8 до 2029,4 тыс. га. За рассматриваемые 12 лет площадь земель водного фонда сократилась на 0,5 тыс. га, максимальная площадь была в 2011 году и составила 29,2 тыс. га. Начиная с 2011 года и заканчивая 2022 годом, общая площадь земель запаса оставалась относительно стабильной (19,5-20,7 тыс. га), изменения не превышают 1,2 тыс. га. По состоянию на 2022 год площадь орошаемых земель Удмуртской Республики составила 18,2 тыс. га, а осушаемых – 23 тыс. га. За последние 11 лет площадь хороших орошаемых земель увеличилась на 5,9 тыс. га, площади удовлетворительных и неудовлетворительных земель уменьшились на 4,6 тыс. га и 3,8 тыс. га, соответственно.

Ключевые слова: мониторинг, земельный фонд, Удмуртская Республика, категории земель, орошаемые земли, осушаемые земли

Для цитирования: Мустафина А.Б., Вечтомова П.А. Статистический анализ землепользования в Удмуртской Республике // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 24-29

Введение. Земля является ценным и непереходимым богатством общества, которое возникло исторически как часть природы [1, 2]. Она представляет собой поверхность суши, обладает растительностью, почвенным покровом, недрами и водными ресурсами, образуя единую систему. Земля необходима для удовлетворения разнообразных потребностей человека: экономических, социальных, эстетических и т.д. [3, 4]. Важно осуществлять грамотное управление земельными ресурсами для улучшения качества жизни и благосостояния общества [5, 6, 7].

В соответствии с Положением об осуществлении государственного мониторинга земель, утвержденном распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 ноября 2002 года № 846, осуществляется сбор, обработка и хранение информации о состоянии земель в РФ [8, 9, 10]. Проводится постоянное наблюдение за использованием земель, анализ и оценка их состояния с учетом воздействия природных и антропогенных факторов, с учетом целевого назначения и разрешенного использования [11, 12, 13].

В настоящее время данное исследование среды рассматривается как совокупность проводимых по ученым программам наблюдений, оценок, прогнозов и последующей разработке рекомендаций и вариантов управленческих решений [14, 15].

Удмуртская Республика, с ее центральным расположением в Восточной Европе, имеет значительные возможности для эффективного использования своих земельных ресурсов. Промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство и туризм - все эти отрасли сыграли важную роль в развитии экономики региона [16].

В долгосрочной перспективе в Удмуртской Республике важным является улучшение эффективности сельского хозяйства, внедрение современных технологий в лесное хозяйство, повышение уровня экологической безопасности природопользования, а также адаптация к изменению климата [17]. Необходимо разработать и внедрить программу по охране и восстановлению природных экосистем, а также разумное использование полезных ископаемых [18].

Таким образом, для успешного развития современного использования земель в Удмуртской Республике необходимо проведение комплексных мероприятий по оптимизации использования земельных ресурсов, сохранению природной среды и обеспечению устойчивого развития региона [19].

Целью настоящей работы является статистический анализ земельного фонда Удмуртской Республики за 2011-2022 годы.

Условия, материалы и методы. Анализ земель Удмуртской Республики проведен

на основании Государственных докладов о состоянии и использовании земель Удмуртской Республики за 2011-2022 годы, представленных на сайте Росреестра.

В данной работе для обработки и анализа исходных данных использовались современные вычислительные системы, апробированные статистические методы и тренд-анализ.

Результаты и обсуждение. По состоянию на 1 января 2023 года площадь земельного фонда Удмуртии составляла 4206,1 тыс. га.

На рисунке 1 представлена динамика площади земель Удмуртской Республики по категориям в 2011-2022 годы.

Из рис.1 видно, что площадь земель сельскохозяйственного назначения уменьшается. За 12 рассматриваемых лет площадь категории уменьшилась на 7,5 тыс. га. Из уравнения линии тренда $y = -0,6552x + 1867,2$ видно, что скорость уменьшения равна 6,6 тыс. га/10 лет, т.е. каждые 10 лет категория земель сельскохозяйственного назначения уменьшается на 6,6 тыс. га. Значимость уравнения оценивалась по критерию Фишера. При 95% уровне статистической значимости, $F > F_{кр}$, что означает, что коэффициент детерминации R^2 (и в целом уравнение тренда) статистически значим.

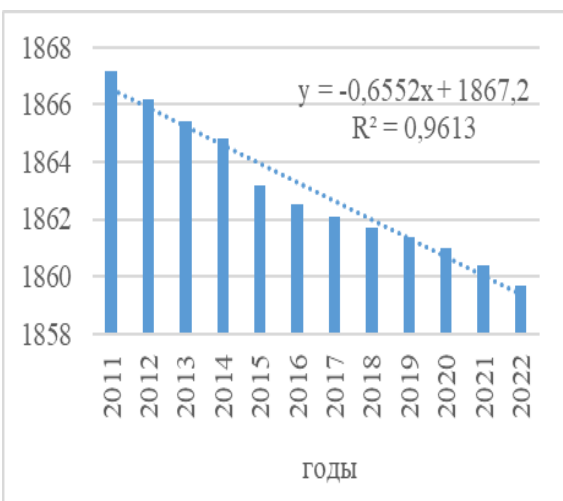
Максимальная площадь земель данной

категории была в 2011 году 1867,2 тыс. га, минимальная – в 2022 году и составила 1859 тыс. га. В 2015 году площадь земель сельскохозяйственного назначения уменьшилась на 1,6 тыс. га. В 2019 год уменьшилась всего на 0,3 тыс. га. С 2011 по 2016 год площадь уменьшилась на 4,7 тыс. га, с 2016 года по 2022 год – на 2,8 тыс. га.

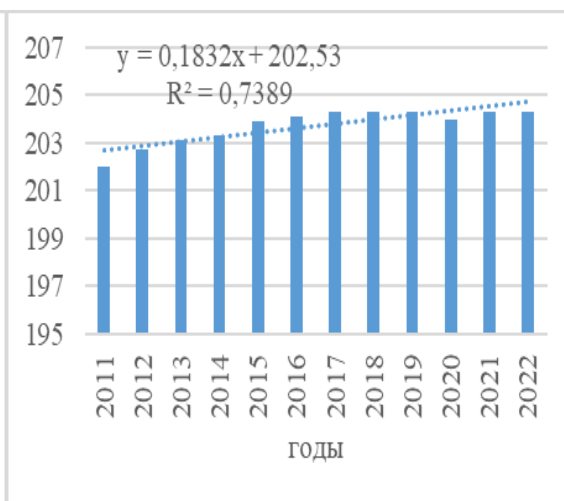
Земли населенных пунктов включают в себя территории, занятые жилыми зонами, коммерческими и промышленными объектами, а также общественными и другими инфраструктурными объектами.

В начале наблюдаемого периода, в 2011 году, общая площадь земель, отведённых под населённые пункты, составляла 202 тыс. га. За период с 2011 по 2022 год площадь земель данной категории постепенно увеличивалась, хотя и с небольшими колебаниями. К 2022 году площадь земель, занятых населёнными пунктами, выросла до 204,3 тыс. га.

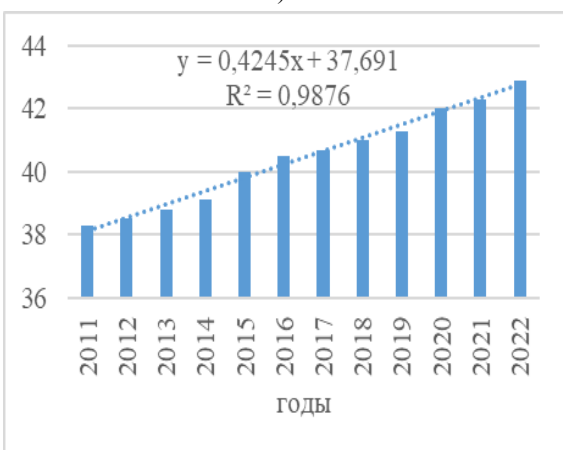
Представленное уравнение линейного тренда $y = 0,1832x + 202,53$ показывает, что каждые 10 лет площадь земель данной категории увеличивается на 1,8 тыс. га. Поскольку фактическое значение $F > F_{табл.}$ (критерий Фишера, при $p < 0,05$), то коэффициент детерминации статистически значим и найденная оценка уравнения регрессии статистически надежна.



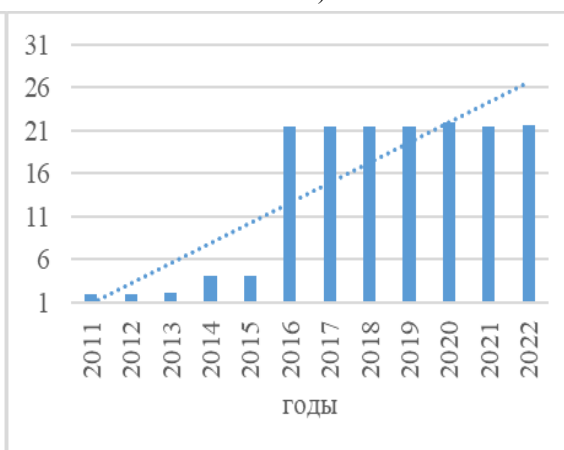
1)



2)



3)



4)

АГРОНОМИЯ

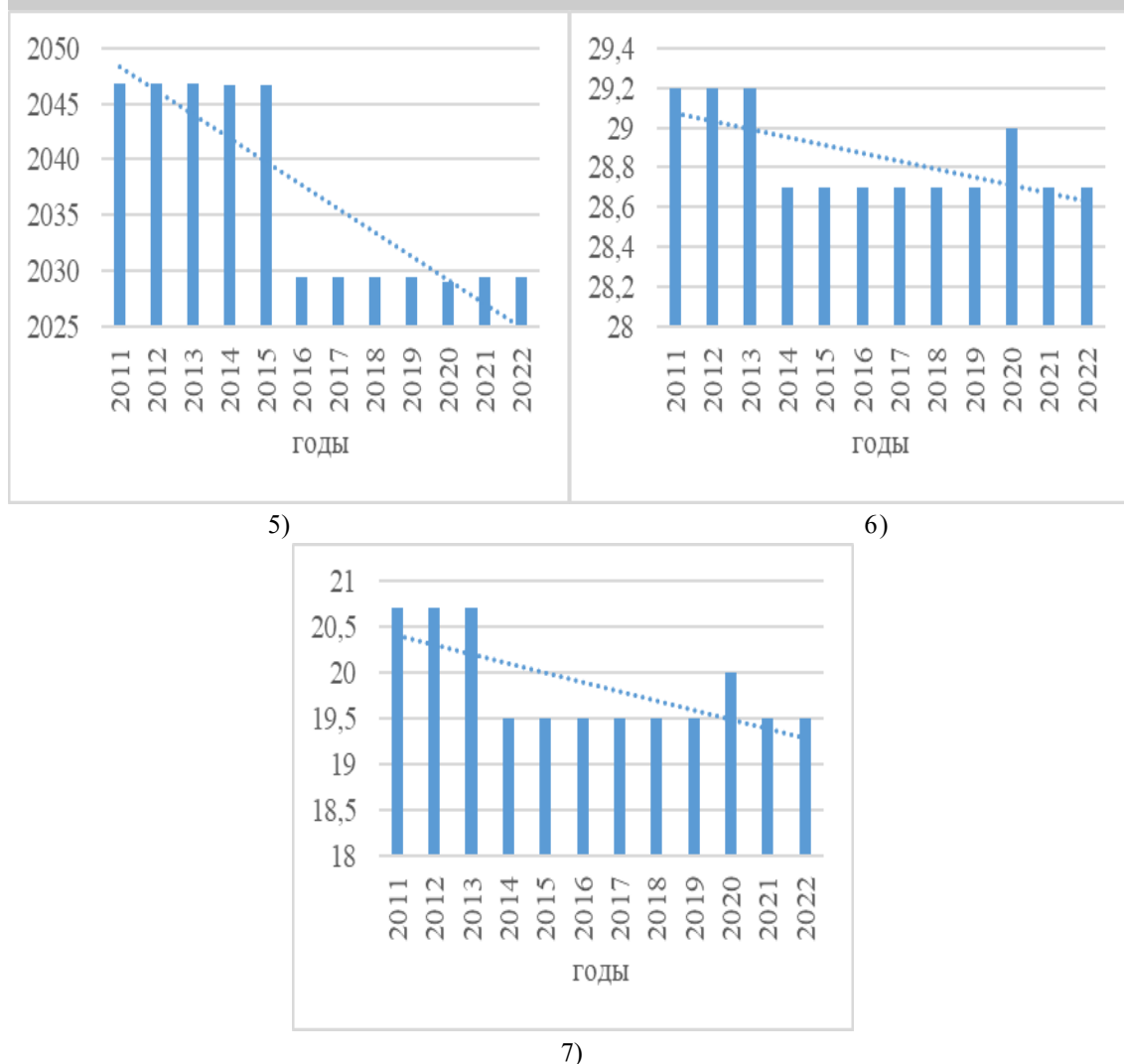


Рис. 1– Динамика земель Удмуртской Республики по категориям в 2011-2022 годы (1 – земли сельскохозяйственного назначения, 2 - земли населенных пунктов, 3 - земли промышленности и иного назначения, 4 - земли особо охраняемых территорий и объектов, 5 - земли лесного фонда, 6 - земли водного фонда, 7 - земли запаса), тыс. га

Этот тренд увеличения площади земель под населённые пункты обусловлен ростом городского населения и увеличения числа городских жителей, что приводит к расширению городских территорий; строительством новых жилых и коммерческих объектов, а также развитием инфраструктуры, такой как дороги, электросети и водоснабжение, которые требуют выделения новых земель; развитием бизнеса и индустрии, что приводит к увеличению площадей, отведённых под промышленные и коммерческие объекты в населённых пунктах; городским планированием.

В целом по Удмуртской Республике на 2022 год площадь земель промышленности составила 42,9 тыс. га. За 2011-2022 годы площадь анализируемой категории увеличилась на 4,6 тыс. га. Значительное увеличение произошло в 2015 году на 0,9 тыс. га, также в 2020 году – на 0,7 тыс. га. Коэффициент наклона линейного тренда (КНЛТ) равен 0,4245 и означает, что площадь земель промышленности и иного назначения

увеличивается со скоростью 4,2 тыс. га каждые 10 лет. Поскольку фактическое значение $F > F_{табл.}$ (при $p < 0,05$), то коэффициент детерминации статистически значим и в целом уравнение тренда.

Земли особо охраняемых территорий и объектов, вошедших в данную категорию на 2022 год, составляют 21,6 тыс. га. На начало рассматриваемого периода, на 2011 год, приходится самая минимальная площадь, которая составляет 1,9 тыс. га, а максимальная на 2022 год и равна 21,6 тыс. га. В 2016 году площадь увеличилась на 17,3 тыс. га.

В 2011 году земли лесного фонда составили 2046,8 тыс. га. Из рис. 1 видно уменьшение площади категории в 2016 году на 17,3 тыс. га. В течение 2015 года проводились работы по переводу земель лесного фонда в категории земель особо охраняемых территорий и объектов, так как площадь земель лесного фонда уменьшилась и на 1 января 2023 года равна 2029,4 тыс. га. За период с 2016 по 2022 год общая площадь земель лесного фонда

оставалась относительно стабильной (2029-2029,4 тыс. га), хотя наблюдались небольшие колебания. Лесной фонд может подвергаться воздействию различных угроз, таких как вырубка лесов, лесные пожары, болезни и вредители. Поэтому, необходимо проводить меры по устойчивому управлению лесами, охране и восстановлению лесных экосистем.

По состоянию земель водного фонда: максимальное значение площади пришлось на 2011 год и составило 29,2 тыс. га, а минимальное значение на 2014-2019 и 2021-2022 годы и составило 28,7 тыс. га. В 2014 году площадь земель уменьшилась на 0,5 тыс. га. Исходя из статистических данных можно увидеть, что на протяжении 6 лет с 2014 по 2019 годы площадь оставалась неизменной (28,7 тыс. га).

Начиная с 2011 года и заканчивая 2022 годом, общая площадь земель запаса оставалась относительно стабильной, изменения не превышают 1,2 тыс. га. Максимальная площадь пришлось на 2011-2013 годы и была равна 20,7 тыс. га, минимальная площадь

2014-2019 годы, 2021-2022 годы и составила 19,5 тыс. га. Планирование использования земель запаса должно быть тщательно осуществлено с целью оптимизации использования земельных ресурсов и удовлетворения потребностей общества и экономики.

Орошаемые земли являются важнейшим резервом повышения производства кормов. По состоянию на 2022 год площадь орошаемых земель Удмуртской Республики составила 18,2 тыс. га, а осушаемых – 23 тыс. га. За последние 11 лет площадь хороших орошаемых земель увеличилась на 5,9 тыс. га, площади удовлетворительных и неудовлетворительных земель уменьшились на 4,6 тыс. га и 3,8 тыс. га, соответственно. Изменения произошли в результате проведения мелиоративных мероприятий. При осушительной мелиорации включают строительство осушительных систем и окультуривание земель.

На рис. 2 представлена динамика площади орошаемых земель Удмуртской Республики в 2011-2021 годы.



Рис. 2 - Динамика площади орошаемых земель Удмуртской Республики в 2011-2021 годы

По данным статистических наблюдений в Удмуртской Республике площадь хороших орошаемых земель на 2022 год составляет 6,5 тыс. га и является наивысшим показателем. Удовлетворительное состояние мелиорируемых земель стремительно снизилось в течение 11 лет на 4,6 тыс. га. Из рисунка 2 видно, что также на понижение шел показатель и неудовлетворительных земель, в 2011 году был равен 6 тыс. га, а в 2021 году - 2,2 тыс. га.

На территории Удмуртской Республики были проведены значительные мелиоративные мероприятия, а именно создание мелиоративных защитных лесных насаждений, проведение культуртехнических работ, работ по улучшению химических и физических свойств почв, а также эксплуатация и реконструкция мелиоративных. На рисунке 3 представлена динамика площади осушаемых земель Удмуртской Республики в 2011-2021 годы.

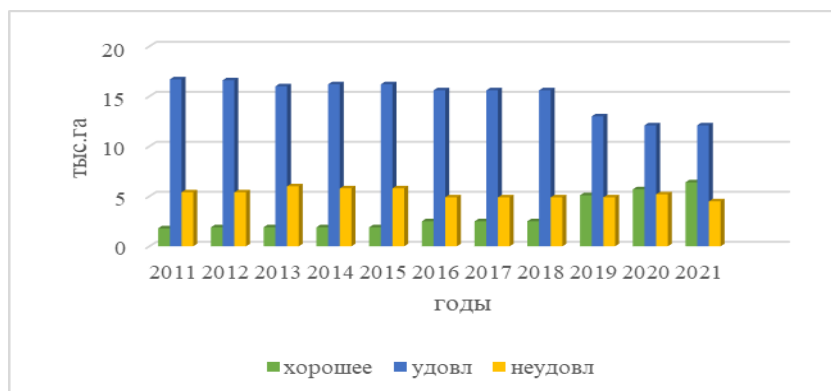


Рис. 3 - Динамика площади осушаемых земель Удмуртской Республики в 2011-2021 годы

Минимальная площадь удовлетворительных осушаемых земель пришлась на 2021 год и составила 12,1 тыс. га, а максимальная площадь - на 2011 год и составила 16,7 тыс. га. Уменьшение площади неудовлетворительных осушаемых земель наблюдалось с 2013 по 2019 годы на 0,9 тыс. га. Необходимо отметить, что показатель хороших осушаемых земель вырос за исследуемый период на 4,6 тыс. га. Анализ статистических данных подтверждает проведение мелиоративных работ на территории Удмуртской Республики, так как видны неплохие результаты.

Выводы. Статистический анализ данных использования земельных ресурсов в Удмуртской Республике показал, что наблюдается перераспределение площадей различных категорий земель в течение рассматриваемого периода. Основная тенденция заключается в уменьшении площадей сельскохозяйственных земель (6,6 тыс. га/10 лет), с одновременным увеличением площадей земель населенных пунктов (1,8 тыс. га/10 лет), промышленности

и иного назначения (4,2 тыс. га/10 лет). Наблюдается явное улучшение состояния орошаемых и осушаемых земель, что говорит о более эффективном управлении, использовании и восстановлении этих земельных ресурсов. Увеличение площади орошаемых земель в хорошем состоянии свидетельствует о том, что улучшились методы орошения и управления этими территориями. Снижение площадей удовлетворительных и неудовлетворительных орошаемых земель указывает на улучшение их состояния и более эффективное использование. Увеличение площади осушаемых земель в хорошем состоянии показывает, что были предприняты успешные меры по улучшению состояния этих земель.

Таким образом, учитывая ограниченность земельных ресурсов и их ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, экологической устойчивости и социального развития, необходимо придавать особое значение устойчивому управлению земельными ресурсами.

Литература

1. Комов Н. В. Земельные ресурсы в стратегии развития российской экономики // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 1(144). С. 5-11.
2. Салин В. Н., Прасолов В. Н. Статистический мониторинг земельного фонда и налогооблагаемой базы. М.: Издательская торговая компания "Наука-Бизнес-Паритет", 2014. 134 с.
3. Bryzhko V. G. Development of the land market in rural municipal area // Espacios. 2019. Vol. 40, No. 18. P. 1-9.
4. Bryzhko V. G., Bryzhko I. V. Comprehensive assessment of the impact of road infrastructure development in a rural municipal area // Espacios. 2019. Vol. 40. No. 37.
5. Цифровое землеустройство - как фактор научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации / С. Н. Волков, Е. В. Черкашина, Д. А. Шаповалов [и др.] // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 6(173). С. 5-12.
6. Fuglestad E. M., Palmer E. Land ownership and distribution: Modeling the relationship to property law in the Norwegian case // Journal of Rural Studies. 2019. Vol. 72. P. 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.009>
7. Моисейкина Л.Г., Дарда Е.С. Статистический анализ структуры земель сельскохозяйственного назначения // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 6. С. 91-94.
8. Полухин А. А., Титков А. А. Управление земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения: генезис понятия и основополагающие функции // Вестник аграрной науки. 2019. № 3(78). С. 122-129. <https://doi.org/10.15217/ISSN2587-666X.2019.3.122>.
9. Ivanov N., Shevchenko T., Gorbunov V. Statistical analysis of current development of agriculture in Russian regions // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2019. vol.14. pp. 520-558. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2019-14-4-520-558>.
10. Волков С. Н. Территориальное планирование использования земель в России: проблемы и пути решения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2006. № 3. С. 7-10.
11. Вашукевич Н. В., Старицына И.А. Статистический мониторинг сельскохозяйственных земель Свердловской области в разрезе форм собственности // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 3. С. 2. <https://doi.org/10.24411/2588-0209-2020-10177>.
12. Подурец О.И. Изменение структуры земель сельскохозяйственного назначения в Кемеровской области // Инновационные технологии в науке нового времени: сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Ч.2. 2016. С. 55-58.
13. Меркулова Е. Ю., Вязов Г. Б. Методика оценки эффективности использования земельных ресурсов региона // Вестник Тамбовского университета. Гуманитарные науки. 2015. № 2 (142). С. 55-65.
14. Рогатнев Ю. М. Имущественные проблемы современной организации использования земель сельскохозяйственных организаций // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2018. № 6(161). С. 5-9.
15. Бураева Е.В. Эффективность аграрного труда: анализ основных тенденций и факторов роста (по принципу Орловской области) // Аграрная Россия. 2015. № 8. С. 31-37.
16. Статистический мониторинг земель Удмуртской Республики / Н. В. Вашукевич, А. А. Беличев, А. С. Гусев [и др.] // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 6. С.740-752. <https://doi.org/10.24412/2588-0209-2021-10428>.
17. Климатические изменения в Приволжском федеральном округе в условиях глобального потепления / Ю. П. Переведенцев, К. М. Шанталинский, В. В. Гурьянов [и др.] // Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития: Труды II Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 19-20 декабря 2018 года. Санкт-Петербург: Химиздат, 2018. С. 524-527.
18. Давыдова Е. Д., Маслова М. П., Никитин А. А. Состояние и использование земельного фонда Удмуртской Республики // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3

(56). С. 31-37.

19. Волков С. Н., Комов Н. В., Хлыстун В. Н. Как организовать эффективное управление земельными ресурсами в Российской Федерации // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2015. №9. С. 6 -12.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Мустафина Айсылу Билаловна – кандидат географических наук, старший преподаватель, e-mail: ayslu_mustafina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5864-1727>

Вечтомова Полина Александровна – студент, e-mail: vechtomova.polina@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

STATISTICAL ANALYSIS OF LAND USE IN UDMURT REPUBLIC A. B. Mustafina, P. A. Vechtomova

Abstract. The authors of this work conducted a statistical analysis of land use in the Udmurt Republic in 2011-2022. The dynamics of land areas by category is given. The study found that the largest decrease in farmland area occurred in the first half of the period under review. Over the 12 years studied, the area of this category decreased by 7.5 thousand hectares. The rate of reduction is 6.6 thousand hectares/10 years, i.e. every 10 years the category of agricultural land decreases by 6.6 thousand hectares. Every 10 years, the land area of settlements increases by 1.8 thousand hectares, which indicates an increase in the urban population and an increase in the number of urban residents. By 2022, the area of land occupied by settlements increased to 204.3 thousand hectares. The area of industrial and other lands is increasing at a rate of 4.2 thousand hectares in 10 years. For 2022, the area of industrial land amounted to 42.9 thousand hectares. For 2011-2022, the area of the analyzed category increased by 4.6 thousand hectares. In 2016, the land area of specially protected natural areas increased by 17.3 thousand hectares (from 1.9 to 21.6 thousand hectares), since the lands of the forest fund were transferred to this category. The area of forest land decreased from 2046.8 to 2029.4 thousand hectares. Over the 12 years under consideration, the land area of the water fund decreased by 0.5 thousand hectares, the maximum area was in 2011 and amounted to 29.2 thousand hectares. Starting from 2011 and ending in 2022, the total area of reserve land remained relatively stable (19.5-20.7 thousand hectares), the changes do not exceed 1.2 thousand hectares. As of 2022, the area of irrigated land of the Udmurt Republic amounted to 18.2 thousand hectares, and drained - 23 thousand hectares. Over the past 11 years, the area of good irrigated land has increased by 5.9 thousand hectares, the areas of satisfactory and unsatisfactory land have decreased by 4.6 thousand hectares and 3.8 thousand hectares, respectively.

Keywords: monitoring, land fund, Udmurt Republic, land categories, irrigated land, drained land

For citation. Mustafina A.B., Vechtomova P.A. Statistical analysis of land use Udmurt Republic. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 2(10): 24-29

References

1. Komov N. V. [Land resources in the development strategy of the Russian economy]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2017; 1(144): 5-11.
2. Salin V. N., Prasolov V. N. [Statistical monitoring of land stock and tax base]. M.: Izdatel'skaya trgovaya kompaniya "Nauka-Biznes-Paritet". 2014; 134.
3. Bryzhko V. G. Development of the land market in rural municipal area. *Espacios*. 2019; 40. 18: 1-9.
4. Bryzhko V. G., Bryzhko I. V. Comprehensive assessment of the impact of road infrastructure development in a rural municipal area. *Espacios*. 2019; 40: 37.
5. Volkov S. N., Cherkashina E. V., Shapovalov D. A. [Digital land management as a factor of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring*. 2019; 6(173): 5-12.
6. Fuglestad E. M., Palmer E. Land ownership and distribution: Modeling the relationship to property law in the Norwegian case. *Journal of Rural Studies*. 2019; 72: 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.009>
7. Moisejkina L. G., Darda E. S. [Statistical analysis of agricultural land structure]. *Ekonomika, statistika i informatika*. Vestnik UMO. 2015; 6: 91-94.
8. Poluhin A. A., Titkov A. A. [Agricultural land management: the genesis of the concept and fundamental functions]. *Vestnik agrarnoj nauki*. 2019; 3(78): 122-129. <https://doi.org/10.15217/ISSN2587-666X.2019.3.122>. EDN KGNJAO.
9. Ivanov N., Shevchenko T., Gorbunov V. Statistical analysis of current development of agriculture in Russian regions. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019; 14: 520-558. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2019-14-4-520-558>.
10. Volkov S. N. [Territorial planning of land use in Russia: problems and solutions]. *Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij*. 2006; 3: 7-10.
11. Vashukevich N. V., Staritsyna I. A. [Statistical monitoring of agricultural lands of the Sverdlovsk region in terms of ownership]. *International Agricultural Journal*. 2020; 63, 3: 2. <https://doi.org/10.24411/2588-0209-2020-10177>.
12. Podurec O. I. [Change in the structure of agricultural land in the Kemerovo region]. *Innovacionnye tekhnologii v nauke novogo vremeni: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2-h chastyah*. Ch.2. 2016; 55-58.
13. Merkulova E. Yu., Vyazov G. B. [Methodology for assessing the effectiveness of the use of land resources in the region]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Gumanitarnye nauki*. 2015; 2 (142): 55-65.
14. Rogatnev Yu. M. [Property problems of modern organization of land use of agricultural organizations]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2018; 6(161): 5-9.
15. Buraeva E. V. [Efficiency of agricultural labor: analysis of the main trends and growth factors (according to the principle of the Oryol region)]. *Agrarnaya Rossiya*. 2015; 8: 31-37.
16. Vashukevich N. V., Belichev A. A., Gusev A. S. [Statistical monitoring of the lands of the Udmurt Republic]. *International Agricultural Journal*. 2021; 64 (6): 740-752. <https://doi.org/10.24412/2588-0209-2021-10428>.
17. Perevedencev Yu. P., Shantalinskij K. M., Gur'yanov V. V. [Climate change in the Volga Federal District in the context of global warming]. *Gidrometeorologiya i ekologiya: nauchnye dostizheniya i perspektivy razvitiya: Trudy II Vserossijskoj konferencii, Sankt-Peterburg, 19-20 dekabrya 2018 goda*. Sankt-Peterburg: Himizdat. 2018; 524-527.
18. Davydova E. D., Maslova M. P., Nikitin A. A. [The state and use of the land fund of the Udmurt Republic]. *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2018; 3(56): 31-37.
19. Volkov S. N., Komov N. V., Hlystun V. N. [How to organize effective land management in the Russian Federation]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2015; 9: 6 -12.

Conflict of interest

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

Authors:

Mustafina Aysylu Bilalovna – Ph. D. of Geographical Sciences, Senior Lecturer, e-mail: ayslu_mustafina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5864-1727>

Vechtomova Polina Aleksandrovna – Student, e-mail: vechtomova.polina@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОТОВ ПШЕНИЦЫ,
ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ПРЕДВОЛЖЬЯ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, Р. И. Гараев, А. Р. Сержанова, Р. Р. Залялов**

Реферат. В работе приведена сравнительная оценка по урожайности и качеству зерна яровой мягкой пшеницы различных генотипов (сортов) выращенных в условиях черноземных почв Предволжья Республики Татарстан. Исследования проводились в 2022-2023 годах в ООО «Авангард» Буинского района РТ. Испытывались районированные в регионе такие сорта яровой мягкой пшеницы как Симбирцит, Йолдыз, Иделле, Балкыш, АльВарис, Экада 109, Бурлак и Архат. Посевные качества семян у испытываемых сортов яровой пшеницы в оба года исследований были определены до посева в лаборатории Буинский МРО и РО филиала ФГБУ «Россельхозцентр по РТ» и они отвечают требованиям ГОСТ Р52325-2005. В условиях 2022 года урожайность различных сортов яровой пшеницы колебалась в широком диапазоне (от 3,22 т/га у сорта Симбирцит до 4,58 т/га у сорта Архат) в среднем по всем сортам достигнув уровня 3,97 т/га. В засушливом в 2023 году наибольшее значение имели сорта Экада 109 – 3,41 т/га, АльВарис – 3,50 и Архат – 3,57 т/га. В среднем по всем сортам урожайность составила 3,26 т/га. В среднем за 2 года наиболее продуктивными оказались такие сорта как Экада 109 – 3,75 т/га; Балкыш – 3,8; АльВарис – 4,02 и Архат – 4,06 т/га. По данным полученных в лаборатории Буинского элеватора после определения технологических качеств зерна выращенных в 2022-2023 годы. на полях ООО «Авангард» выявлено, что у всех испытываемых сортов яровой мягкой пшеницы зерно оказалось пригодным для хлебопечения по содержанию массовой доли клейковины – 21,0-24,3% и показателю ИДК – 81-92 ед.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, урожай, клейковина, белок.

Для цитирования: Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш., Гараев Р.И., Сержанова А.Р., Залялов Р.Р. Урожайность и качество зерна различных сотов пшеницы, выращенных в условиях черноземных почв Предволжья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 30-35

Введение. Изменения урожайности яровой пшеницы в Средневолжском регионе следует рассматривать как результат влияния двух основных факторов: погодно-климатических условий и культуры земледелия, т.е. технологии возделывания, одним из элементов которых является сорт [1].

В РФ эта идея сформулирована как концепция адаптивной системы сельского хозяйства [2, 3, 4]. Сорта и гибриды, предназначенные для использования в системе адаптивного растениеводства должны удовлетворять ряду требований, основные из которых:

- устойчивость к наиболее характерным для агроэкологической зоны абиотическим стрессам, при этом, как уже отмечалось, при создании сортов сельскохозяйственных культур требуется учет особенностей естественных природно-климатических зон;
- устойчивость к биотическим факторам среды и минимальная потребность в химических средствах борьбы с сорняками, болезнями и вредителями;
- широкая норма реакции на флуктуирующие природно-климатические факторы (гомеоадаптивность);
- максимальная утилизация техногенных факторов (в первую очередь удобрений);
- стабильное формирование экологически безопасной продукции для целей потребления [5, 6, 7].

Наибольшую ценность представляют высококачественные сорта сильной, ценной и твердой пшеницы. В основе деления яровой

пшеницы на классы основным является способность быть улучшителем по силе муки (количеством белка и клейковины [8, 9, 10].

На содержание белка сильно влияют почвенно-климатические условия. При продвижении посевов пшеницы и других зерновых культур с севера на юг и с запада на восток содержание белка увеличивается. На качестве зерна сказываются сухость воздуха, солнечная инсоляция, повышенное содержание азота в почве, уровень агротехники и от генотипа сорта. Содержание белка в зерне яровой пшеницы, выращенной на северо-западе, составляет 12,6 %, а в районах Среднего Поволжья – до 16,8 [11, 12, 13].

В стратегии современного земледелия среди факторов, определяющих экономическую и экологическую эффективность производства зерна, возрастает роль регионально адаптированных сортов, способных в меняющихся условиях среды формировать стабильно высокие урожаи. Особо остра эта проблема применительно к метеозависимым культурам в регионах с неустойчивыми климатическими условиями [14, 15, 16].

Рост продуктивности полевых культур за счет внедрения в производство урожайных сортов приобретает особое значение в отрасли растениеводства [17, 18, 19]. Именно поэтому, существует необходимость в оценке генотипов (сортов) с точки зрения урожайности и качеству зерна в условиях черноземных почв Предволжья Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Полевые

опыты были заложены в 2022-2023 годы в ООО «Авангард» Буинского района Республики Татарстан. Почва хозяйства черноземные, среднесуглинистого механического состава, характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном слое (0-30) - 6,3-6,8% (по Тюрину), $pH_{\text{сол}}$ 6,1-6,7, подвижного фосфора – 187-193 и обменного калия 172-178 мг/кг почвы (по Кирсанову).

В качестве материала для исследований были использованы районированные в Предволжской зоне Республики Татарстан сорта яровой мягкой пшеницы Симбирцит, Йолдыз, Иделле, Балкыш, АльВарис, Экада 109, Бурлак и Архат.

В оба года предшественником являлась озимая рожь после чистого пара. Технология возделывания для всех сортов одинаковая. Основная обработка почвы заключалась в проведении лущения стерни на 6...8 см (ЛДГ-10) и вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 25...27 см. Срок посева в 2022 году 28 апреля, 2023 – 21 апреля. Нормы высева – 5 млн. всхожих семян на 1 га, глубина заделки – 4...5 см. Уход за посевами заключался в борьбе с сорной растительностью с использованием гербицида Аметил, ВРК в дозе 0,7...1,5 л/га в фазу кушения механизированным способом (МТЗ-82 + ОПШ-15). Уборка урожая проводилась

комбайном ДОН – 1500 при полной спелости зерна в 2022 году 5 августа, в 2023 – 25 июля. Урожай зерна переводили на 100 % чистоту и 14% влажность (ГОСТ 27548-97).

Общая площадь опытной делянки – 160 м², учетная – 150 м² повторность трехкратная, размещение делянок систематическое. Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б.А. Доспехову (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.) с использованием программ для Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. По данным метеостанции «Тетюши» Тетюшевского района Республики Татарстан гидротермические показатели в период вегетации яровой пшеницы в 2022 году имели следующие значения: среднесуточная температура воздуха – 17,8⁰С (при норме 17,3⁰С), сумма осадков – 165 мм (или 105,3% от среднееголетних значений). ГТК – 1,35 за вегетацию, что характеризует создавшиеся метеоусловия как весьма благоприятными для роста и развития яровой пшеницы. В 2023 г. величины этих показателей составили соответственно 19,4⁰С, что превышает нормативного показателя на 2,1⁰С; 108,4 мм (66,1% от нормы), ГТК - 0,8.

Показатели посевных качеств семян испытываемых сортов яровой пшеницы приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Посевные качества семян различных сортов яровой пшеницы

Сорт	2022 г.			2023 г.		
	энергия прорастания, %	сила роста, г	лабораторная всхожесть, %	энергия прорастания, %	сила роста, г	лабораторная всхожесть, %
Симбирцит	91,7	8,5	93,0	88,5	8,0	92,4
Йолдыз	92,8	8,6	93,5	90,6	8,2	93,0
Иделле	93,0	8,6	93,7	92,2	8,4	92,6
Балкыш	96,0	10,6	95,3	94,5	9,8	94,0
АльВарис	96,5	12,4	96,5	94,0	11,6	95,6
Экада 109	95,6	10,9	94,8	94,0	10,3	94,7
Бурлак	97,0	9,3	98,8	95,0	9,0	96,8
Архат	94,6	10,7	97,0	93,4	10,2	96,0

Посевные качества семян у испытываемых сортов яровой пшеницы в оба года исследований были определены до посева в лаборатории Буинский МРО и РО филиала ФГБУ «Россельхозцентр по РТ» и они отвечают требованиям ГОСТ Р52325-2005.

В оба года исследований высокие показатели энергии прорастания лабораторной всхожести и силы роста семян имели такие сорта как Архат, Экада 109, Балкыш, АльВарис и Бурлак. По-видимому, это связано с сроком и условиями уборки, а также от качества подработки семян и хранения.

Урожайные данные зерна испытываемых сортов яровой пшеницы представлены в таблице 2.

Анализ урожайных данных зерна различных сортов яровой пшеницы по годам исследований показал, что условия,

складывающиеся в регионе после посева яровой пшеницы, были различными по влагообеспеченности. В 2022 году за вегетацию выпало 165 мм осадков, что положительно отразилось формированию высоких урожаев у всех изучаемых сортов. Однако, более урожайными оказались такие сорта как Экада 109 – 4,08 т/га, Йолдыз – 4,09, Балкыш – 4,21, АльВарис – 4,53 и Архат – 4,58 т/га. Сравнительно низкая урожайность у сортов Симбирцит и Иделле (3,22-3,29 т/га) возможно связано более сильным поражением от листостебельных болезней. В условиях Предволжья Республики Татарстан ограничивающим фактором при возделывании яровой пшеницы выступает недостаток влаги. Метеорологические условия вегетации 2023 года были менее благоприятными для формирования урожая по сравнению с 2022 годом.

АГРОНОМИЯ

Таблица 2 – Урожайность изучаемых сортов яровой пшеницы в условиях Предволжья Республики Татарстан

Сорта	Группа спелости	Урожайность, т/га		
		2022 г.	2023 г.	средняя
Симбирцит	среднеспелый	3,22	2,81	3,01
Йолдыз	среднеспелый	4,09	3,18	3,64
Иделле	среднеспелый	3,29	3,09	3,19
Балкыш	среднеспелый	4,21	3,38	3,80
АльВарис	среднепоздний	4,53	3,50	4,02
Экада 109	среднеспелый	4,08	3,41	3,75
Бурлак	среднеспелый	3,77	3,13	3,45
Архат	среднеспелый	4,58	3,57	4,08
НСР ₀₅		0,034	0,033	

Анализ урожайных данных зерна различных сортов яровой пшеницы по годам исследований показал, что условия, складывающиеся в регионе после посева яровой пшеницы, были различными по влагообеспеченности. В 2022 году за вегетацию выпало 165 мм осадков, что положительно отразилось формированию высоких урожаев у всех изучаемых сортов. Однако, более урожайными оказались такие сорта как Экада 109 – 4,08 т/га, Йолдыз – 4,09, Балкыш – 4,21, АльВарис – 4,53 и Архат – 4,58 т/га. Сравнительно низкая урожайность у сортов Симбирцит и Иделле (3,22-3,29 т/га) возможно связано более сильным поражением от листостебельных болезней.

В условиях Предволжья Республики Татарстан ограничивающим фактором при возделывании яровой пшеницы выступает недостаток влаги. Метеорологические условия вегетации 2023 года были менее благоприятными для формирования урожая по сравнению с 2022 годом. Однако, более адаптированными к таким условиям оказались такие сорта как

Экада 109 с урожайностью – 3,41 т/га, АльВарис – 3,50 и Архат – 3,57 т/га. В среднем за 2 года наибольшей продуктивностью с единицы площади выделились такие сорта как Экада 109 – 3,75 т/га, Балкыш – 3,80, АльВарис – 4,02 и Архат – 4,08 т/га.

Показатели технологического качества зерна яровой пшеницы, которые были проведены в лаборатории Буинского элеватора, в определенной степени различаются в связи с особенностями сортов, а также климатических условий. Лучшие показатели качества зерна пшеницы были характерны для сортов Балкыш – масса 1000 зерен – 41,1 г, натура зерна – 769 г/л, содержание белка в зерне – 12,9%, массовая доля клейковины – 23,4%, АльВарис – 42,6; 750; 14,3 и 23,9 (селекционный центр «Татарский научный исследовательский институт сельского хозяйства ФНЦ КазНЦ РАН), Бурлак – 42,2; 770; 15,2 и 230 (селекционный центр Ульяновского НИИСХ), Архат – 43,2; 774; 13,3 и 24,3 соответственно (селекционный центр Пензенского НИИСХ) (табл. 3).

Таблица 3 – Качество зерна сортов яровой пшеницы, выращенных на полях ООО «Авангард» Буинского района Республики Татарстан, среднее за 2022-2023 годы

Сорта	Характеристика	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Белок, %	Клейковина		
					массовая доля, %	ИДК, ед.	группа качества
Симбирцит	филлер	38,9	732	12,9	21,0	87	II
Йолдыз	филлер	38,9	760	11,9	21,5	81	II
Иделле	ценная	42,1	752	14,2	22,0	83	II
Балкыш	ценная	41,1	769	12,9	23,4	95	II
АльВарис	ценная	42,6	750	14,3	23,9	94	II
Экада 109	ценная	40,9	739	10,7	20,0	83	II
Бурлак	филлер	42,2	770	15,2	23,0	92	II
Архат	ценная	43,2	774	13,3	24,3	91	II
Коэффициент корреляции	-						
- средняя урожайность за 2 года по испытываемым сортам 3,62 т/га	-	0,73	0,85	0,17	-0,34	0,08	
- с массовой долей клейковины	-	-0,03	0,14	0,90	-	0,44	
- с ИДК	-	0,07	0,22	0,13	0,46	-	
Требования ГОСТ 9353-90 к III товарному классу	-	-	не менее 710	-	не менее 23,0	не ниже II гр.	

Испытываемые сорта яровой пшеницы по крупности зерна имеют близкие значения масса 1000 зерен – 40,9-43,2 г. По натуре зерна все изучаемые сорта (732-774 г/л) превышают требования ГОСТ для III товарного класса (710 г/л). По содержанию в зерне белка выделялись сорта селекционного центра «Татарской НИИСХ ФНЦ КазНЦ РАН» – Иделле – 14,2%, АльВарис – 14,3%, Пензенского НИИСХ – Архат-13,3% и Ульяновского НИИСХ – Бурлак-15,2%. Массовая доля клейковины от 23,0% до 24,3% были присущи таким сортам как Бурлак, Балкыш, АльВарис и Архат, отвечающим требованиям III товарного класса (не менее 23,0%). По оптимальному соотношению упругости и растяжимости клейковины по ИДК, перечисленные выше сорта, так же отвечают требованиям к III товарному классу.

Расчет коэффициентов корреляции представленных сортов яровой пшеницы в среднем за 2 года показал, что с урожайностью

зерна сильную положительную зависимость имеет масса 1000 зерен ($r = 0,73$), натурная масса зерна ($r = 0,85$). С массовой долей клейковины сильная положительная корреляционная связь установлена по содержанию белка ($r = 0,90$), а урожайностью зерна установлена отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,34$). Качество клейковины, определяемое значением ИДК, не имеет сильной корреляционной зависимости ни с одним из изучаемых показателей, что, по-видимому, связано со сложным характером формирования качества клейковины.

Выводы. Таким образом, наибольшую урожайность, в среднем за два контрастных по гидротермическим условиям года проявили сорта Экада 109 – 3,75 т/га, Балкыш – 3,80 т/га, АльВарис – 4,02 т/га и Архат – 4,08 т/га.

Технологические показатели зерна у изучаемых сортов Бурлак, Балкыш, АльВарис и Архат отвечают требованиям ГОСТ 9353-90 к III товарному классу.

Литература

1. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г., Вьюшков А. А. Результаты и перспективы селекции яровой твердой пшеницы. Самара: Автономная некоммерческая организация «Издательство Самарского Научного Центра», 2022. 295 с.
2. Жученко А. А., Рожмина Т. А. Генетические ресурсы и селекция растений - главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 6(81). С. 3-8. <https://doi.org/10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3>.
3. Зыкин В. А., Шаманин В. П., Белан И. А. Экология пшеницы. Омск: ООО "Сфера", 2000. 124 с.
4. Белан И. А., Россеева Л. П., Зыкин В. А. История селекции яровой мягкой пшеницы в СибНИИСХ: урожайность, адаптивность // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 12. С. 8-10.
5. Шакирзянов А. Х., Зыкин В. А. Гибридизация - основа рекомбинационной селекции растений. Уфа: Издательско-полиграфический комплекс при Администрации Президента Республики Башкортостан, 2001. 67 с.
6. 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.
7. 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.
8. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы / А. А. Вьюшков, П. Н. Мальчиков, В. В. Сюков, С. Н. Шевченко. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. 266 с.
9. Агробιολογические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № S4-1(55). С. 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-5-9>.
10. Ганиев А. И., Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш. Влияние предпосевной обработки семян на формирование урожайности зерна и качество семян яровой пшеницы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 12-17.
11. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 357-361.
12. Строгонова А. В., Карпова Л. В. Влияние удобрений на формирование урожая и посевных качеств семян яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 6(215). С. 48-62. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2306-05>.
13. Productivity and grain quality of various types of spring wheat depending on seeding rates and nutrition background on gray forest soil of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, M. Amirov, I. Serzhanov [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00076.
14. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16, № 2(62). С. 138-142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142>.
15. Синещев В. Е., Васильева Н. В., Дудкина Е. А. Экономическая эффективность производства зерна // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 4(51). С. 160-167. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2018-160-167>.

doi.org/10.12737/article_5c3de3a7e063f6.62004014.

16. Сабитов М.М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 2. С. 13-18. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10202>.

17. Проблемные направления ресурсного обеспечения устойчивого развития агроэкономических систем / Л. Ф. Ситдикова, Ф. Н. Мухаметгалиев, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 1(69). С. 155-161. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-155-161>.

18. Возделывание яровой твёрдой пшеницы в условиях неустойчивого увлажнения Оренбургского Предуралья / В. Ю. Скороходов, А. А. Зоров, Н. А. Максюттов [и др.] // Земледелие. 2022. № 1. С. 19-22. <https://doi.org/10.24412/00443913-2022-1-19-22>.

19. Оценка эффективности предпосевной обработки семян и посевов биологически активными веществами на яровой пшенице в условиях Предкамья Республики Татарстан / М. Ф. Амиров, А. Я. Сафиуллин, М. Ю. Гилязов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 2(70). С. 5-12. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-5-12>.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

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

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

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

Сержанова Альбина Рафаиловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7468-5423>

Заялов Ранис Рамисович – аспирант

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

YIELD AND GRAIN QUALITY OF DIFFERENT WHEAT HONEYBOODS, GROWN IN THE CONDITIONS OF CHERNOZEM SOILS OF THE VOLGA REPUBLIC OF TATARSTAN

I. M. Serzhanov, F. S. Shaykhutdinov, R. I. Garaev, A. R. Serzhanova, R. R. Zalyalov

Abstract. The paper presents a comparative assessment of the yield and grain quality of spring soft wheat of various genotypes (varieties) in the conditions of chernozem soils of the Volga region of the Republic of Tatarstan. The research was conducted in 2022-2023 at Avangard LLC in the Buinsky district of the Republic of Tatarstan. Such varieties of spring soft wheat as Simbirzhit, Yoldyz, Idelle, Balkysh, Alvaris, Ekada 109, Burlak and Arhat, which were zoned in the region, were tested. The seed qualities of the tested spring wheat varieties in both years of research were determined before sowing in the laboratory of the Buinsky MRO and the RO branch of the Federal State Budgetary Institution "Rosselkhoz nadzor for the Republic of Tatarstan" and they meet the requirements of GOST R52325-2005. In the conditions of 2022, the yield of various varieties of spring wheat fluctuated in a wide range (from 3.22 t/ha for the Simbirzhit variety to 5.48 t/ha for the Arhat variety), on average, reaching the level of 3.97 t/ha for all varieties. In the dry year in 2023, the most important varieties were Ekada 109 – 3.41 t/ha, Alvaris – 3.50 and Arhat – 3.57 t/ha. The average yield for all varieties was 3.26 t/ha. On average, over 2 years, such varieties as Ekada 109 – 3.75 t/ha; Balkysh – 3.8; Alvaris – 4.02 and Arhat – 4.06 t/ha turned out to be the most productive. According to the data obtained in the laboratory of the Buinsky elevator, after determining the technological qualities of grain grown in 2022-2023 in the fields of Avangard LLC, it was revealed that in all tested varieties of spring soft wheat, the grain turned out to be suitable for baking in terms of the mass fraction of gluten – 21.0-24.3% and the IDC index – 81-92 units.

Keywords: spring soft wheat, variety, harvest, gluten, protein.

For citation. Serzhanov I.M., Shaykhutdinov F.S., Garaev R.I., Serzhanova A.R., Zalyalov R.R. Yield and grain quality of different wheat honeyboods, grown in the conditions of chernozem soils of the Volga Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 2 (10): 30-35

References

1. Malchikov P. N., Myasnikova M. G., Vyushkov A. A. [Results and prospects of spring durum wheat breeding]. Samara: Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya «Izdatel'stvo Samarskogo Nauchnogo Centra», 2022. 295
2. Zhuchenko A. A., Rozhmina T. A. [Genetic resources and plant breeding - the main mechanisms of adaptation in agriculture]. Vestnik agrarnoy nauki. 2019; 6(81): 3-8. <https://doi.org/10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3>.
3. Zykin V. A., Shamanin V. P., Belan I. A. Jekologiya pshenicy [Ecology of wheat]. Omsk: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Sfera", 2000. 124.
4. Belan I. A., Rosseeva L. P., Zykin V. A. [The history of breeding spring soft wheat in SIBNIIS: productivity, adaptability]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2008; 12: 8-10.
5. Shakirzyanov A. H., Zykin V. A. Gibrizatsiya - osnova rekombinatsionnoy selekcii rasteniy [Hybridization is the basis of recombination plant breeding]. Ufa: Izdatel'sko-poligraficheskij kompleks pri Administratsii Prezidenta Respubliki Bashkortostan, 2001. 67.
6. Gabdrakhimov O. B., Solodun V. I., Sultanov F. S. [Grain quality of zoned varieties of spring wheat in the Irkutsk region]. Vestnik KrasGAU. 2019; 1(142): 3-7.
7. 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]. Vestnik KrasGAU. 2019; 9(150): 3-10.
8. Vyushkov A. A., Malchikov P. N., Syukov V. V. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie jarovoj pshenicy [Breeding and genetic improvement of spring wheat]. Samara: Samarskij nauchnyj centr RAN, 2012. 266.
9. Amirov M. F., Shajhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M. [Agrobiological foundations of the formation of a high-quality grain harvest of spring wheat species in the forest-steppe of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 14. S4-1(55): 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-5-9>.
10. Ganiev A. I., Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh. [The influence of pre-sowing seed treatment on the formation of grain yield and the quality of spring wheat seeds in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2017; 2(50): 12-17.

11. Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Serzhanova A. R. [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]. *Sovremennye dostizheniya agrarnoj nauki: Nauchnye trudy vs Rossijskoj (nacional'noj) nauchno-praktičeskoj konferencii, posvjashhennoj pamjati zaslužennogo deyatelja nauki i tehniki RF, professora, akademika akademii Agrarnogo obrazovanija, laureata Gosudarstvennoj premii RF v oblasti nauki i tehniki, zaslužennogo izobretatelja SSSR Gajnanova Hazipa Sabirovicha, Kazan', 26 fevralja 2021 goda. Tom 1. Kazan': Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021. 357-361.*
12. Stroganova A. V., Karpova L. V. [The influence of fertilizers on the formation of yield and sowing qualities of spring wheat seeds in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2023; 6(215): 48-62.* <https://doi.org/10.33920/sel-05-2306-05>.
13. Shaikhutdinov F. Sh., Amirov M. F., Serzhanov I. M. Productivity and grain quality of various types of spring wheat depending on seeding rates and nutrition background on gray forest soil of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan. *Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020), Kazan, 28–30 maja 2020 goda. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. 00076.*
14. Fayzrakhmanov D. I., Valiev A. R., Ziganshin B. G. [The current state of grain production in the Russian Federation]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; 16. 2(62): 138-142.* <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142>.
15. Sineschekov V. E., Vasilyeva N. V., Dudkina E. A. [Economic efficiency of grain production]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; 13. 4(51): 160-167.* https://doi.org/10.12737/article_5c3de3a7e063f6.62004014.
16. Sabitov M. M. [Economic efficiency of crop cultivation technologies in grain-steam crop rotation]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2021; 35. 2: 13-18.* <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10202>.
17. Sitdikova L. F., Mukhametgaliev F. N., Valiev A. R. [Problematic areas of resource provision for sustainable development of agro-economical systems]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; 18. 1(69): 155-161.* <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-155-161>.
18. Skorokhodov V. Yu., Zorov A. A., Maksyutov N. A. [Cultivation of spring durum wheat in conditions of unstable humidification of the Orenburg Urals]. *Zemledelie. 2022; 1: 19-22.* <https://doi.org/10.24412/00443913-2022-1-19-22>.
19. Amirov M. F., Safiullin A. Ya., Gilyazov M. Yu. [Evaluation of the effectiveness of pre-sowing treatment of seeds and crops with biologically active substances on spring wheat in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; 18. 2(70): 5-12.* <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-5-12>.

Conflict of interests

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

Authors:

Serzhanov Igor Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1758-0622>

Shaikhutdinov Farit Sharipovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faritshay@kazgau.com, <https://orcid.org/0009-0006-1423-4846>

Garaev Razi Ilyurovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: rass112@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7774-6553>

Sarzhanova Albina Rafailevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7468-5423>

Zalalov Rani Ramisovich – postgraduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ СОЧЕТАНИЯХ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов**

Реферат. Сообщаются результаты двухлетних опытов по изучению влияния на урожай и качество зерна яровой мягкой пшеницы полной дозы минеральных удобрений в различных сочетаниях под предпосевную культивацию, а также внекорневой подкормки в дозе N_{30} в фазу кущения и молочной спелости. Удобрения в разной мере повышали урожай зерна и по-разному влияли на технологические качества зерна. По урожаю зерна яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в среднем за 2 года наилучшими вариантами оказались: $N_{90}P_{90}K_{30}$ (прибавка 3,6 т/га) и $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30}$ с подкормкой в фазу кущения (прибавка 3,71 т/га). По сорту Тулайковская Надежда наилучшим является внесение полного минерального удобрения ($N_{30}P_{90}K_{30}$) с одной и двумя подкормками (прибавка в урожае 0,53 и 0,57 т/га). Минеральные удобрения оказали положительное действие на качество зерна у обоих сортов яровой пшеницы. Качество зерна сорта Ульяновская 105 значительно улучшается под влиянием удобрений. Стекловидность зерна в контроле составила 52% в 2022 году и 64 % в 2023 году. Во всех вариантах с удобрением, она находится в пределах 60,0-79,0% в 2022 году и 68,5-75,9% в 2023 году. У сорта Тулайковская Надежда стекловидность зерна в 2022 году повысилось с 45% в контроле до 49...60% в остальных вариантах, а в 2023 году соответственно с 57 до 60...71%. Содержание массовой доли клейковины в зерне контрольного варианта в 2022 год составляло 17,1%, белка 10,5%. Применение удобрений способствовало увеличению количества клейковины до 28,8%, белка до 11,6...13,8%. Аналогичное положение наблюдалось и в 2023 году. Наибольшее содержание белка и клейковины в зерне урожая 2022 и 2023 годы наблюдалось в варианте с одной и двумя азотными подкормками (13,5...13,8% и 14,5...14,9%), 26,0...28,8% и 33,0...33,6% соответственно.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, сорт, урожай, клейковина, стекловидность, зерно, белок, удобрения.

Для цитирования: Сержанова А.Р., Гараев Р.И., Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш. Влияние минеральных удобрений в различных сочетаниях на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 36-41

Введение. На уровне мира и каждого государства решение вопросов продовольственной безопасности, прежде всего, зависит от уровня развития производства зерна, в частности яровой пшеницы. В силу этого, важнейшей проблемой агропромышленного комплекса Российской Федерации является дальнейшее увеличение объемов производства качественного зерна основной продовольственной культуры с параллельным повышением его рентабельности [1, 2, 3].

Зерно с высоким содержанием массовой доли клейковины поставляется в основном из южных регионов Дона, Кубани, а также Урала и Нижнего Поволжья. Посевные площади пшеницы в северной части лесостепи Среднего Поволжья из года в год расширяются и в среднем занимают 1,1-1,2 млн га пашни (7-8% от посевной площади яровой пшеницы в России), однако, имеющиеся возможности в этом направлении пока используются недостаточно [4, 5, 6].

Возможность получения высоких урожаев яровой пшеницы с хорошим качеством зерна, пригодного для хлебопечения, можно только при своевременном и качественном проведении всего комплекса технологических операций, построенных на гармоничном сочетании мероприятий, поддерживающих определенный питательный режим посевов [7, 8, 9].

Для создания оптимальных условий питания яровой пшеницы по не паровым

предшественникам необходимо обязательное внесение NPK, а по парам – фосфорно-калийные. Этот прием в системе с рядковым внесением удобрений и подкормкой в значительной мере улучшает рост и развитие растений, повышается облиственность растений, увеличивается ассимиляционная поверхность листьев [10, 11, 12].

Получение гарантированных и стабильных по годам урожаев зерна яровой мягкой пшеницы высокого качества с наименьшими затратами средств и трудовых ресурсов возможно при освоении инновационных технологий [13, 14, 15].

Увеличение дозы минеральных удобрений от $N_{10}P_{10}K_{10}$ до $N_{30}P_{30}K_{30}$ приводило к росту урожайности зерна на 0,75, а при внесении $N_{50}P_{50}K_{50}$ – на 0,91 т/га [16, 17, 18].

Цель исследований – выявление действия минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в течение 2022-2023 годы на опытных полях института агробιοтехнологий и землепользования Казанского ГАУ. Опыты размещались в севообороте по предшественнику озимая рожь. Почвы опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 5,2% (по Тюрину), pH – 5,6. В 1000 г почвы

содержалось 84 мг легкогидролизуемого азота, 221 мг P_2O_5 и 175 мг K_2O (по Кирсанову).

В 2022 году метеорологические условия характеризовались достаточным увлажнением почвы и повышенным температурным режимом в определенные периоды вегетации яровой пшеницы. Весна началась с опозданием, почва медленно поспевала из-за частых осадков. В мае отмечалось понижением температуры воздуха на $3,3^{\circ}C$ в сравнении со средними значениями и количеством осадков превысило норму на 40 мм, составив 78 мм.

Июнь характеризовался теплой погодой со среднесуточной температурой в пределах среднегодовых данных ($18,2^{\circ}C$). Осадки составили 19,3 мм, что составляло 34% от нормы. В июле отмечалось повышение температурного режима (среднесуточная температура воздуха $21,3^{\circ}C$), превышающее средние значения на $1,0^{\circ}C$, и количество осадков было 26 мм, что на 30% больше средних значений. Весь август был засушливым и жарким, превышение среднесуточного температурного режима составило $4^{\circ}C$, и осадков вообще не наблюдалось.

За вегетационный период яровой пшеницы выпало 158,9 мм осадков (ГТК – 1,35). В мае 2023 года сложилась теплая погода с обильными осадками – 46,8 мм. Среднемесячная температура была на $2^{\circ}C$ выше среднесезонных. Июль был жарким. Температура воздуха была выше среднесезонной: в первой декаде на $0,9^{\circ}C$, во второй $1,7^{\circ}C$, в третьей на $2,8^{\circ}C$. Осадков выпало всего лишь 6 мм за месяц, поэтому имело место дефицита влаги в почве и в воздухе.

В июле среднемесячная температура была выше на $1,3^{\circ}C$, и количество осадков составило 33,2 мм, что на 30% ниже нормы. А в августе количество осадков составило 20,4 мм, а среднесуточная температура воздуха была выше нормы на $2,2^{\circ}C$.

Сильная летняя засуха оказала негативное влияние на урожай яровой пшеницы (ГТК-0,8).

Для изучения были взяты два сорта яровой пшеницы – Ульяновская 105 и Тулайковская Надежда. Оба сорта включены в госреестр по 7 региону Российской Федерации. Схема опыта представлена в следующем виде:

1. Контроль (без удобрений, естественный фон);

2. $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг д.в. на га;

3. $N_{30}P_{60}K_{30}$ кг д.в. на га;

4. $N_{60}P_{90}K_{30}$ кг д.в. на га;

5. $N_{90}P_{90}K_{30}$ кг д.в. на га;

6. $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30}$ кг внекорневая подкормка в фазу кущения;

7. $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30} + N_{30}$ внекорневая подкормка в фазу кущения и молочной спелости.

Основное удобрение вносили под предпосевную культивацию. Использованы следующие виды удобрений: аммиачная селитра, гранулированный суперфосфат, калийная соль и мочевина (карбамид).

Внекорневую подкормку производили

тракторным опрыскиванием в фазу кущения растений и вручную в период молочной спелости зерна.

Учетная площадь делянки 100 м^2 , повторение – четырехкратное. Посев проводили тракторной сеялкой СН-16 с нормой высева 5 миллионов всхожих зерен на гектар. Уборку производили прямым комбайнированием в фазу полной спелости зерна комбайном САМПО-500.

Все необходимые фенологические и другие наблюдения проведены согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Сделан полный лабораторный анализ растений по всем вариантам опыта. Математическая обработка урожайных данных проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).

Результаты и обсуждение. Данные, полученные в результате двухлетних исследований по урожайности и качеству зерна яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 приведены в таблице 1.

В 2022 году сорт пшеницы Ульяновская 105 в контрольном варианте составил 3,30 т/га. Все виды удобрений значительно (на 0,18-0,60 т) увеличили урожай зерна. Наибольшая прибавка была получена по следующим вариантам: полное минеральное удобрение $N_{90}P_{90}K_{30}$ (+0,41 т/га) и в варианте с азотной подкормкой на фоне основного удобрения + N_{30} (0,6 т/га) при подкормке в фазу кущения.

В 2023 году, когда метеоусловия во время вегетации яровой пшеницы были менее благоприятными по сравнению с 2022 годом, прибавка урожая по удобрениям были значительно ниже, и они составили от 0,11...0,35 т/га. В среднем за два года получен наибольший урожай зерна по вариантам: $N_{90}P_{90}K_{30}$ - 3,61 т/га, а также с одной подкормкой $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30}$ - 3,71 т/га.

Качество зерна сорта Ульяновская 105 значительно улучшается под влиянием удобрений. Стекловидность зерна в контроле составил 52% в 2022 году и 64% в 2023 году. Во всех вариантах с удобрением, стекловидность находится в пределах 60,0-79,0% в 2022 году и 68,5-75,9% в 2023 году.

Под влиянием удобрений резко увеличивается содержание массовой доли клейковины и белка в зерне.

В 2022 году в контрольном варианте было получено зерно с содержанием массовой доли клейковины 16,9%. В вариантах с удобрениями ее количество возросло до 22,6...27,0%.

В 2023 году содержание массовой доли клейковины на контроле составила 23,7%, а внесение различных доз удобрений способствовали увеличению этого показателя от 27,4...30,1%, что на 3,7...6,4% больше, чем на варианте без внесения удобрений. Стекловидность и белковость зерна также напрямую зависит от доз внесенных удобрений.

АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Влияние удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 (2022-2023 годы)

№ п/п	Варианты опыта	Урожай зерна в т/га по годам			Отклонение от контроля, т/га	Содержанием массовой доли клейковины, %		Стекловидность зерна, %		Содержание белка в зерне, %	
		2022 г.	2023 г.	среднее за 2 года		2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
1	Контроль (без удобрений)	3,31	3,16	3,23	-	16,9	23,7	52	64	10,6	11,3
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,49	3,27	3,38	0,15	23,0	29,0	69	68,5	11,5	12,7
3	N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	3,51	3,37	3,44	0,21	22,6	29,0	71	70,0	12,1	12,9
4	N ₆₀ P ₉₀ K ₃₀	3,66	3,38	3,52	0,29	23,6	28,5	66	75,0	12,6	13,0
5	N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	3,72	3,49	3,61	0,38	23,6	27,4	79	74,0	12,8	13,4
6	N ₃₀ P ₉₀ K ₃₀ + N ₃₀ кг	3,91	3,51	3,71	0,48	24,7	28,7	69	72,0	12,6	13,2
7	N ₃₀ P ₉₀ K ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	3,66	3,30	3,48	0,25	27,0	30,1	60	71,5	13,4	13,6
	НСР ₀₅	0,12	0,14								

Примечание: внекорневую подкормку проводили в 6 варианте в фазу кушения, в 7 варианте в фазу кушения и молочной спелости зерна.

В 2022 году на удобренных вариантах стекловидность зерна увеличилась от 8,0...27%, содержание белка на 0,9...2,8%, В 2023 году на 4,5...1,0% и 1,4...2,3%.

Результаты оценки влияния различных доз удобрений на урожайные и качественные показатели зерна яровой пшеницы сорта Тулайковская Надежда представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы сорта Тулайковская Надежда (2022-2023 годы)

№ п/п	Варианты опыта	Урожай зерна в т/га по годам			Отклонение от контроля, т/га	Содержанием массовой доли клейковины, %		Стекловидность зерна, %		Содержание белка в зерне, %	
		2022 г.	2023 г.	среднее за 2 года		2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
1	Контроль (без удобрений)	3,35	2,82	3,08	-	17,1	26,3	45	57	10,5	11,0
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,49	3,13	3,31	0,23	21,2	30,1	49	60	11,6	11,9
3	N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	3,57	3,19	3,38	0,30	22,3	30,4	50	60	11,6	12,0
4	N ₆₀ P ₉₀ K ₃₀	3,69	3,29	3,49	0,41	26,5	31,7	56	65	12,4	12,9
5	N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	3,77	3,34	3,56	0,48	25,6	31,7	60	71	13,1	14,2
6	N ₃₀ P ₉₀ K ₃₀ + N ₃₀	3,86	3,45	3,65	0,57	26,0	33,0	58	69	13,5	14,5
7	N ₃₀ P ₉₀ K ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	3,81	3,40	3,61	0,53	28,8	33,6	56	66	13,8	14,9
	НСР ₀₅	0,14	0,10								

Урожай зерна в 2022 году сорта Тулайковская Надежда в контрольном варианте составил 3,35 т/га. Наибольшая прибавка в урожае зерна получена по вариантам N₆₀P₉₀K₃₀ (+0,34 т/га), N₉₀P₉₀K₃₀ (+0,42 т/га) и с одной подкормкой в фазу кушения N₃₀P₉₀K₃₀ + N₃₀ (+0,5 т/га). Применение удобрений в других сочетаниях также повысило урожай

на 0,14...0,46 т/га.

В 2023 году наибольшая прибавка урожая по сравнению с контролем (урожай 2,82 т/га) получена в вариантах с одной и двумя подкормками в фазу кушения и молочной спелости зерна (0,58...0,63 т/га).

В среднем за 2 года изучения наиболее эффективным оказалось внесение N₃₀P₉₀K₃₀ +

N_{30} и $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30} + N_{30}$ с одной подкормкой в фазу кущения и второй подкормкой в фазу молочной спелости зерна (прибавка урожая 0,53...0,57 т/га). Следует отметить, что оба сорта Ульяновская 105 и Тулайковская Надежда относятся сортам интенсивного типа и они в годы исследований не полегали в зависимости от внесения различных доз минеральных удобрений и поэтому влияние удобрений на урожай и качество зерна полное, так как сорта были в состоянии полностью использовать запасы питания из почвы. Как показывают данные таблицы 2, качество зерна у сорта Тулайковская Надежда значительно улучшается под действием удобрений. Стекловидность зерна в 2022 году повысилась с 45 % в контроле до 49...60% в остальных вариантах, а в 2023 году соответственно с 57 до 60...71%.

Содержание массовой доли клейковины в зерне контрольного варианта в 2022 год составило 17,1%, белка 10,5%. Применение

удобрений способствовало увеличению количества клейковины до 28,8%, белка до 11,6...13,8%. Аналогичное положение наблюдалось и в 2023 году.

Наибольшее содержание белка и клейковины в зерне урожая 2022 и 2023 гг. наблюдалось в варианте с одной и двумя азотными подкормками (13,5...13,8% и 14,5...14,9%), 26,0...28,8 % и 33,0...33,6 % соответственно.

Выводы. 1. По урожаю зерна яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в среднем за 2 года наилучшими вариантами оказались: $N_{90}P_{90}K_{30}$ (3,61 т/га) и $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30}$ с подкормкой в фазу кущения (3,71 т/га). По сорту Тулайковская Надежда наилучшим является внесение полного минерального удобрения ($N_{30}P_{90}K_{30}$) с одной и двумя подкормками (прибавка в урожай 0,53 и 0,57 т/га).

2. Минеральные удобрения оказали положительное действие на качество зерна у обоих сортов яровой пшеницы.

Литература

1. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16, № 2(62). С. 138-142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142>.
2. Синещиков В. Е., Васильева Н. В., Дудкина Е. А. Экономическая эффективность производства зерна // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 4(51). С. 160-167. https://doi.org/10.12737/article_5c3de3a7e063f6.62004014.
3. Сабитов М. М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 2. С. 13-18. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10202>.
4. Проблемные направления ресурсного обеспечения устойчивого развития агроэкономических систем / Л. Ф. Ситдикова, Ф. Н. Мухаметгалиев, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 1(69). С. 155-161. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-155-161>.
5. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Часть 3. - Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2014. 280 с.
6. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / М. Ф. Амиров, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № S4-1(55). С. 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-5-9>.
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. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700250>.
8. Габдрахимов О. Б., Солодун В. И. Влияние уровня химизации на урожайность и качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в лесостепи Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9(150). С. 3-10.
9. 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.
10. Кшиникаткина А. Н., Русаев И. Г. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян комплексными микроудобрениями и бактериальными препаратами // Агрохимический вестник. 2018. № 3. С. 48-50. <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2018-10012>.
11. Кшиникаткина А. Н., Русаев И. Г. Агроэкологические аспекты применения комплексных микроэлементных удобрений и бактериальных препаратов в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы // Нива Поволжья. 2018. № 1(46). С. 41-47.
12. 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. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.03>.
13. Оптимизация элементов почвенного фактора урожайности - основное направление повышения эффективного плодородия почв в агроландшафтах Среднего Поволжья / Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Шайхутдинов, М. Ю. Михайлова [и др.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. № 4(68). С. 36-41. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2023-68-4-36-42>.
14. 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.
15. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов на основе ризосферных бактерий (PGPR) / Л. З. Каримова, Л. С. Нижегородцева В. А. Колесар [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № S4-1(55). С. 52-58. <https://doi.org/10.12737/>

2073-0462-2020-53-58.

16. 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. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-40-44>.

17. Романов Н. В., Гилязов М. Ю. Влияние биологических и минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы // *Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов II международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Бориса Ивановича Горизонтова*, Казань, 14–15 июня 2023 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. С. 254-262.

18. Фасхутдинов Ф. Ш. Влияние минеральных удобрений на Урожайность яровой пшеницы в Предкамской зоне Республики Татарстан // *Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов II международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Бориса Ивановича Горизонтова*, Казань, 14–15 июня 2023 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. С. 269-276.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Сержанова Альбина Рафаиловна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: serzhanovaalibina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7468-5423>

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

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

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

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS IN VARIOUS COMBINATIONS ON THE YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING SOFT WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE PEDKAMA REPUBLIC OF TATARSTAN

A. R. Serzhanova, R. I. Garaev, I. M. Serzhanov, F. S. Shaykhutdinov

Abstract. The results of two-year experiments to study the effect on the yield and grain quality of spring soft wheat of a full dose of mineral fertilizers in various combinations for pre-sowing cultivation, as well as foliar top dressing at a dose of N_{30} in the tillering and milk ripeness phase are reported. Fertilizers increased grain yield to varying degrees and had different effects on the technological qualities of grain. According to the grain yield of spring wheat of the Ulyanovsk 105 variety, on average for 2 years, the best options were: $N_{90}P_{90}K_{30}$ (an increase of 3,6 t/ha) and $N_{30}P_{90}K_{30} + N_{30}$ with top dressing in the tillering phase (an increase of 3,71 t/ha). According to the Tulaykovskaya Nadezhda variety, the best is the introduction of a complete mineral fertilizer ($N_{30}P_{90}K_{30}$) with one and two top dressing (an increase in yield of 0,53 and 0,57 t/ha). Mineral fertilizers had a positive effect on grain quality in both varieties of spring wheat. The grain quality of the Ulyanovsk 105 variety is significantly improved under the influence of fertilizers. The vitreous content of the grain in the control was 52% in 2022 and 64% in 2023. In all variants with fertilizer, it is in the range of 60,0-79,0% in 2022 and 68,5-75,9% in 2023. In the Tulaykovskaya Nadezhda variety, the vitreous content of grain in 2022 increased from 45% in the control to 49...60% in other variants, and in 2023, respectively, from 57 to 60...71%. The content of the mass fraction of gluten in the grain of the control variant in 2022 was 17,1%, protein 10,5%. The use of fertilizers contributed to an increase in the amount of gluten to 28,8%, protein to 11,6...13,8%. A similar situation was observed in 2023. The highest content of protein and gluten in the grain of the harvest of 2022 and 2023. it was observed in the variant with one and two nitrogen fertilizers (13,5...13,8% and 14,5...14,9%), 26,0...28,8 % and 33,0...33,6%, respectively.

Keywords: soft spring wheat, variety, yield, gluten, vitreous, grain, protein, fertilizers.

For citation: Serzhanova A.R., Garaev R.I., Serzhanov I.M., Shaikhutdinov F.Sh. An effective method for improving the quality of spring soft wheat grain in the conditions of the Ancestral Region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnology and Digital Agriculture*. 2024; 2 (10): 36-41

References

1. Fayzrakhmanov D. I., Valiev A. R., Ziganshin B. G. [The current state of grain production in the Russian Federation]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 16. 2(62): 138-142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142>.
2. Sineshchekov V. E., Vasilyeva N. V., Dudkina E. A. [Economic efficiency of grain production]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 13. 4(51): 160-167. https://doi.org/10.12737/article_5c3de3a7e063f6.62004014.
3. Sabitov M.M. [Economic efficiency of crop cultivation technologies in grain-steam crop rotation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021; 35. 2: 13-18. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10202>.
4. Sitdikova L. F., Mukhametgaliev F. N., Valiev A. R. [Problematic areas of resource support for sustainable development of agroecological systems]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023; 18. 1(69): 155-161. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-155-161>.
5. Valiev A. R., Gabdrakhmanov I. H., Safin R. I. [The system of agriculture of the Republic of Tatarstan]. *Tom Chast' 3. Kazan': OOO "Centr innovatsionnykh tekhnologiy"*. 2014; 280.
6. Amirov M. F., Shajhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M. [Agrobiological foundations of the formation of a high-quality grain harvest of spring wheat species in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. S4-1(55): 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-5-9>.
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 nojabrja 2019 goda. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020; 00250. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700250>.
8. Gabdrakhimov O. B., Solodun V. I., Sultanov F. S. [The influence of chemicalization levels on the yield and quality of grain of zoned varieties of spring wheat in the forest-steppe of the Irkutsk region]. *Vestnik KrasGAU*. 2019;

1(142): 3-7.

9. 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]. *Vestnik KrasGAU*. 2019; 9(150): 3-10.

10. Kshnikatkina A. N., Rusyaev I. G. [Yield and quality of spring wheat grain depending on pre-sowing seed treatment with complex micronutrients and bacterial preparations]. *Agrohimicheskij vestnik*. 2018; 3: 48-50. <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2018-10012>.

11. Kshnikatkina A. N., Rusyaev I. G. [Agroecological aspects of the use of complex trace element fertilizers and bacterial preparations in the technology of cultivation of spring soft wheat]. *Niva Povolzh'ja*. 2018; 1(46): 41-47.

12. Lekomtsev P. V., Rutkovskaya T. S., Pasynkov A. V. [The effectiveness of nitrogen fertilizers in the cultivation of spring wheat on sandy loam soils]. *Plodородie*. 2022; 1(124): 9-13. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.03>.

13. Minikaev R. V., Shaikhutdinov F. Sh., Mikhailova M. Ju. [Optimization of the elements of the soil yield factor - the main direction of increasing effective soil fertility in the agricultural landscapes of the Middle Volga region]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023; 4(68): 36-41. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2023-68-4-36-42>.

14. Minikaev R. V., Fashutdinov F. Sh. [The use of mineral fertilizers and the yield of grain crops in the conditions of the Pre-Volga region of the Republic of Tatarstan]. *Jevoljucija i degradacija pochvennogo pokrova: Sbornik nauchnyh statej po materialam VI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Stavropol', 19-22 sentjabrja 2022 goda. Stavropol': Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju "SEKVOJJa"*. 2022; 135-137.

15. Karimova L. Z., Nizhegorodtseva L. S., Kolesar V. A. [Productivity of agricultural crops in the use of biologics based on rhizospheric bacteria (PGPR)]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. S4-1 (55): 52-58. DOI 10.12737/2073-0462-2020-53-58.

16. Sabirova R. M., Vafin I. H., Abramova A. A. [Comprehensive assessment of soil condition after various agricultural crops]. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2022; 4(4): 40-44. <https://doi.org/10.12737/2782-490X-2022-40-44>.

17. Romanov N. V., Gilyazov M. Yu. [The influence of biological and mineral fertilizers on the yield of spring wheat in conditions of gray forest soil]. *Vosproizvodstvo plodородija pochv i prodovol'stvennaja bezopasnost' v sovremennyh uslovijah: Sbornik trudov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj pamjati professora Borisa Ivanovicha Gorizontova, Kazan', 14-15 ijunja 2023 goda. Kazan': Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet*. 2023; 254-262.

18. Fashutdinov F. S. [The influence of mineral fertilizers on the yield of spring wheat in the pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Vosproizvodstvo plodородija pochv i prodovol'stvennaja bezopasnost' v sovremennyh uslovijah: Sbornik trudov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj pamjati professora Borisa Ivanovicha Gorizontova, Kazan', 14-15 ijunja 2023 goda. Kazan': Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet*. 2023; 269-276.

Conflict of interests

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

Authors:

Serzhanova Albina Rafailevna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7468-542>

Garaev Razi Ilyurovich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: rass112@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7774-6553>

Serzhanov Igor Mikhailovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1758-0622>

Shaikhutdinov Farit Sharipovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faritshay@kazgau.com, <https://orcid.org/0009-0006-1423-4846>

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА МИЗОРИН НА ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ
СОРТА АЙСЛУ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

С. Р. Сулейманов, С. В. Сочнева, Н. Н. Хамидуллин, А. З. Каримов, Ф. Н. Сафиоллин

Реферат. Полевые опыты на посевах люцерны сорта Айслу были проведены в 2020-2022 годы на базе Агробιοтехнопарка Казанского ГАУ (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан). Почвы опытного участка серые лесные со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6). Целью исследований стала разработка приемов повышения урожайности и качества зеленой массы люцерны посевной на основе применения различных видов минеральных удобрений и биопрепарата Мизорин. Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без удобрений и биопрепаратов); корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га; корневая подкормка весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га; корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин 2 л/га; корневая подкормка весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин 2 л/га. Ранневесенняя подкормка люцерны и после первого укоса аммиачной селитрой из расчета 100 кг/га обеспечивало дополнительное получение 4,7 т/га зеленой массы. В варианте подкормки азофоской прибавка урожайности возрастает до 29,8 т/га зеленой массы объекта исследований. Максимальная урожайность изучаемой культуры была получена в вариантах сочетания корневой подкормки с листовой, прибавка зеленой массы возрастала до 64,4 и 92% соответственно.

Ключевые слова: люцерна посевная, зеленая масса, урожайность, сырой протеин, рентабельность, себестоимость, условно чистый доход.

Для цитирования: Сулейманов С.Р., Сочнева С.В., Хамидуллин Н.Н., Каримов А.З., Сафиоллин Ф.Н. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата Мизорин на посевах люцерны сорта Айслу в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 42-47

Введение. В хозяйствах Республики Татарстан с продуктивностью дойных коров более 10 тыс. л/год 50-60% кормов заготавливаются из многолетних трав, особенно из семейств бобовых с содержанием переваримого протеина 130-145 г в одной кормовой единице [1, 2, 3].

Получение таких высоких результатов возможно только в том случае, когда создаются оптимальные условия для формирования высокопродуктивного агроценоза основной кормовой культуры Татарстана – люцерны посевной, обеспечивающие получение полноценных двух укосов в богарном земледелии.

Среди множества факторов платформой формирования высокопродуктивных посевов люцерны является создание оптимального пищевого режима на основе применения минеральных удобрений и современных биопрепаратов [4, 5, 6].

Например, предпосевная обработка семян люцерны биопрепаратом на основе штамма *Sinorhizobium meliloti* Якутский №1 ГНУ ВНИИСХМ 1775, в количестве 1 млрд. клеток на 1 семя люцерны повышает урожайность этой культуры на 23% [7, 8, 9].

В связи с этим, целью наших исследований стала разработка приемов повышения урожайности и качества зеленой массы люцерны посевной на основе применения различных видов минеральных удобрений и

биопрепарата Мизорин.

Условия, материалы и методы. Основным методом исследований был полевой опыт, сопровождающийся многочисленными лабораторными анализами, проведенными в 2020-2022 годы на базе Агробιοтехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ.

С целью соблюдения принципа единственного различия предпосевная подготовка почвы после озимой пшеницы и уход за посевами в первый год жизни люцерны на всех вариантах опыта была одинаковой и состояла из предпосевного внесения расчетных норм минеральных удобрений (азофоска), двукратного дискования дискатором БД-4, выравнивания при помощи БЗТУ-1 в два следа, посева изучаемой культуры в 2019 году зерновой сеялкой СЗ-3,6, до- и послепосевного прикатывания тяжелыми кольчато-зубчатыми катками КЗК-9, подкашивания сорных растений косилкой КС-2,1 на высоте среза 8-10 см. В 2020-2023 годы рано весной подкормка люцерновых агроценозов проводилась согласно схеме опыта с последующим боронованием участка БЗТУ-1 в один след.

Схема опыта включала следующие варианты:

- контроль (без биопрепаратов и

удобрений);

- корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га в физической массе;

- корневая подкормка весной и после первого укоса азотосодержащей по 100 кг/га в физической массе;

- корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га в физической массе в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин из расчета 2 л/га + 300 л/га H₂O;

- корневая подкормка весной и после первого укоса азотосодержащей по 100 кг/га в физической массе в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин из расчета 2 л/га + 300 л/га H₂O.

Опыт проводился в 3-х кратной повторности по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [10, 11, 12] на типичных серых лесных почвах с исходным содержанием гумуса по Тюрину 3,65%, подвижного фосфора 163 и обменного калия 167 мг/кг почвы по Кирсанову, pH солевой вытяжки была близка к нейтральной – 5,9.

Погодно-климатические условия коренным образом отличались от среднесезонных

показателей. 2021 год характеризовался крайне низкой влагообеспеченностью в сочетании с высокими термическими ресурсами (126% от нормы), что стало причиной снижения ГТК до 0,6-0,7 против 0,9-1,0 в среднем за последние 25 лет. 2022 год наоборот ГТК за вегетационный период достиг наибольших показателей: 1,1-1,2. 2020 год среди них занимал промежуточное положение с гидротермическим коэффициентом близким к среднесезонным показателям.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показывают весьма высокое эффективное взаимодействие азотосодержащего и биопрепарата Мизорин (табл. 1).

В почвенно-климатических условиях Республики Татарстан без подкормки (контроль) урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса составила 20,2 т/га, что относится и к подкормке посевов аммиачной селитрой 100 кг/га в физической массе (24,9 т/га).

Получение существенной прибавки урожайности зеленой массы изучаемой культуры (9,6 т/га) было достигнуто в варианте подкормки растений весной и после первого укоса азотосодержащей по 100 кг/га с содержанием всех основных элементов питания N₁₆P₁₆K₁₆.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений и некорневой подкормки биопрепаратом Мизорин на урожайность зеленой массы люцерны посевной (2020-2022 годы)

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль (без удобрений)	20,2	-	-
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра	24,9	4,7	23,3
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азотосодержащей	29,8	9,6	47,5
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра в физической массе + биопрепарат Мизорин 2 л/га	33,2	13,0	64,4
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азотосодержащей + биопрепарат Мизорин 2 л/га	38,8	18,6	92,1
НСР ₀₅	0,31		

Примечание: влажность зеленой массы люцерны составила 75%.

Сочетание совместного применения азотосодержащего 100 кг/га и некорневой подкормки Мизорином 2 л/га + 300 л/га H₂O обеспечило получение дополнительной зеленой массы на 18,6 т/га больше по сравнению с контролем, что на 92,1% опережает контрольный вариант опыта. В данном случае четко проявляется второй закон земледелия: «Положительное взаимодействие факторов внешней среды», то есть один фактор усиливает действие другого фактора. В нашем случае биопрепарат Мизорин повышает окупаемость азотосодержащего на 30,2%, прибавка зеленой массы за 2 укоса составила 9,0 т/га (38,8-29,8 = 9,0 т/га).

Столь высокая эффективность взаимодействия минеральных удобрений с сертифицированным биопрепаратом объясняется тем, что в составе Мизорина имеются азотфиксирующие бактерии, стимулирующие рост и развитие корневой системы сельскохозяйственных

культур [13, 14, 15]. Самое главное, Мизорин способствует повышению устойчивости люцерны посевной к неблагоприятным факторам внешней среды.

Например, из-за высоких среднесуточных температур воздуха во второй половине вегетационного периода, истощения почвенной влаги формирование второго полноценного укоса изучаемой культуры в контрольном варианте опыта существенно уменьшается.

Без применения агрохимикатов (контроль) и долю второго укоса приходится только 25% суммарной зеленой массы - 5,05 т/га. Поля с такой низкой урожайностью пригодны только для нормированной пастбы скота, поскольку расходы на ГСМ и оплату труда механизаторов на заготовку люцерновых кормов с экономической точки зрения не оправдываются.

Совершенно другая картина складывается

АГРОНОМИЯ

в вариантах опыта совместного применения аммиачной селитры, особенно азофоски с биопрепаратом Мизорин: соотношение первого и второго укосов составляет 60:40 и 55:45 соответственно. На данном варианте происходит

увеличение периода конвейерной системы заготовки кормов без ущерба их качеству.

Погодно-климатические условия оказали существенное влияние на показатели урожайности зеленой массы люцерны (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы люцерны посевной по годам исследований, т/га

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы в по годам исследований, т/га					
	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос
Контроль (без удобрений)	10,1	10,3	10,2	6,8	10,9	12,3
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра	12,8	13,3	11,7	8,5	13,6	14,8
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска	15,0	16,0	14,0	9,8	16,6	18,0
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра в физической массе + биопрепарат Мизорин 2 л/га	16,7	18,2	15,5	10,4	18,2	20,6
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска + биопрепарат Мизорин 2 л/га	19,1	20,8	18,3	12,7	21,0	24,8
НСР ₀₅	0,17	0,22	0,15	0,12	0,20	0,24

Как видно из таблицы 2, максимальная урожайность изучаемой культуры по всем вариантам опыта была зафиксирована в 2022 году, а минимальная, в острозасушливом 2021 году. В 2020 и 2022 годы урожайность люцерны была больше с 2-го укоса, что объясняется достаточным увлажнением в течении вегетационного периода и дополнительным внесением после 1-го укоса минеральных удобрений и биопрепаратов. А в 2021 году со 2-го укоса было получено лишь

40% от общей урожайности, что объясняется засухой в течении вегетационного периода и низкой эффективностью минеральных удобрений и биопрепаратов в условиях засухи.

Основным показателем качества кормовых культур было и остается содержание сырого протеина [16, 17, 18]. В этом плане люцерновая зеленая масса коренным образом отличается от других многолетних трав, особенно из семейства мятликовых (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние применения минеральных удобрений и биопрепарата Мизорин на содержание и валовой сбор сырого протеина (2020-2022 годы)

Вариант опыта	Массовая доля сырого протеина, г/кг	Валовой сбор сырого протеина, кг/га	Прибавка	
			кг/га	%
Контроль (без удобрений)	151,5	3060	-	-
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра	164,3	4091	1031	33,7
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска	177,3	5283	2223	72,6
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра в физической массе + биопрепарат Мизорин 2 л/га	206,9	6869	3809	124,5
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска + биопрепарат Мизорин 2 л/га	215,1	8346	5286	172,7

Содержание сырого протеина в зеленой массе люцерны под влиянием подкормки весной и после 1-го укоса по 100 кг/га в физической массе азофоски повышается до 177,3 г/кг, что превышает контроль (без удобрений) на 42%. Дополнительная некорневая подкормка Мизорином из расчета по 2 л/га весной и после 1-го укоса обеспечивает валовой сбор сырого протеина 8346 кг/га против 3060 кг/га в контроле. Прибавка к контролю составила

172,7%. Столь резкий скачок валового сбора сырого протеина объясняется ростом массовой доли сырого протеина, положительным взаимодействием азотно-фосфорно-калийных удобрений, имеющих в составе азофоски и биопрепарата Мизорин с содержанием дополнительных легкоусвояемых макро- и микроудобрений, а стимуляторов роста.

Выводы. Таким образом, сочетание минеральных удобрений с содержанием

азотно-фосфорно-калийных элементов питания с 2-х кратной листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин с нормой расхода 2 л/га + 300 л/га H₂O обеспечивает прибавку урожайности зеленой массы люцерны посевной

18,6 т/га с содержанием доли сырого протеина 215,1 г/кг. Предлагаемый способ повышения урожайности и качества зеленой массы люцерны не имеет аналогов, и легко внедряем в сельскохозяйственное производство.

Литература

1. Эффективность применения расчетных доз минеральных удобрений на люцерно-райграсовых лугах Среднего Поволжья / М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева, Н. В. Трофимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 1(48). С. 78-82. https://doi.org/10.12737/article_5afc0ad3032b51.23223038.
2. Гис-технологии – основа формирования высокопродуктивных агроценозов многолетних трав в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, Н. В. Трофимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12, № 2(44). С. 38-41. https://doi.org/10.12737/article_59a7d2271b9950.30488058.
3. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы - составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № 2(53). С. 64-67. https://doi.org/10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270.
4. Кудряшова Н. И., Булахтина Г. К. Влияние различных сроков посева на урожайность богарной люцерны в условиях светло-каштановых почв Астраханской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3(71). С. 112-120. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-11>.
5. Крамаренко М. В. Продуктивность многолетних бобово-мятликовых травосмесей длительного использования в условиях северной лесостепи Зауралья // Биология в сельском хозяйстве. 2018. № 1(18). С. 18-19.
6. Бирюкович А. Л., Саскевич Л. А., Цубленок А. В. Возделывание люцерны посевной и клевера лугового на минеральной мелиорированной почве Белорусского Поозерья // Мелиорация. 2021. № 4(98). С. 26-34.
7. Техника и технология поверхностного улучшения пойменных лугов Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 4(68). С. 50-55. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-50-55>.
8. Низамов Р. М., Сулейманов С. Р. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1(12). С. 38-45. doi 10.17022/3qx6-h410.
9. Иванов А. И., Иванова Ж. А. Оценка влияния ландшафтно-экологических условий на урожайность многолетних трав и эффективность точных систем удобрения на мелиорированном агроландшафте // Плодородие. 2023. № 6(135). С. 19-23. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.135.05>.
10. Еряшев А. П., Табункова А. А. Изменение продуктивности костреца безостого от применения различных агрохимикатов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(58). С. 32-37. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-32-37>.
11. Агро-энергетическая эффективность усовершенствованных технологий и современных систем производства высококачественных объёмистых кормов на луговых сенокосах в Нечернозёмной зоне / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, В. М. Косолапов и др. // Кормопроизводство. 2021. № 7. С. 3-10.
12. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Цыбенко Н. С. Эффективность усовершенствованных технологий создания пастбищных травостоев с использованием новых сортов бобовых видов и агротехнических приёмов // Кормопроизводство. 2019. № 1. С. 7-11.
13. 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. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>.
14. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2(46). С. 34-41.
15. Сабирова Р. М., Шакиров Р. С., Бикмухаметов З. М. Биоплант Флора - удобрение нового поколения // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № 2(53). С. 37-42. https://doi.org/10.12737/article_5d3e15f17e3223.64554857.
16. Прогнозирование влияния физических факторов на жизнеспособность микроорганизмов биопрепаратов для защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Р. И. Сафин и др. // Техника и оборудование для села. 2020. № 4(274). С. 29-33. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32>.
17. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2020. Т. 15. №4(60). С. 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.
18. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин, М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29-33.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

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

Сочнева Светлана Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3831-6500>

Хамидуллин Наиль Нуруллович – проректор по инфраструктурному развитию и производственной

деятельности, e-mail: nayl.hamidullin@mail.ru

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

Казанский государственный аграрный университет, г.Казань, Россия

Каримов Алмаз Закиевич – кандидат сельскохозяйственных наук, директор, e-mail: agroekonom-2006@mail.ru

ООО «Эконом» Актанышского муниципального района Республики Татарстан, Россия

AGRONOMIC AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE COMPLEX APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND MIZORIN BIOLOGICS ON ALFALFA CROPS OF THE AISLU VARIETY IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

S. R. Suleymanov, S. V. Sochneva, N. N. Khamidullin, A. Z. Karimov, F. N. Safiollin

Abstract. Field experiments on alfalfa crops of the Aislyu variety were conducted in 2020-2022 on the basis of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University (Narmonka village of the Laishevsky municipal district of the Republic of Tatarstan). The soils of the experimental site are gray forest with the following agrochemical indicators: the content of humus according to Tyurin is 3.0%, mobile phosphorus is very high (> 250 mg/kg) and exchangeable potassium is increased (145 mg/kg according to Kirsanov). The reaction of the soil medium was close to neutral (pH 6.6). The aim of the research was to develop methods to increase the yield and quality of the green mass of alfalfa on the basis of the use of various types of mineral fertilizers and the biological preparation Mizorin. The scheme of the experiment included the following options: control (without fertilizers and biologics); root dressing in spring and after the first mowing with ammonium nitrate of 100 kg/ha; root dressing in spring and after the first mowing with nitrogen strip of 100 kg/ha; root dressing in spring and after the first mowing with ammonium nitrate of 100 kg/ha in combination with leaf dressing with the biopreparation Mizorin 2 l/ha; root dressing in spring and after the first mowing with a 100 kg/ha nitrogen strip in combination with a leaf dressing with the biopreparation Mizorin 2 l/ha. Early spring feeding of alfalfa and after the first mowing with ammonium nitrate at the rate of 100 kg / ha provided additional 4.7 t/ha of green mass. In the variant of azofoska top dressing, the yield increase increases to 29.8 t/ha of the green mass of the research object. The maximum yield of the studied crop was obtained in variants of combining root and leaf fertilization, the increase in green mass increased to 64.4 and 92%, respectively.

Key words: alfalfa, green mass, yield, crude protein, profitability, cost, conditionally net income.

For citation: Suleymanov S.R., Sochneva S.V., Khamidullin N.N., Karimov A.Z., Safiollin F.N. Agronomic and economic efficiency of the integrated use of mineral fertilizers and the biological preparation Mizorin on alfalfa crops of the Aislyu variety in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 2(10): 42-47

References

1. Khismatullin M. M., Sochneva S. V., Trofimov N. V. [The effectiveness of using calculated doses of mineral fertilizers on alfalfa-ryegrass meadows of the Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 13. 1(48): 78-82. https://doi.org/10.12737/article_5afc0ad3032b51.23223038.
2. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Trofimov N. V. [Gis-technologies are the basis for the formation of highly productive agrocenoses of perennial grasses in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 12. 2(44): 38-41. https://doi.org/10.12737/article_59a7d2271b9950.30488058.
3. Khismatullin M. M. [Legumes and legume-cereal perennial grasses - an integral part of organic farming of the Republic of Tatarstan] // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. 2(53): 64-67. doi 10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270.
4. Kudryashova N. I., Bulakhtina G. K. [The influence of different sowing dates on the yield of rainfed alfalfa in the conditions of light chestnut soils of the Astrakhan region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye*. 2023; 3(71): 112-120. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-11>.
5. Kramarenko M. V. [Productivity of long-term use of perennial legume-bluegrass grass mixtures in the conditions of the northern forest-steppe of Trans-Urals]. *Biologiya v sel'skom khozyaystve*. 2018; 1(18): 18-19.
6. Biryukovich A. L., Saskevich L. A., Tsublenok A. V. [Cultivation of alfalfa and meadow clover on mineral reclaimed soil of the Belarusian Lake District]. *Melioratsiya*. 2021; 4(98): 26-34.
7. Safiollin F. N., Valiev A. R., Khismatullin M. M. [Technique and technology of surface improvement of floodplain meadows of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; 17. 4(68): 50-55. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-50-55>.
8. Nizamov R. M., Suleymanov S. R. [Efficiency of using biological products when cultivating spring rapeseeds for oilseeds in the climatic conditions of the Cis-Kama region in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2020; 1(12): 38-45. <https://doi.org/10.17022/3qx6-h410>.
9. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A. [Assessment of the influence of landscape-ecological conditions on the productivity of perennial grasses and the effectiveness of precision fertilization systems in a reclaimed agricultural landscape]. *Plodorodiye*. 2023; 6(135): 19-23. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.135.05>.
10. Eryashev A. P., Tabunkova A. A. [Change in the productivity of awnless brome from the use of various agrochemicals]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022; 2(58): 32-37. doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-32-37.
11. Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Kosolapov V. M. [Agro-energy efficiency of improved technologies and modern systems for the production of high-quality bulk feed on meadow hayfields in the Non-Chernozem Zone]. *Kormoproizvodstvo*. 2021; 7: 3-10.
12. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Tsybenko N. S. [Efficiency of improved technologies for creating pasture grass stands using new varieties of legume species and agrotechnical techniques]. *Kormoproizvodstvo*. 2019; 1: 7-11.
13. Sharipova G. F., Kolesar V. A., Safin R. I. [Efficiency of using fertilizers with microelements on various soybean varieties]. *Plodorodiye*. 2020; 3(114): 9-12. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>.
14. Mikhailova M. Yu., Gilyazov M. Yu., Nizamov R. M. [The role of macro- and microfertilizers in increasing the yield and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2023; 2(46): 34-41.
15. Sabirova R. M., Shakirov R. S., Bikmukhametov Z. M. [Bioplant Flora - a new generation fertilizer]. *Vestnik*

Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 14. 2(53): 37-42. [https://doi.org/ 10.12737/article_5d3e15f17c3223.64554857](https://doi.org/10.12737/article_5d3e15f17c3223.64554857).

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

17. Agieva G. N., Nizhegorodtseva L. S., Diabancana R. Zh. K. [Techniques for increasing the efficiency of using biological preparations in crop production]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 15. 4 (60): 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.

18. Safiollin F. N., Minnullin G. S., Khismatullin M. M. [The backgrounds of mineral nutrition of alfalfa agrocenoses and the yield of the subsequent crop of field crop rotation - spring wheat EKADA 70 on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2017; 2(50): 29-33.

Conflict of interest

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

Authors:

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

Sochneva Svetlana Viktorovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3831-6500>

Nail Nurullovich Khamidullin – Vice-rector for Infrastructure Development and Production Activities, e-mail: nayl.hamidullin@mail.ru

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

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Karimov Almaz Zakiyanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Director, e-mail: agroekonom-2006@mail.ru

LLC "Economy" of the Aktanyshsky municipal district of the Republic of Tatarstan, Russia.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУРИНОГО ПОМЕТА
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**
З. М. Халиуллина, А. С. Ганиев, И. Х. Гайфуллин

Реферат. В настоящей работе изучена возможность и эффективность использования куриного помета как органическое удобрение «Улучшитель почв (УП-1)». «Улучшитель почв (УП-1)» получен при добавление препарата «Мефосфон» в куриный помет. Препарат «Мефосфон» предназначен для выращивания зерновых культур, а также производства органической продукции. Экспериментальным путем выявлено перспективность использования препарата «Мефосфон» для ускорения переработки органических отходов. В результате исследований были получены полевые данные о выращивании озимой пшеницы сорта «Казанская 560» Элита на полях ОАО «Агрофирма «Ак Барс - Пестрецы». Внесение куриного помета - «Улучшитель почв (УП-1)», обработанного препаратом «Мефосфон». В качестве экспериментальной культуры использовался местный сорт озимой пшеницы «Казанская 560» Элита с нормой высева 280 кг/га. Предшественником являлись многолетние травы. Перед экспериментом и после уборки урожая проводили отбор почвы на анализы с обеих экспериментальных полей площадью 300 га из 6 случайных участков на глубине слоя 0-20 см. В результате полевых испытаний зафиксирован повышение урожайности зерна сорта «Казанская 560» Элита при внесении куриного помета. В опытных участках урожайность составила 33,5 и 36,0 ц/га. Выращенное зерно с применением обработанного препаратом «Мефосфон» куриного помета соответствует основным требованиям качества и практически не уступает зерну контрольной группы, что позволяет свободно применять его для переработки в муку надлежащего качества. Анализ показателей опытных образцов почвы показывает, что они не превышают требований научно-технической документации. Таким образом, полученная почва безопасна для человека и производства сельскохозяйственной продукции. Предложенная технология переработки отходов птицеводства улучшит экологическую обстановку вокруг современных птицефабрик, снизит использование необработанного куриного помета в качестве удобрений, заменяя его на более высококачественные и экологически чистые органические удобрения, образующиеся в результате анаэробной утилизации помета.

Ключевые слова: «Улучшитель почв», Мефосфон, органическое удобрение, утилизация, куриный помет, урожайность, сельское хозяйство.

Для цитирования: Халиуллина З.М., Ганиев А.С., Гайфуллин И.Х. Эффективность использования куриного помета при выращивании зерна озимой пшеницы // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 48-53

Введение. Пшеница (*Triticum aestivum*) является основной пищевой культурой во всем мире, производство которой занимает площадь $2,18 \times 10^8$ га, что составляет более 20% мировых пахотных земель. В основном она используется для производства хлеба, макаронных изделий, каши и других продуктов. Существует несколько видов пшеницы, таких как твердая пшеница (для хлебопечения) и мягкая пшеница (для производства каши и макарон). Пшеница является однолетним растением и имеет хорошую адаптацию к различным климатическим условиям. Ее выращивание требует определенных условий почвы, влажности и температуры. Важно правильно ухаживать за посевами пшеницы, вносить необходимые удобрения и обеспечивать защиту от болезней и вредителей. В целом, пшеница играет ключевую роль в мировом сельском хозяйстве и питании человечества [1].

Республика Татарстан является одной из крупнейших стран-производителей пшеницы с общей посевной площадью 2,7 млн. гектаров. В Республики Татарстан пшеница занимает значительную площадь посевов и является одной из ключевых культур для обеспечения продовольственной безопасности региона. Выращивание пшеницы требует хорошей

агротехники, включая правильный подбор сортов, оптимальное использование удобрений и защитных средств, а также контроль за вредителями и болезнями. Министерство сельского хозяйства Республики Татарстан проводит работу по совершенствованию технологий выращивания пшеницы, а также исследования по улучшению урожайности и качества зерна. Важным направлением является также развитие органического земледелия и устойчивых методов производства, чтобы сохранить плодородие почвы и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Пшеница продолжает оставаться важной культурой для сельского хозяйства Республики Татарстан, и ее выращивание играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий [2, 3, 4].

Однако производство пшеницы в нашем регионе сталкивается с серьезной проблемой, связанной со скудным водоснабжением и дефицитом питательных веществ почве [5]. Из-за скудных и глубоких запасов подземных вод осадки являются единственным источником воды для производства пшеницы. Только 30-40% годового количества осадков выпадает в течение вегетационного периода озимой пшеницы, тогда как большая часть осадков

выпадает в период с июля по сентябрь, что совпадает с летним паром между двумя вегетационными периодами озимой пшеницы. Между тем, неразумные методы выращивания, включая чрезмерное внесение химических удобрений и интенсивную обработку почвы, приводят к тому, что почва становится хрупкой структурой, имеет низкую доступность питательных веществ и водоудерживающую способность. В этом контексте все больше внимания уделяется использованию органических материалов для поддержания плодородия почвы и стимулирования производства сельскохозяйственных культур. Например, только на одной птицефабрике «Яратель» Лаишевского района республики Татарстан в течение 2023 года было произведено куриного помета в количестве свыше 178 млн тонн, и, если его не обрабатывать или не перерабатывать, это будет огромными отходами.

В отличие от длительного применения химических удобрений, которое приводит к дальнейшей деградации почвы и ряду экологических проблем, навозная добавка поставляется как основные, так и микроэлементы, необходимые для роста растений. И обеспечивает лучшую среду для развития корней за счет улучшения физических, химических и биологических свойств почвы, что, в свою очередь, улучшает поглощение питательных веществ и воды озимой пшеницей [6, 7, 8].

Животноводческие отходы, такие как куриный помёт, являются значительным источником загрязнения окружающей среды. Однако, при правильной переработке, они могут быть преобразованы в ценное биоудобрение, соответствующее требованиям ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства» [9]. Куриный помет, как и любые другие органические отходы, может представлять вред для окружающей среды и здоровья людей, если не обработать или

не перерабатывать его должным образом. Необработанный куриный помет может содержать высокие концентрации азота, фосфора и калия, а также микроорганизмы, которые могут быть патогенными для растений и животных. Кроме того, неправильное хранение и использование куриного помёта может привести к загрязнению почвы, воды и воздуха. Однако, при правильной обработке и переработке куриный помет может стать ценным органическим удобрением, которое улучшает плодородие почвы и способствует росту сельскохозяйственных культур, таких как пшеница [10].

Целью данного исследования является изучение эффективности использования куриного помета для выращивания зерна озимой пшеницы.

Условия, материалы и методы. В настоящем исследовании мы проводили полевые исследования на пашнях птицефабрики ОАО «Агрофирма «Ак Барс - Пестрецы» в отделе Птицефабрика Пестречинского муниципального района РТ. Организация ОАО «Агрофирма «Ак Барс - Пестрецы» является крупным предприятием в сельском хозяйстве, специализирующимся на производстве птицы. Проведение полевых экспериментов на местах позволяло получить непосредственные данные и оценить реальную эффективность различных методов и технологий. Эксперименты были проведены с учетом двух основных факторов обработки почвы: внесение куриного помета (опыт 1) и внесение куриного помета, предварительно обработанного препаратом «Мефосфон» (опыт 2). Обработки были организованы по схеме разделенных участков, чтобы исключить возможные смешения и обеспечить контроль над внесением различных удобрений. Размер участка в первом случае составлял 111 га, а во втором - 200 г (табл. 1).

Таблица 1 – Экспериментальное поле

Группа	Используемое удобрение	Площадь, га
Опыт 1	Компостированный куриный помет	185
Опыт 2	Куриный помет, обработанный препаратом «Мефосфон»	115

Необработанный куриный помет и обработанный препаратом «Мефосфон» компост внесен методом разбрасывания трактором «КамАЗ ХТХ-15» с прицепом METAL-FACH N272/3 VIKING (навозоразбрасыватель) на всё экспериментальное поле, после чего проводилась обработка трактором New Holland T8 и бороной дисковой Horsch. Таким образом, все участки экспериментального поля были равномерно обработаны и обеспечены необходимыми удобрениями [11, 12].

В качестве тестовой культурой использовался широко используемый местный сорт озимой пшеницы «Казанская 560» Элита, норма высева 280 кг/га. Сроки посева 22.08.2022-27.08.2022 годы, междурядье

15 см. Предшественник – многолетние травы. Перед экспериментом и послеуборки урожая проводили отбор почвы на анализы с обеих экспериментальных полей площадью 300 га из 6 случайных участков на глубине слоя 0–20 см. Отбор проводили шнеком (внутренний диаметр 4,0 см) с интервалом 20 см. Все отобранные пробы с каждого участка были перемешаны. Свежие образцы почвы были доставлены в ФГБУ «Татарская испытательная лаборатория ФНБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» для проведения лабораторных исследований по определению контроля качества. Исследования регламентировались по ГОСТу 17.4.4.02-2017 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и

подготовки проб для химического, бактериалогического, гельментологического анализа на соответствие требованиям ГН 1.2.3539-18 – Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды, СанПин 2.1.7.1287-03 – Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы, ГН 1.2.3539 – 18 – Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды.

Результаты и обсуждение. В рамках нашего исследования были проведены

полевые испытания на полях ОАО «Агрофирма «Ак Барс - Пестрецы» с применением куриного помета согласно описанной методике [13, 14]. Уборка урожая со всех участков осуществлялась комбайном «New Holland» CX 6090, а зерно с каждой деланки собиралось в отдельные мешки для последующего анализа качества. Урожайность зерна сорта «Казанская 560» Элита с опытных участков составила 33,5 и 36,0 ц/га. Полученные результаты представлены в таблице 2 [16].

Таблица 2 - Урожайность озимой пшеницы

Группа	Площадь, га	Валовой сбор, кг	Урожайность, ц/га
Опыт 1	185	3762	33,5
Опыт 2	115	6900	36

Полученные экспериментальные данные показывают, что использование при выращивании озимой пшеницы в качестве удобрения куриного помета, обработанного препаратом Мефосфоном обеспечивает более высокую урожайность. Эксперимент позволил оценить влияние применения куриного помета на урожайность и качество зерна, что может быть важным для оптимизации производства и повышения эффективности сельскохозяйственного процесса [15].

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что при использовании в качестве органического удобрения «Улучшитель почв (УП-1)» можно получить зерно пшеницы, соответствующее основным требованиям качества и практически не уступает зерну контрольной группы и может свободно применяться для переработки в пшеничную муку надлежащего качества.

Проведенный анализ показал, что показатели опытных образцов почвы не превышают требованиям научно-технической документации ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства» [16, 17]. По содержанию

мышьяка почва с опытного участка имеет меньшее его содержание по сравнению с контрольным участком. В пробах отсутствуют патогенные микроорганизмы, в т.ч сальмонеллы, сульфит редуцирующие бактерии, цисты кишечных патогенных простейших, яйца и личинки гельминтов, БГКП и энтерококки – менее 1 кл/г. Также содержание тяжелых металлов, таких как свинец, кадмий, ртуть и мышьяк, природных и техногенных радионуклидов соответствует требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям из отходов птицеводства (ГОСТ Р 53117-2008, НРБ-99/2009) и не превышает ОДК для почвы [18, 19, 20].

В таблице 3 представлены сравнительные данные показателей почвы до посева в 2023 году и после уборки урожая в 2023 году для двух опытов (Опыт 1 и Опыт 2) на двух разных датах (11 мая 2023 года и 7 августа 2023 года).

В таблице приведены следующие показатели: pH водного вытяжения, pH солевого вытяжения, массовая доля K_2O , массовая доля P_2O_5 , массовая доля органических веществ, щелочногидролизующий азот [21].

Таблица 3 - Сравнительные данные показателей почвы до посева и после уборки урожая

Наименование показателя	2022 год до посева		2022 год после уборки урожая	
	Опыт 1 08.05.2022	Опыт 2 08.05.2022	Опыт 1 04.08.2022	Опыт 2 04.08.2022
pH водной вытяжки	6,8	6,9	7,2	7,0
pH солевой вытяжки	6,0	7,1	6,1	6,4
Массовая доля K_2O , мг/кг	652	700	279	1214
Массовая доля P_2O_5 , мг/кг	113	149	292	919
Массовая доля органического вещества, %	7,04	5	3,92	6,31
Щелочногидрол. азот	111	85	119	189

Сравнение этих показателей между опытами и датами позволяет оценить изменения в почвенных свойствах в результате использования куриного помета и куриного помета, обработанного препаратом "Мефосфон" [22]. Диаграмма (рисунок) позволяет более наглядно сравнить и анализировать данные, представленные в таблице 3. На диаграмме можно увидеть

изменения в показателях почвы до и после посева, а также различия между опытами. В целом, результаты исследования подтверждают эффективность использования куриного помета в качестве удобрения для выращивания озимой пшеницы, что способствует улучшению урожайности и качества зерна. Полученная почва безопасна для человека и производства сельскохозяйственной продукции.

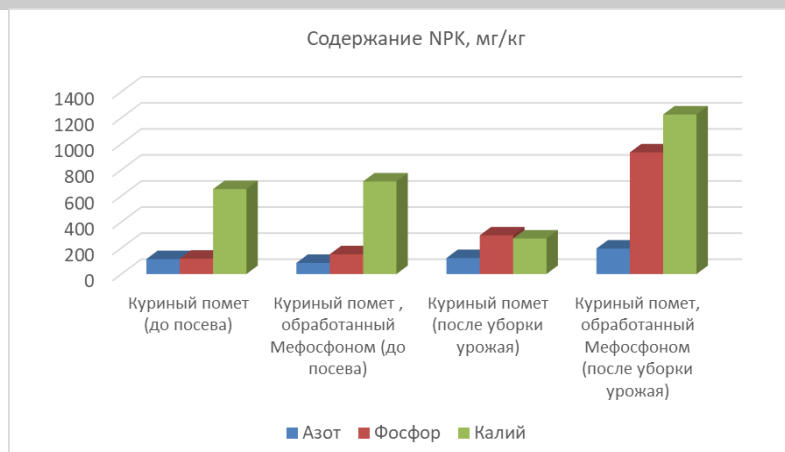


Рисунок - Сравнительные данные показателей NPK

Выводы. В ходе испытаний получено биоудобрение «Улучшитель почв УП-1», соответствующее физико-химическим и санитарно-биологическим характеристикам требованиям ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства».

Предложенная технология переработки отходов птицеводства улучшит экологическую обстановку вокруг современных птицефабрик, снизит использование необработанного куриного помёта в качестве удобрений,

заменяя его на более высококачественные и экологически чистые органические удобрения, образующиеся в результате анаэробной утилизации помёта. Данная технология позволит увеличить в почве на 6,9% содержание органического вещества, в 1,7 раза массовую долю подвижного калия, в 6,1 раза массовую долю подвижного фосфора, также увеличивается скорость переработки помёта и, как следствие, сокращается время пребывания помёта в компосте до нескольких дней.

Литература

1. Предпосевная обработка семян пшеницы гормонпродуцирующими бактериями повышает урожайность растений пшеницы при засолении / Т. Н. Архипова, Е. В. Мартыненко, Г. В. Шарипова, Л. Ю. Кузьмина // Экобиотех. 2020. Т. 3. № 1. С. 79-85. <https://doi.org/10.31163/2618-964X-2020-3-1-79-85>.
2. Перспективы проектирования биогазовых установок / Ю. Х. Шогенов, А. Г. Фиашев, М. М. Хамоков, О. Х. Кильчукова // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики В.М. Кокова. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В.М. Кокова, 2021. С. 356-359.
3. Свалова М. В. К оценке азотного баланса при утилизации осадков сточных вод и животноводческих стоков методом анаэробного сбраживания, используемых в качестве удобрения // Вестник НГИЭИ. 2022. № 11(138). С. 7-18. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2022-11-7-18>.
4. Энергетический потенциал метанообразования при анаэробном разложении органической составляющей отходов / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, З. М. Халиуллина, Ю. Х. Шогенов // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 67-75.
5. Агротехнические мероприятия по вовлечению в сельскохозяйственный оборот галечниковых земель под сады / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2023. № 7(146). С. 7-18. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2023-7-7-18>.
6. Паршикова М. В., Паршиков С. Г., Булатова Н. Ю. К методике определения токсичности в пробах сточных вод и животноводческих стоков в лаборатории "Биотехнологии" // Вестник НГИЭИ. 2024. № 1(152). С. 18-28. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2024-1-18-28>.
7. Makkar A., Parkash C., Singh J., Vermicompost and vermiwash as supplement to improve seedling, plant growth and yield in linum usitatissimum L. For organic agriculture // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2017 6. 203-218. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0168-4>.
8. Халиуллин Ф. Х., Медведев В. М., Халиуллин А. Ф. Программа определения эксплуатационных показателей двигателей мобильных машин при эксплуатационных условиях с учетом их динамических характеристик // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2014662128. Заявка № 2014618754 от 25.08.2014.
9. The use of zeolites for biogas purification in agricultural production / V. P. Druzyanova, S. A. Petrova, N. S. Khiterkheeva [et al.] // E3S Web of Conferences: 13, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. Rostovon-Don, 2020. P. 12012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017512012>.
10. Влияние препарата Мефосфон на эффективность процесса получения биогаза и утилизации углеродсодержащих отходов / И. Х. Гайфуллин, З. М. Халиуллина, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 19-26. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-19-26>.
11. Халиуллин Ф. Х., Яхин С. М., Иمامев А. З. и др. Регулируемое навесное устройство трактора // Патент на полезную модель № 214568, 03.11.2022.
12. Курдюмов В. И., Мударисов С. Г., Татаров Г. Л. Оптимизация конструктивных параметров и режимов работы сошника для разнорядового высева семян и удобрений // Вестник Башкирского ГАУ. 2016. № 1(37). С. 79-84.

13. Лукаткин А. С., Шевцова Е. А., Варламов А. А. Агроэкологическая оценка использования куриного помета при выращивании злаковых культур // Материалы международной научно-практической конференции «Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах». Нижний Новгород: Нижегородский институт управления, 2014. С. 95-98.
14. Рабочая секция для полосовой обработки почвы / В. В. Тихонов, С. Г. Мударисов, З. С. Рахимов [и др.] // Сельский механизатор. 2016. № 1. С. 6-7.
15. Влияние агротехнических приемов на процесс промерзания почвы / А. К. Алашев, Ю. А. Шекичаев, А. Г. Фиашев, Л. З. Шекичаева // Инновации и продовольственная безопасность. 2023. № 2(40). С. 95-104. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2023-40-2-95-104>.
16. Цифровые решения для почвообрабатывающей техники / Д. Т. Халиуллин, А. В. Дмитриев, Х. Карадаг, Б. Г. Зиганшин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 592-603.
17. Теоретические исследования катка для малогабаритной почвообрабатывающей машины / Г. С. Юнусов, Н. Н. Андержанова, А. В. Алешкин [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т. 16. № 2(62). С. 80-85. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-80-85>.
18. Каменев Р. А., Бельгин А. А., Баленко Е. Г. Эффективность применения куриного помета в звене полевого севооборота кукуруза на зерно - яровой ячмень - озимая пшеница // Труды Кубанского ГАУ. 2014. № 48. С. 54-56.
19. Resource-saving technology for manufacturing of environmentally-friendly organic fertilizers / V. P. Druzyanova, S. A. Petrova, M. K. Okhlopkova, Yu. A. Sergeev // Dyna. 2018. Vol. 93. No 4. P. 398-403. <https://doi.org/10.6036/8598>.
20. Biogas production from undiluted chicken manure and maize silage: a study of ammonia inhibition in high solids anaerobic digestion / A. Sun, W. Cao, C.J. Banks, S. Heaven, R. Liu // Bioresource Technology. 2016. 218. 1215-1223. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.07.082>
21. The use of the Mephosphon drug to accelerate the process of biogas output and ripening of organic wastes / Z. Khaliullina, Yu. Shogenov, I. Gayfullin [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00127. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700127>
22. Рекомендации по обработке, утилизации и обеззараживанию органических отходов сельскохозяйственного производства применением биологически активного препарата - "Мефосфон" в аэробных и анаэробных условиях / Ф. С. Сибгатуллин, З. М. Халиуллина, А. С. Ганиев, И. Х. Гайфуллин. Казань: Казанский ГАУ, 2021. 30 с.

Конфликт интересов

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

Сведения об авторах:

Халиуллина Зульфия Мусавиховна – кандидат химических наук, доцент, e-mail: khaliullinaz@mail.ru
 Ганиев Алмаз Салыхудинович – кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: ganiev-almaz@mail.ru
 Гайфуллин Ильнур Хамзович – старший преподаватель, e-mail: ilnur-gai@yandex.ru
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

THE EFFECTIVENESS OF USING CHICKEN MANURE DURING THE CULTIVATION OF WINTER WHEAT GRAIN

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

Abstract. In this paper, the possibility and effectiveness of using chicken manure as an organic fertilizer "Soil improver (UP-1)" is studied. "Soil improver (UP-1)" was obtained by adding the plant growth regulator "Mephosphone" to chicken manure. The drug "Mephosphone" is intended for the cultivation of grain crops, as well as the production of organic products. Experimentally, the prospects of using the drug "Mephosphone" to accelerate the processing of organic waste have been revealed. As a result of the research, field data were obtained on the cultivation of winter wheat of the Kazanskaya 560 Elite variety in the fields of JSC Agrofirma Ak Bars - Pestretsy. The introduction of chicken manure - "Soil improver (UP-1)", treated with the drug "Mephosphone" was carried out according to the described method. The local variety of winter wheat "Kazanskaya 560" Elite with a seeding rate of 280 kg/ha was used as an experimental crop. The predecessor was perennial herbs. Before the experiment and after harvesting, soil was selected for analysis from both experimental fields with an area of 300 hectares from 6 random plots at a layer depth of 0-20 cm. As a result of field tests, an increase in the yield of grain of the Kazanskaya 560 Elite variety was recorded when applying chicken manure. In the experimental plots, the yield was 33.5 and 36.0 c/ha. The grown grain with the use of chicken manure treated with the preparation "Mephosphone" meets the basic quality requirements and is practically not inferior to the grain of the control group, which allows it to be freely used for processing into flour of proper quality. Analysis of the indicators of experimental soil samples shows that they do not exceed the requirements of scientific and technical documentation. Thus, the resulting soil is safe for humans and agricultural production. The proposed technology for processing poultry waste will improve the environmental situation around modern poultry farms, reduce the use of unprocessed chicken manure as fertilizers, replacing it with higher-quality and environmentally friendly organic fertilizers formed as a result of anaerobic disposal of manure.

Keywords: "Soil improver", Mephosphone, organic fertilizer, utilization, chicken manure, yield, agriculture.

For citation: Khaliullina Z.M., Ganiev A.S., Gayfullin I. Kh. The effectiveness of using chicken manure during the cultivation of winter wheat grain. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2024; 2 (10): 48-53

References

1. Arhipova T. N., Martynenko E. V., Sharipova G. V. [Pre-sowing treatment of wheat seeds with hormone-producing bacteria increases the yield of wheat plants during salinization]. *Jekobiotech*. 2020; 3/1: 79-85. <https://doi.org/10.31163/2618-964X-2020-3-1-79-85>.
2. Shogenov Ju. H., Fiapshiev A. G., Hamokov M. M. [Prospects for the design of biogas plants]. *Sbornik nauchnyh*

trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 80-letiju so dnja rozhdenija pervogo Prezidenta Kabardino-Balkarskoj Respubliki V.M. Kokova. Na'chik: Kabardino-Balkarskij GAU imeni V.M. Kokova, 2021; 356-359.

3. Svalova M. V. [To assess the nitrogen balance in the utilization of sewage sludge and livestock effluents by anaerobic digestion used as fertilizer]. Vestnik NGIJeI. 2022; 11(138): 7-18. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2022-11-7-18>.

4. Gajfullin I. H., Ziganshin B. G., Haliullina Z. M. [The energy potential of methane formation during the anaerobic decomposition of the organic component of waste]. Sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 100-letiju Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Kazan': Kazanskij GAU, 2022; 67-75.

5. Apazhev A. K., Shekihachev Ju. A., Hazhmetov L. M. [Agrotechnical measures to involve pebble lands for gardens in agricultural turnover]. Vestnik NGIJeI. 2023; 7(146): 7-18. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2023-7-7-18>.

6. Parshikova M. V., Parshikov S. G., Bulatova N. Ju. [On the methodology for determining toxicity in samples of wastewater and livestock effluents in the laboratory of Biotechnology]. Vestnik NGIJeI. 2024; 1(152): 18-28. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2024-1-18-28>.

7. Makkar A., Parkash C., Singh J. [Vermicompost and vermiwash as supplement to improve seedling, plant growth and yield in linum usitassimum L. for organic agriculture]. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2017; 6: 203-218. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0168-4>

8. Haliullin F. H., Medvedev V. M., Haliullin A. F. [A program for determining the performance of mobile machine engines under operating conditions, taking into account their dynamic characteristics]. Svidetel'stvo o registracii programmy dlja JeVM RUS 2014662128. Zayavka № 2014618754 ot 25.08.2014.

9. Druzyanova V. P., Petrova S. A., Khiterkheeva N. S. [The use of zeolites for biogas purification in agricultural production]. E3S Web of Conferences: 13, Rostovon-Don, February 26-28, 2020. Rostovon-Don, 2020; 12012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017512012>.

10. Gajfullin I. H., Haliullina Z. M., Ziganshin B. G. [The effect of the drug Dimephosphone on the efficiency of the biogas production process and the disposal of carbonaceous waste]. Vestnik Kazanskogo GAU. 2021; 16. 3(63): 19-26. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-19-26>

11. Haliullin F. H., Jahin S. M., Imameev A. Z. [Adjustable tractor attachment]. Patent na poleznuju model' № 214568, 03.11.2022

12. Kurdjumov V. I., Mudarisov S. G., Tatarov G. L. [Optimization of design parameters and operating modes of the couler for multi-level sowing of seeds and fertilizers]. Vestnik Bashkirskego GAU. 2016; 1(37): 79-84.

13. Lukatkin A. S., Shevcova E. A., Varlamov A. A. [Agroecological assessment of the use of chicken manure in the cultivation of cereals]. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Perspektivy i problemy razmeshhenija othodov proizvodstva i potreblenija v agrojekosistemah». Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskij institut upravlenija, 2014; 95-98.

14. Tihonov V. V., Mudarisov S. G., Rahimov Z. S. [Working section for strip tillage]. Sel'skij mehanizator. 2016; 1: 6-7.

15. Apazhev A. K., Shekihachev Ju. A., Fiapshev A. G. [Digital solutions for tillage machinery]. Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost. 2023; 2(40): 95-104. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2023-40-2-95-104>.

16. Haliullin D. T., Dmitriev A. V., Karadag H. [The influence of agrotechnical techniques on the process of soil freezing]. Global'nye vyzovy dlja prodovol'stvennoj bezopasnosti: riski i vozmozhnosti: Nauchnye trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kazan': Kazanskij GAU, 2021; 592-603.

17. Junusov G. S., Anderzhanova N. N., Aleshkin A. V. [Theoretical studies of a roller for a small-sized tillage machine]. Vestnik Kazanskogo GAU. 2021; 16(2(62)): 80-85. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-80-85>.

18. Kamenov R. A., Bel'gin A. A., Balenko E. G. [The effectiveness of using chicken manure in the link of field crop rotation corn for grain - spring barley - winter wheat]. Trudy Kubanskogo GAU. 2014; 48: 54-56.

19. Druzyanova V. P., Petrova S. A., Okhlopova M. K. [Resource-saving technology for manufacturing of environmentally-friendly organic fertilizers]. Dyna. 2018; 93/4: 398-403. <https://doi.org/10.6036/8598>.

20. Sun A., Cao W., Banks C. J. [Biogas production from undiluted chicken manure and maize silage: a study of ammonia inhibition in high solids anaerobic digestion]. Bioresource Technology. 2016; 218: 1215-1223. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.07.082>

21. Khaliullina Z., Shogenov Yu., Gayfullin I. [The use of the Mephosphon drug to accelerate the process of biogas output and ripening of organic wastes]. Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). Kazan: EDP Sciences, 2020; 00127. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700127>

22. Sibagatullin F. S., Haliullina Z. M., Ganiev A. S. [Recommendations for the treatment, disposal and disinfection of organic waste from agricultural production using a biologically active drug - "Mephosphone" in aerobic and anaerobic conditions]. Kazan': Kazanskij GAU, 2021; 30.

Conflict of interest

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

Authors:

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

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

Ilmur Khamzovich Gayfullin – Senior Lecturer at the Department, e-mail: ilmur-gai@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ МУКИ ИЗ ВЫСУШЕННЫХ ЛИЧИНОК *LUCILIA CAESAR*

Е. Е. Куренков

Реферат. Целью исследований являлось изучение влияния комбикорма с добавлением муки из высушенных личинок мухи *Lucilia Caesar* на морфологические и биохимические показатели крови молодняка перепелов. Эксперимент был проведен на 160 перепелятах породы Феникс в возрасте 10 суток, из которых по принципу сбалансированных групп сформировали две группы. Результаты анализов показали, что все изученные показатели крови подопытной птицы находились в пределах физиологической нормы. При скормлинии комбикорма с протеиновой добавкой из муки личинки *Lucilia Caesar* достоверно в сыворотке крови перепелов второй группы уменьшилось содержание альбуминов на 2,0 г/л ($p \geq 0,05$), глобулинов - на 1,0 г/л ($p \geq 0,05$), мочевины - на 0,24 ммоль/л ($p \geq 0,01$). Вероятно, понижение альбуминов и мочевины в крови перепелов второй группы свидетельствует о том, что они участвуют в синтезе белков. Гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ) - фермент, участвующий в обмене аминокислот. Катализирует перенос гамма - глутамилового остатка с гамма-глутамилового пептида на аминокислоту, другой пептид или, при гидролизе, на воду. Активность фермента в крови повышается при заболеваниях печени. В нашем эксперименте уменьшение содержания ГГТ на 2,66 ед/л в крови птицы, получавшей муку из личинок мухи *Lucilia Caesar*, вероятно, свидетельствует об активизации синтеза аминокислот в организме, что вполне согласуется с данными среднесуточных приростов подопытной птицы. Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) в крови - это фермент, локализующийся внутри клеток. В состав обязательно входят ионы цинка. Основная функция - катализировать процесс окисления молочной кислоты до пирувата. При заболеваниях, сопровождающихся повреждением тканей и разрушением клеток, активность ЛДГ в крови повышается. В связи с этим она является важным маркером тканевой деструкции. По нашим данным, в крови подопытной птицы второй группы уровень ЛДГ достоверно уменьшился на 2909,75 ммоль/л ($p \leq 0,05$), что свидетельствует об улучшении функциональной активности печени.

Ключевые слова: перепела, *Lucilia Caesar*, личинка, кормовая добавка, кровь, морфология, биохимия.

Для цитирования: Куренков Е.Е. Показатели крови перепелов при скормлинии муки из высушенных личинок *Lucilia Caesar* // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 54-59

Введение. В мировом сообществе активно обсуждаются перспективы использования в птицеводстве и животноводстве белка насекомых в качестве альтернативы мясной и соевой муке. В сравнении с растениями и теплокровными животными, насекомые имеют много преимуществ: они быстро размножаются, их белок богат аминокислотами, многие виды насекомых можно выращивать на субстрате, содержащем органические отходы, что особенно актуально с точки зрения защиты природных экосистем [1, 2, 3].

Исследования показали, что биомасса насекомых — высокопитательный кормовой продукт, содержащий 40-70% сбалансированного по аминокислотному составу белка, 35% липидов, витамины, микро- и макроэлементы [4, 5, 6].

Одним из наиболее перспективных видов считается муха *Hermetia Illucens* (черная львинка) [7, 8, 9]. Изучено применение высушенных и частично обезжиренных личинок мух этого вида в качестве источника протеина для мясных перепелов [10], свиней [11] и цыплят-бройлеров [12,13, 14], доказана эффективность применения в аквакультуре [15, 16, 17], в том числе прудовом [18].

Нужно отметить, что при изменении рационов кормления и применение новых кормовых средств необходимо глубокое изучение влияния их не только на продуктивные

показатели, но и физиологическое состояние и показатели крови. Как известно, качественный и количественный состав крови относительно стабилен и постоянен, что обусловлено регуляцией обменных процессов нервной и гуморальной системами, но при определенных условиях он может претерпевать изменения, при этом существует зависимость от породы, пола, возраста, факторов внешней среды, уровня кормления. Гематологические и биохимические показатели крови могут служить критерием для объективной оценки внутренней среды организма, уровня обменных процессов, активности его защитных систем, по которым можно судить не только о здоровье и физиологическом состоянии организма, но и об уровне продуктивности [14].

По данным исследователей, изучавших эффекты применения кормовых добавок из биомассы насекомых, установлено, что альтернативные источники протеина повышают среднесуточные приросты и массу животных, а также влияют на показатели крови.

По данным Г.В. Ильиной и др. (2021) энтомологическая кормовая добавки из вегетативного мицелия (гриба трутовика лакированного) достоверно повысило содержание общего белка в сыворотке крови сельскохозяйственной птицы на 6,8-9,2% и альбуминов на 9-12%. Как известно, уровень альбумина является своеобразным маркером нарушения анабо-

лических процессов в организме, причиной чего могут быть как патологии различного генеза, так и недостаточное поступление белков с пищей. Установлено также, что в сыворотке птиц экспериментальной группы повысилось содержание холестерина за счет увеличения содержания фракции ЛПВП [12].

По данным А. А. Хафизовой и др. (2023) при скормливания цыплятам-бройлерам личинок черной львинки в высушенном виде интенсивность их роста увеличилась на 2,0%, в натуральном виде - на 1,4% по сравнению с контролем. Сохранность у цыплят-бройлеров опытных групп была выше в среднем на 10,0-12,5%. Данные анализа биохимии крови подопытных цыплят-бройлеров свидетельствовали о повышении уровня глюкозы в опытных группах в среднем в 1,5 раза и более эффективной трансформации белка корма в белок собственного тела птицы [13].

Другим видом насекомых, который также имеет перспективу использования в кормлении птицы, являются мухи популяции *Lucilia Caesar* (обыкновенная зелёная падальница). В России исследованиями *Lucilia Caesar*, как источника альтернативного белка, занимается ООО «Новые Биотехнологии» [14]. Имеются сведения об использовании личинок мухи *Lucilia Caesar* в кормлении индюков и свиней. По данным Е.А. Романенко и А.И. Истомина (2020), добавка муки из личинок мух *Lucilia Caesar* в количестве 5,0% и 7,5% в рацион индюшат повышает живую массу самок относительно контроля на 8,7% -12,2% и самцов - 6,2% и 8,6%, уменьшает затраты корма на единицу прироста живой массы [18].

В.В. Федорова с коллегами (2022) изучили эффективность использования белково-липидного концентрата из личинок мух популяции *Lucilia Caesar* в кормлении индюшат кросса BIG-6. Выявлено положительное влияние кормовой добавки на биоконверсию питательных веществ корма, баланс и использование азота, мясную продуктивность и качество мяса [19].

Р.В. Некрасов с коллегами (2019) изучили влияния скормливания поросётам на откорме взамен рыбной муки белково-липидного концентрата из личинок мухи *Lucilia Caesar* в количестве 1,5%, 0,5% и 1,0% от массы комбикорма. Установили, что биохимические показатели крови и неспецифической резистентности у животных в целом находились в пределах физиологически допустимых величин и достоверно не различались между группами. У поросёлят опытных групп в сравнении с контролем отмечалось достоверное увеличение в сыворотке крови билирубина на 4,177 мкмоль/л (II опытная группа; $p \leq 0,05$) и 7,25 мкмоль/л (III опытная группа; $p \leq 0,01$) на фоне снижения уровня общего белка (на 2,4-7,6 г/л; $p \leq 0,05$). У поросёлят III опытной группы отмечено достоверное увеличение уровня кальция в крови ($p \leq 0,05$), что подтверждает лучшее его использование с вводом 2% белково-липидного

концентрата в рацион. Установлено, что применение белково-липидного концентрата в количестве до 2% от массы комбикорма улучшает микробиом кишечника и повышает продуктивность поросёлят [20].

М.С. Журавлевым и др. (2020) изучена усвояемость аминокислот в организме цыплят-бройлеров при добавке в комбикорма муки из личинок *Lucilia Caesar*. Установлено, что белок личинок представляет собой ценный источник усвояемых аминокислот. Идеальная усвояемость аминокислот белкового концентрата из личинок мух рода *Lucilia L.* (кажущаяся и стандартизированная в среднем составила 79,3% и 80,7%). Использование в рационе цыплят-бройлеров белкового концентрата из личинок мух положительно повлияло на обмен веществ за счет увеличения активности аланинаминотрансферазы на 23,5% ($p \leq 0,05$) и снижения активности аспартатаминотрансферазы на 24,6% ($p \leq 0,05$), а также повышения ($p \leq 0,05$) содержания общего белка в крови на 20,0% и гемоглобина на 4,2% по сравнению с контролем [21].

Учитывая перспективность применения личинок мух в качестве кормовых добавок, целью данной работы являлась изучение влияния скормливания в составе комбикорма взамен соевого жмыха муки из личинок мухи *Lucilia Caesar* на морфологические и биохимические показатели крови молодняка перепелов.

Условия, материалы и методы. Эксперимент был проведен на 160 перепелатах породы Феникс в возрасте 10 суток, из которых по принципу сбалансированных групп сформировали две группы. Птица обеих групп содержалась в одинаковых условиях (клеточное оборудование со свободным доступом к корму и воде) и получала полнорационный комбикорм в соответствии с зоотехническими нормами (А.П. Калашников и др., 2003). Перепелата первой контрольной группы для балансирования рациона по протеину получали соевый жмых, в рационах перепелат второй подопытной группы соевый жмых эквивалентно по протеину был заменен мукой из высушенных личинок *Lucilia Caesar*. Протеиновая добавка была получена путем высушивания живых личинок в сушильном шкафу при температуре $60 \pm 5^\circ \text{C}$ до постоянной массы. Продолжительность опыта составила 28 суток. В течение опыта постоянно проводили наблюдения за физиологическим состоянием птицы. В конце учетного опыта у подопытной птицы перед утренним кормлением из подключичной вены были взяты пробы крови для определения морфологических и биохимических показателей. Образцы крови хранились в вакуумных пробирках для взятия крови с антикоагулянт-ом ЭДТА-K2 и «активатор свертывания с гелем». Гематологические показатели крови определяли по следующим методикам: концентрацию гемоглобина (Hb) - колориметрическим гемоглобинцианидовым методом

с использованием специального набора реактивов «Агат», измерения проводили на планшетном спектрофотометре EpochBioTek (США); подсчет числа форменных элементов лейкоцитов (WBC) и эритроцитов (RBC) осуществляли в камере Горяева на световом микроскопе «Nikon H550S»; средний объем эритроцита (MCV), содержание гемоглобина в отдельном среднем эритроците (MCH) и цветовой индекс определяли расчетным методом. Биохимические показатели крови определяли на автоматическом биохимическом анализаторе АРД-200.

Цифровой материал, полученный в результате исследований, обработан по стандартным программам вариационной статистики. Статистическую обработку данных производили с помощью программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office 2016. Разницу по средним показателям считали достоверной

по *t* - критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Результаты анализов показали, что все изученные показатели крови подопытной птицы находились в пределах физиологической нормы, но кормление опытных групп оказало определенное влияние на морфологические и биохимические показатели крови.

При скормливания комбикорма с протеиновой добавкой из муки личинки *Lucilia Caesar* достоверно увеличилось в крови перепелов второй группы содержание гемоглобина в отдельном эритроците на 44,10 пкл, средний объем эритроцита на 173,70 пкл, цветовой показатель на 1,36 ед., уменьшилось содержание лейкоцитов и эритроцитов на $3,34 \times 10^9/\text{л}$, $0,81 \times 10^{12}/\text{л}$ ($p \leq 0,001$). Вероятно, оптимизация белкового питания повышает массу отдельного эритроцита, что свидетельствует о насыщенности крови кислородом (табл. 1).

Таблица 1 - Морфологические показатели крови подопытных перепелов (n=9)

Показатель	I группа контрольная	II группа подопытная
Гемоглобин, г/л	105,83±5,37	101,73±2,49
СОЭ, мм/ч	3,67±1,20	2,83±0,33
Гематокрит, %	41,0±0,58	39,33±0,67
Количество эритроцитов, $10^{12}/\text{л}$	2,00±0,01	1,09±0,01***
Количество лейкоцитов, $10^9/\text{л}$	13,67±0,44	10,33±0,17***
Содержание гемоглобина в отдельном эритроците, пкл	48,00±2,27	92,10±2,95***
Средний объем эритроцита, пкл	186,10±3,18	359,80±6,30***
Цветовой показатель, ед.	1,44±0,07	2,80±0,09***

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$

Биохимические показатели крови подопытных перепелов представлены в таблице 2. При скормливания комбикорма с протеиновой добавкой из муки личинки *Lucilia Caesar* достоверно в сыворотке крови перепелов второй группы уменьшилось содержание альбуминов на 2,0 г/л ($p \leq 0,05$), глобулинов - на 1,0 г/л ($p \leq 0,05$), мочевины - на 0,24 ммоль/л ($p \leq 0,01$). Вероятно, понижение альбуминов и мочевины в крови перепелов второй группы свидетельствует о том, что они участвуют в синтезе белков. Гамма-глутамилтрансфераза

(ГГТ) - фермент, участвующий в обмене аминокислот. Катализирует перенос гамма - глутамилового остатка с гамма-глутамилового пептида на аминокислоту, другой пептид или, при гидролизе, на воду. Активность фермента в крови повышается при заболеваниях печени. В нашем эксперименте уменьшения содержания ГГТ на 2,66 ед/л в крови птицы, получавшей муку из личинок мухи *Lucilia Caesar*, вероятно, свидетельствует об активизации синтеза аминокислот, что вполне согласуется с данными среднесуточных приростов птицы.

Таблица 2 - Биохимические показатели крови подопытных перепелов (n=5)

Показатель	I группа контрольная	II группа подопытная
Общий белок, г/л	28,0±1,16	25,0±0,58
Альбумины, г/л	13,67±0,67	11,67±0,33*
Глобулины, г/л	14,33±0,07	13,33±0,33*
Амилаза, ед/л	413,33±158,24	423,0±188,48
Глюкоза, ммоль/л	17,23±1,43	17,37±0,38
Мочевина, ммоль/л	0,94±0,01	0,70±0,03**
Холестерин, ммоль/л	6,12±0,60	6,24±0,15
Щелочная фосфатаза, ед/л	2644,0±279,07	2697,0±61,21
Мочевая кислота, мкмоль/л	290,67±47,46	253,33±23,15
Триглицериды, ммоль/л	0,87±0,11	0,99±0,15
Креатинин, мкмоль/л	48,23±1,92	45,0±1,10
Билирубин общий, мкмоль/л	1,31±0,08	1,24±0,03
АСТ, ед/л	225,0±6,51	241,67±1,86
АЛТ, ед/л	10,0±1,53	9,33±0,33
ГГТ, ед/л	4,33±0,88	1,67±0,33*
ЛДГ, ед/л	4048,68±92,21	1138,93±590,18*

Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) в крови – это фермент, локализуемый внутри клеток. В состав обязательно входят ионы цинка. Основная функция – катализировать процесс окисления молочной кислоты до пирувата. При заболеваниях, сопровождающихся повреждением тканей и разрушением клеток, активность ЛДГ в крови повышается. В связи с этим она является важным маркером тканевой деструкции. По нашим данным, в крови

подопытной птицы второй группы уровень ЛДГ уменьшился на 2909,75 ммоль/л ($p \leq 0,05$), что свидетельствует об улучшении функциональной активности печени.

Выводы. Таким образом, исследований показали, что скормливание в составе комбикорма муки из личинок мухи *Lucilia Caesar* не оказало отрицательного влияния на изученные морфологические и биохимические показатели крови подопытных перепелов.

Литература

1. Люпин в кормлении кур-несушек родительского стада / Е. Н. Андрианова, И. А. Егоров, Е. Н. Григорьева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 2. С. 326-336. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.326rus>
2. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок *Hermetia illucens* в рационе рыб / Н. А. Ушакова, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых, А. И. Бахраков, Д. С. Павлов // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 3. С. 293-300. <https://doi.org/10.31857/S0002332920030108>
3. Koutsos L. Insect composition and uses in animal feeding. Applications: a brief review // J. Annals of the Entomological Society of America. 2019. № 112. P. 544–551. <https://doi.org/10.1093/aesa/saz033>
4. Morales-Ramos J. A., Guadalupe Rojas M., Shapiro-Ilan David. Mass Production of Beneficial Organisms, Invertebrates and Entomopathogens // Typeset of TNQ Books and Journals Pvt. 2014. № 16. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391453-8.00001-7>
5. State-of-the-art on use of insects as animal feed / H. P. S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé, P. Ankers // Anim. Feed Sci. Technol. 2014. № 197. P. 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2014.07.008>
6. Use of insects for fish and poultry compound feed in sub-Saharan Africa – a systematic review / G. Ssepuuya et al. // Journal of Insects as Food and Feed. 2017. Т. 3, № 4. P. 289–302. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0007>
7. Щукина С., Горст К. Насекомые - нетрадиционный источник протеина // Животноводство России. 2018. № 7. С. 60-61.
8. Рудаков О. Б., Рудакова А. В. Съедобные насекомые – альтернатива животному белку // Мясные технологии. 2019. № 11. С. 18-21. <https://doi.org/10.33465/2308-2941-2019-11-18-21>
9. Шевченко Н.И., Гусева Ю.А., Длусская Ю.С. Перспективы использования личинок чёрной львинки (*Hermetia illucens*) в качестве белка в рационах сельскохозяйственных животных // Инновационная траектория развития современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. 2022. С. 192-201.
10. Динамика живой массы и мясная продуктивность перепелов при дополнении рациона кормления личинками мухи Черная львинка / Р. М. Папаев, А. М. Ежкова, А. И. Гирфанов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 4, № 252. С. 186-190. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_186
11. Питательные свойства личинок *Hermetia illucens* L.— нового кормового продукта для молодняка свиней / Р. В. Некрасов, М. Г. Чабаев, А. А. Зеленченкова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 2, № 54. С. 316-325. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.316>
12. Влияние кормовой добавки энтомологического происхождения на биохимические и продуктивные показатели сельскохозяйственной птицы / Г. В. Ильина, Д. Ю. Ильин, Л. Л. Ошкина [и др.] // Нива Поволжья. 2021. Т. 2, № 59. С. 106-114. <https://doi.org/10.36461/NP.2021.59.2.016rus>
13. Хафизова Г. Р. Башаров А. А., Барышев А. Е. Интенсивность роста и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при скормливание личинок черной львинки // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXXIII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2023», Уфа, 22–24 марта 2023 года. – Уфа, 2023. С. 217-221.
14. Романенко Е. А., Истомин А. И. Интенсивность роста и развития индюшат-бройлеров кросса Big-6 при использовании белка из личинок мух популяции *Lucilia Caesar* // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. №157. С. 136-144. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-157-011>
15. Использование личинки черной львинки (*Hermetia illucens*) в качестве кормового объекта в аквакультуре и утилизации органических отходов / С. Асылбекова, Р. Бараков, А. Мухрамова, Е. Булавин // Гылым және білім журналы. 2022. Т. 2, № 2. С. 112-122. <https://doi.org/10.56339/2305-9397-2022-2-2-112-122>
16. Васильев А.А., Кузнецов М.Ю., Серебрянский Д.Н. Перспективы использования личинок мух в кормлении рыб // Рыбное хозяйство. 2017. №3. С. 95-99.
17. Sanchez-Muros M., Barroso F., Manzano-Agugliaro F. Insect meal as renewable source of food for animal feeding // Journal of Cleaner Production . 2014. №65. С. 16-27. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.11.068>
18. Туйчиев К., Курбанов А. Выращивание чёрных львинок (*Hermetia illucens*) в качестве естественного корма для рыб // Перспективы развития ветеринарной науки и её роль в обеспечении пищевой безопасности. 2022. Т. 1, №2. С. 192-195. <https://doi.org/10.47689/978-1-957653-01-3-PDVSREFS-II-2022-pp192-195>
19. Федорова В. В., Бараников В. А., Романенко Е. А. Использование кормовой добавки из личинок мух *Lucilia Caesar* в кормлении индюшат // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. Т. 4, № 201. С. 44-58. <https://doi.org/10.33920/sei-05-2204-05>
20. Источник протеина из личинок мух в рационах поросят на дорашивании / Р. Некрасов, М. Чабаев, А. Зеленченкова, М. Журавлев // Комбикорма. 2019. №3. С. 41-43. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2019-03-3-052>

21. Журавлев М. С., Вертипрахов В. Г., Кошечев М. В. Стандартизированная идеальная усвояемость аминокислот белкового концентрата на основе личинок мух *Lucilia spp. (Diptera: Calliphoridae)* и его влияние на показатели крови у цыплят-бройлеров (*Gallus gallus L.*) // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 6, №55. С. 1233-1244. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1233rus>.

Сведения об авторах:

Куренков Евгений Евгеньевич - аспирант, e-mail: kurenkovwork11@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5489-0892>

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

INDICATORS OF BLOOD QUAILS WHEN FEEDING FLOUR FROM DRIED LARVAE OF *LUCILIA CAESAR*
E. E. Kurenkov

Abstract. The aim of the research was to study the effect of compound feed with the addition of flour from dried larvae of the *Lucilia Caesar* fly on the morphological and biochemical parameters of the blood of young quails. The experiment was conducted on 160 Phoenix quail at the age of 10 days, of which two groups were formed according to the principle of balanced groups. The results of the tests showed that all the studied blood parameters of the experimental bird were within the physiological norm. When feeding compound feed with a protein supplement from flour of the *Lucilia Caesar* larva, the content of albumins in the blood serum of quails of the second group decreased by 2.0 g/l ($p \leq 0.05$), globulins - by 1.0 g/l ($p \leq 0.05$), urea - by 0.24 mmol/l ($p \leq 0.01$). Probably, a decrease in albumins and urea in the blood of quails of the second group indicates that they are involved in protein synthesis. Gamma-glutamyltransferase (GGT) is an enzyme involved in amino acid metabolism. Catalyzes the transfer of a gamma - glutamyl residue from a gamma-glutamyl peptide to an amino acid, another peptide, or, during hydrolysis, to water. The activity of the enzyme in the blood increases in liver diseases. In our experiment, a decrease in the GGT content by 2.66 u/l in the blood of a bird receiving flour from the larvae of the *Lucilia Caesar* fly probably indicates an activation of amino acid synthesis in the body, which is quite consistent with the data of the average daily increments of the experimental bird. Lactate dehydrogenase (LDH) in the blood is an enzyme localized inside cells. The composition necessarily includes zinc ions. The main function is to catalyze the oxidation of lactic acid to pyruvate. In diseases accompanied by tissue damage and cell destruction, LDH activity in the blood increases. In this regard, it is an important marker of tissue destruction. According to our data, LDH levels in the blood of the experimental bird of the second group significantly decreased by 2909.75 mmol/l ($p \leq 0.05$), which indicates an improvement in the functional activity of the liver.

Keywords: quail, *Lucilia Caesar*, larva, feed additive, blood, morphology, biochemistry.

For citation: Kurenkov E.E. Blood counts of quails when feeding flour from dried larvae of *Lucilia Caesar*. *Agrobiotechnology and Digital Agriculture*. 2024; 2 (10): 54-59

References

- Andrianova E. N., Egorov I. A., Grigor'eva E. N. [Lupin in feeding laying hens of the parent flock]. *Sel'skhozjajstvennaja biologija*. 2019; 54. 2: 326-336. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.326rus>
- Ushakova N. A., Ponomarev S. V., Fedorov Ju. V. [The physiological basis of the nutritional value of the concentrate of *Hermetia illucens* larvae in the diet of fish]. *Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Serija biologicheskaja*. 2020; 3: 293-300. <https://doi.org/10.31857/S0002332920030108>.
- Koutsos L. [Insect composition and uses in animal feeding. Applications: a brief review]. *J. Annals of the Entomological Society of America*. 2019; 112: 544-551. <https://doi.org/10.1093/aesa/saz033>
- Morales-Ramos J. A., Guadalupe Rojas M., Shapiro-Ilan David. [Mass Production of Beneficial Organisms, Invertebrates and Entomopathogens]. Typeset or TNQ Books and Journals Pvt. 2014; 16. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391453-8.00001-7>
- Makkar H. P. S., Tran G., Heuze V. [State-of-the-art on use of insects as animal feed]. *Anim. Feed Sci. Technol*. 2014; 197: 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- Ssepuuya G. [Use of insects for fish and poultry compound feed in sub-Saharan Africa – a systematic review]. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2017; 3. 4: 289-302. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0007>
- Shhukina S., Gorst K. [Insects are an unconventional source of protein]. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2018; 7: 60-61.
- Rudakov O. B., Rudakova A. V. [Edible insects are an alternative to animal protein]. *Mjasnye tehnologii*. 2019; 11: 18-21. <https://doi.org/10.33465/2308-2941-2019-11-18-21>
- Shevchenko N.I., Guseva Ju.A., Dlusskaja Ju.S. [Prospects for the use of larvae of the black lion (*Hermetia illucens*) as a protein in the diets of farm animals]. *Innovacionnaja traektorija razvitija sovremennoj nauki: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. 2022; 192-201.
- Papaev R. M., Ezhkova A. M., Girfanov A. I. [Dynamics of live weight and meat productivity of quails when supplementing the diet of feeding with larvae of the Black Lion fly]. *Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman*. 2022; 4. 252: 186-190. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_186.
- Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Zelenchenkova A. A. [Nutritional properties of *Hermetia Illucens* L. larvae, a new feed product for young pigs]. *Sel'skhozjajstvennaja biologija*. 2019; 2. 54: 316-325. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.316>
- Il'ina G. V., Il'in D. Ju., Oshkina L. L. [The effect of a feed additive of entomological origin on the biochemical and productive parameters of poultry]. *Niva Povolzh'ja*. 2021; 2. 59: 106-114. <https://doi.org/10.36461/NP.2021.59.2.016rus>.
- Hafizova G. R., Basharov A. A., Baryshev A. E. [The growth rate and biochemical parameters of the blood of broiler chickens when feeding larvae of the black lion]. *Sovremennoe sostojanie, tradicii i innovacionnye tehnologii v razvitii APK: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v ramkah XXXIII Mezhdunarodnoj specializirovannoj vystavki «Agrokompleks-2023»*, Ufa, 22-24 marta 2023 goda. Ufa, 2023; 217-221.
- Romanenko E. A., Istomin A. I. [The intensity of growth and development of turkey broilers of the Big-6 cross using protein from fly larvae of the *Lucilia Caesar* population]. *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 157: 136-144. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-157-011>.
- Asylbekova S., Barakov R., Muhramova A. [The use of the larva of the black lion (*Hermetia illucens*) as a feeding object in aquaculture and the disposal of organic waste]. *Fylymzhane bilim zhurnaly*. 2022; 2. 2: 112-122. <https://doi.org/10.56339/2305-9397-2022-2-2-112-12>.
- Vasil'ev A. A., Kuznecov M. Ju., Serebrjanskij D. N. [Prospects for the use of fly larvae in fish feeding]. *Rybnoe*

hozjajstvo. 2017; 3: 95-99.

17. Sanchez-Muros M., Barroso F., Manzano-Agugliaro F. [Insect meal as renewable source of food for animal feeding]. *Journal of Cleaner Production*. 2014; 65: 16-27. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.11.068>

18. Tujchiev K., Kurbanov A. [Raising black lion cubs (*Hermetia illucens*) as a natural fish food]. *Perspektivy razvitija veterinarnoj nauki i ejo rol' v obespechenii pishhevoj bezopasnosti*. 2022; 1. 2: 192-195. <https://doi.org/10.47689/978-1-957653-01-3-PDVSREFS-II-2022-pp192-195>

19. Fedorova V. V., Baranikov V. A., Romanenko E. A. [The use of a feed additive from the larvae of *Lucilia Caesar* flies in feeding turkeys]. *Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*. 2022; 4. 201: 44-58. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2204-05>.

20. Nekrasov R., Chabaev M., Zelenchenkova A. [A source of protein from fly larvae in the diets of piglets during rearing]. *Kombikorma*. 2019; 3: 41-43. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2019-03-3-052>

21. Zhuravlev M. S., Vertiprahov V. G., Koshheeva M. V. [Standardized ideal amino acid digestibility of protein concentrate based on fly larvae *Lucilia* sp. (Diptera: Saliphoridae) and its effect on blood parameters in broiler chickens (*Gallus gallus* L.)]. *Sel'skhozjajstvennaja biologija*. 2020; 6. 55: 1233-1244. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1233rus>.

Conflict of interests

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

Authors:

Kurenkov Evgeniy Evgenievich - graduate student, e-mail: kurenkovwork11@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5489-0892>

Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after. N. E. Bauman, Kazan, Russia.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

С. Н. Савдур

Реферат. Среди источников загрязнения поверхностных водных объектов от сельскохозяйственной деятельности в приоритетном порядке можно выделить животноводческие, свиноводческие и птицеводческие комплексы, которые являются неконтролируемыми и диффузными источниками поступления взвешенных веществ, органических соединений, биогенных элементов, тяжелых металлов и патогенной микрофлоры, что вызывает биохимическое загрязнение и особенно пагубно отражается на состоянии внутренних водоемов. Существенную роль в загрязнении играют сточные воды предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции и хозяйственно-бытовые воды сельских поселений с непредсказуемыми загрязнителями. Сфера животноводства является одной из крупнейших потребителей воды. Большая численность животных, находящихся в ограниченном пространстве, применение уборочных систем гидравлического типа при удалении продуктов их жизнедеятельности, ведет к тому, что образуется навоз в больших количествах. Поддержка санитарных и гигиенических норм в производственных помещениях осуществляется при помощи воды – ею моют животных, чистят помещения, а также проводят их дезинфицирование, подготавливают корм, моют предметы и оборудование, смывают водой навоз и прочее. Соответственно, в животноводстве увеличивается потребность в воде, возрастает объем сброса стоков, которые содержат навоз в близлежащие водные объекты. Стоки, которые образуются в результате деятельности отрасли животноводства, по категории определяют, как содержащие большое количество вредных веществ с высокой концентрацией. В зависимости от источников загрязнения и основных загрязнителей следует разрабатывать технические решения по снижению объема сточных вод, их очистке. Эффективность их функционирования можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса. Для анализа состояния системы очистки в целом и прогнозирования развития внештатных ситуаций была создана программная реализация системы очистки сточных вод животноводческих ферм.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сети Петри, модифицированные сети Петри.

Для цитирования: Савдур С.Н. Моделирование системы очистки сточных вод животноводческих ферм // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 60-69

Введение. Сельское хозяйство – активный и масштабный источник загрязнения водных объектов биогенными элементами, пестицидами, органическими и минеральными веществами [1].

Неконтролируемыми точечными источниками загрязнения водных объектов посредством сельского хозяйства являются сельскохозяйственные объекты, на которых предусмотрены технические решения по отводу и очистке сточных вод, но по разным причинам объемы стоков и их загрязнение не контролируются, и в водные объекты поступают стоки ненадлежащего качества [2, 3].

Наибольшую опасность для водных объектов представляют животноводческие и птицеводческие стоки, так как высокое содержание в них азота, фосфора, серы и тяжелых металлов приводит к эвтрофикации водоемов и их биологическому загрязнению [4]. Например, для крупных животноводческих хозяйств объем жидких стоков, подлежащих утилизации, составляет от 100 до 1500 м³ в сутки [5]. Организованные сточные воды объектов животноводства ввиду отсутствия совершенных технологий недостаточно очищаются, что наносит значительный урон качеству природных вод и прилегающим территориям [6]. Зачастую на территории ферм и птицефабрик складываются навоз и помет, а стоки сливаются на рельеф местности [7, 8].

Причиной загрязнения вод жидкими животноводческими стоками служит отсутствие адаптированных под гидросмыв эффективных очистных сооружений и специального оборудования [9, 10].

Эффективность их функционирования можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [11, 12].

Моделирование и компьютерные эксперименты с моделью–заменителем объекта исследования являются эффективным средством, дающим возможность создавать системы управления и позволяющим рассмотреть поведение объекта во внештатных ситуациях, оценить его структуру и законы управления, а также учесть стохастическую природу возмущающих воздействий [13].

Цель работы. Оптимизация процессов очищения сточных водных источников на животноводческих фермах на принципе систематического анализа.

Условия, материалы и методы. С использованием системного анализа, теории Петри, а также графических методов решаются исследовательские задачи. Технология SCADA используется для создания программного обеспечения на основе объектно-ориентированного подхода, в рамках

современных концепций информационных технологий. Компьютерное моделирование осуществляется в рамках данных методов.

Сложная система, представляющая собой современные технологические линии и биотехнологические продукты, характеризуется сложной многоуровневой структурой взаимосвязи эффектов физических, химических и биологических свойств, а также наличием прямых и обратных потоков между техническими устройствами. Для изучения этой системы применяется стратегия системного анализа, которая позволяет осуществлять синтез технических схем с использованием методов автоматического расчета и оптимального проекта биотехнологических методов.

При математическом моделировании биотехнологических систем на компьютере, важно создать иерархическую структуру модели, где каждый уровень содержит описание своих явлений. Таким образом, системный анализ позволяет эффективно решать задачи в области математического исследования и моделирования.

Среди множества принципов, которые нацелены на решение разноцелевых вопросов моделирования, анализа, в том числе синтеза динамических систем которые имеют непрерывные события (ДСДС), сейчас довольно широко развиваются, а также применяются сеть Петри.

Сети Петри выдвигались изначально еще в 1962 г. Петри Карлом Адамом как принцип конструирования изменения непрерывных систем, которые имеют асинхронные и параллельные процессы. Используемая сеть Петри - это довольно хороша, а также

наглядно выстроенная структура взаимодействия систем параллельных с взаимодействиями асинхронными. Сама сеть в компактной структуре несет в себе принцип взаимоотношений между всеми элементами системы в целом, а также показатели изменения возможных состояний в случае установки начальных конкретных условий [14].

Для управления программой очищения водных стоков утвержден комплект программ.

Программный комплекс в своей структуре содержит эмулятор установки очищения сточных вод и проекта действующей программы Трейс Моуд, которая реализует визуальное представление установочного процесса.

Эмулятор установки очищения сточных вод построен на действующем принципе Петри. Эмулятор осуществляет расчет сети и устанавливает обновленное состояние установки, при этом находится на вершинах сети. После итогового пересчета показатели значений переносятся непосредственно в структуру файла W0.txt, который находится в структуре самого проекта. Действующий Трейс Моуд на постоянной основе осуществляет сканирование данного файла, а также производит отображение в доступном для пользователя файле.

Программа эмулятор выпущена только на программном языке, который носит название «Объектный паскаль» и реализуется в визуализированной среде языка написания программ Делфи 7.0.

Результаты и обсуждение. При проведении анализа и регулирования работы очистки сточных водных ресурсов изученных производств утвержден целый программный комплекс мер (рис. 1).

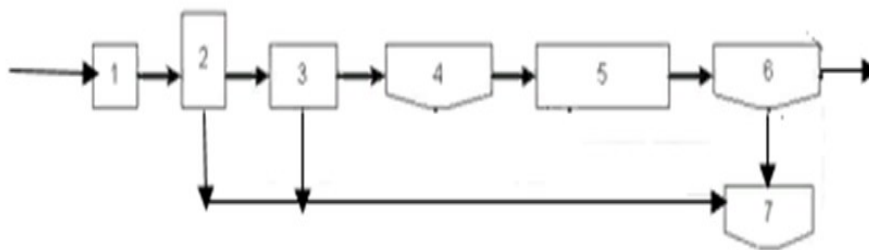


Рис. 1 - Структурная схема очистки сточных вод животноводческих ферм
1 - резервуар; 2 - сепаратор твердых и жидких отходов; 3 - резервуар первичной седиментации; 4 - анаэробный резервуар; 5- резервуар аэрации; 6 - резервуар вторичной седиментации; 7- шламонакопитель

Программный комплекс строится на основе проекта, созданного при работе в ТРЕЙС МОУД и программы реализации контроля, созданной непосредственно в среде разработчиков Borland Delphi 7.0.

Проект под название Трейс Моуд в своей структуре содержит всего один проектный файл. Программа, которая осуществляет управление деятельностью очистной установки имеет в своей структуре файлов, который можно редактировать в Delphi, а также файла, который отвечает за запуск программного

обеспечения. Два указанных файла хранятся в разных папках.

Разработка любой программы на первом этапе начинается в редакторской структуре каналов.

В данный момент, создается проект, который был обозначен как DIP. После осуществляем переход к реализации узла программы и именуем ее АРМ, а также видом МРВ большой. Оконный блок конкретного объекта рассматриваемого узла отражается так (рис. 2):

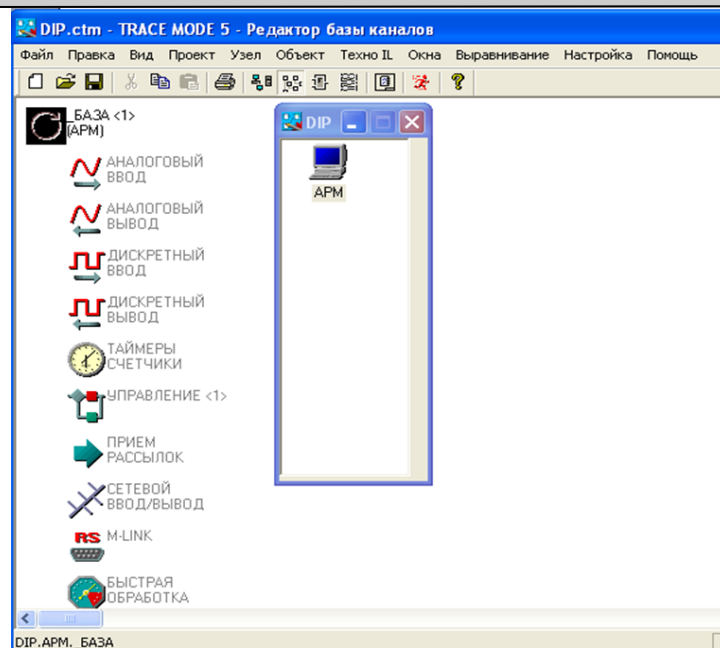


Рис. 2 - Созданный узел APM

Для узла, который носит наименование база программы. Канал, который был назван APM производится создание отдельного канала PRC1, он будет применяться как обменная на рисунке 3.

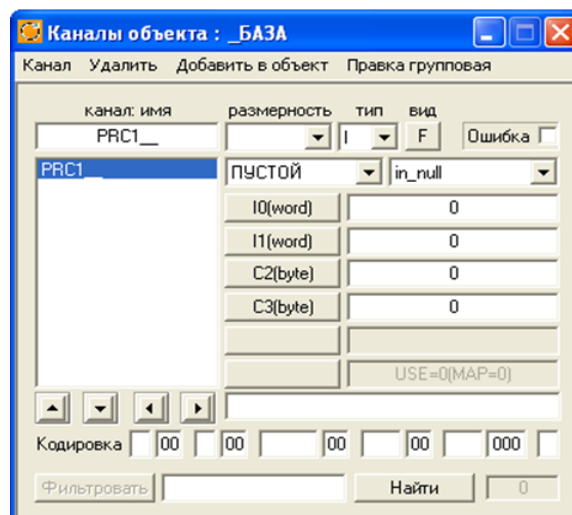


Рис. 3 - Характеристики созданного канала PRC1

Для проведения работы разрабатывается FBD, это программа с наименованием PRF, она будет считывать весовые переменные по средствам канала PRC1 (рис. 4). Далее производится работа по заданным параметрам в программе.

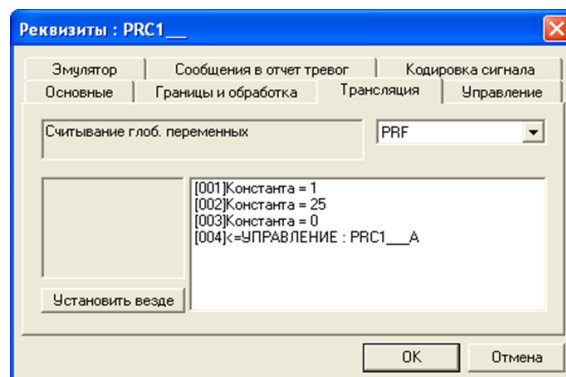


Рис. 4 - Реквизиты канала PRC1 для работы с FBD программой

FBD программа под наименованием WFILE у канала с директорией PRC1__ производит считывание 25 значимых показателей из самого файла W0.txt, считывание производится с первой позиции.

FBD программное обеспечение WFILE анализирует показатели из самого файла под названием W0.txt, который расположен в корневой директории проекта, и направляет полученные значения в Trace Mode (рис. 5).

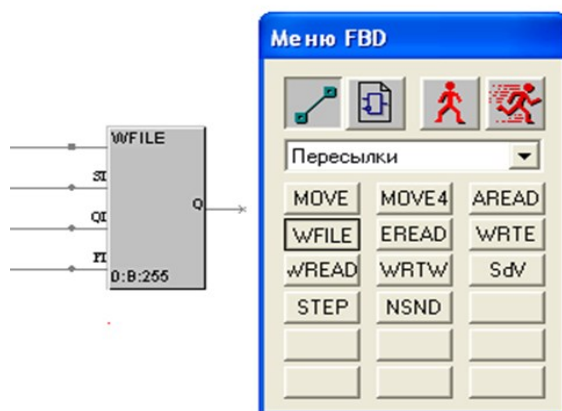


Рис. 5 - Программа FBD

С помощью структуры функционала WFILE (изучение значения W, получаемого в файле) можно осуществлять управление получения показателей значимых изменяемых значений в файле. Данные корневые файлы должны обозначаться как W<n>.txt (где <n> – это порядковый номер от 0 - 255), а также находиться в директории файла. Все строки должны иметь по два числовых знака, который разделяются между собой пробелом. Стоящим первое значение обозначает позицию переменной, второе значение – ее прямое значение [15].

Номер переменной, с которой следует производить счет, задается непосредственно с команды SI. Осуществление входа в QI реализуется путем установки задачи числа производимого считывания конкретных переменных значений, а FI – с нумерации файла. Осуществление выхода из QI отражает результаты завершения выполнения операции по считывания конкретных сведений из файла. Показатель 0 – говорит об успешном завершении выполненной операции, показатель 1 – об имеющемся сбое.

Программа – эмулятор

Программа – эмулятор, которая получила название «Prg» разрабатывалась с применением языка программирования Delphi, а настоящее время она реализуется для управления систем очищения водных стоков.

«Prg» проводит деятельность с возможными потоками, по средствам которых реализуется деятельность с тремя главными этапами технологического проведения процесса.

Программа в своей структуре содержит пять блоков Unit, отвечающие за конкретные функции:

Unit1 отвечает за процедуры реализации программы, которые выполняют ведущие действия;

Unit2 в себе содержит структуру первого

потока Unit1, и производит управление непосредственно за первой стадией;

Unit3 в себе содержит структуру второго потока Unit2, производит управление непосредственно второй стадией;

Unit4 в себе содержит структуру третьего потока Unit3;

Unit5, это непосредственно файл с «Отчетами».

Листинг программы, который детально описывает программы, приведен ниже.

Описание процедур

Модуль Unit1

Button1Click() – осуществление выбора директории самого проекта;

FormCreate() – инициализация изменяемых структур программ, производство создания потоков;

Button3Click() – запуск непосредственно программного обеспечения, старт осуществления потоков;

Button4Click() – перерыв в выполнении процессов, завершение выполнения рабочих потоков;

Writef – осуществление записи в файловую структуру главных значений, посредством которых осуществлялось управление программой;

Resetf – обнуление в первоначальные показатели переменных данной программы;

Writes – осуществления записи в файловую директорию главных процессов системы реализации очистки водных стоков;

N1Click() – извлечения информации из файла на стадии построения «Отчета»;

N2Click() – произведения закрытия программой «Главного окна».

Модуль Unit2

FThread.Execute – реализация первого потока.

Модуль Unit3

FThread.Execute – реализация второго

потока.

Модуль Unit4

TThread.Execute – реализация третьего потока.

Модуль Unit5

Button1Click – произведение завершения «Отчета».

Информация о потоках.

Процесс - экземпляр осуществляемого программы. При запуске программы устанавливается выделение памяти для хода действий, в часть ее будет загружаться программный код.

Поток - объект внутренней деятельности, отвечающий за кодовым контролем и получающий с этой целью процессорное время.

При запуске программы файл автоматически создаст директорию с целью его выполнения. Соответственно если данное приложение однопоточное, программный код стартует с последовательностью, с учетом установленных переходов.

Каждый поток способен породить другой поток. На этом фоне все потоки не существуют в отдельности от хода процесса, а именно потоки принадлежат установленному процессу, который выполняет установленный код в заданном адресном пространстве. Проще говоря, потоки не способны реализовать код другого заданного процесса.

В delphi есть выделенный класс, отвечающий за реализацию проектов - t-thread. Delphi, это класс, который является базой от него следует клонировать следующий класс, а также переустанавливать принцип execute.

На следующем этапе можно писать код в теле tnew.execute, реализация которого бы подвешивало программное обеспечение.

Теперь необходимо произвести запуск данного потока.

Потом указываем, в момент окончания кода в потоке процесс производит завершение, а именно не требуется его закрывать. В ином случае следует произвести вызов команды terminate.

Не рекомендуется производить установку большого приоритета, потому что поток пере-

грузит всю систему.

Чтобы избежать перезагрузки потока следует применять команду sleep(n), показатель n – это заданное число миллисекунд, на показатель которого стоит сделать остановку, встретив в директории данную функцию. n следует задавать исходя из конкретной задачи.

Осуществление запуска поток new.resume.

Потоки созданы. Но может возникнуть вопрос, что произойдет в случае если два потока произведут обращение к аналогичным записям? Для этой цели существуют принципы синхронизации. Для этого в tthread предусмотрен метод, который позволяет избегать к данным vcl-компонентам: procedure synchronize(method: tthreadmethod);

Данный алгоритм позволяет предотвратить конфликт в момент обращения к единым vcl-компонентам.

Wait-функции - функционал, который временно останавливает ход потока. Распространенным случаем wait-функции выступает sleep, а именно в свойстве аргумента направляется число миллисекунд, на показатель которого следует осуществить заморозку, а также при необходимости приостановить поток. Полной wait-функции в качестве параметров передается дескрипторы потока (ов). В методике, wait-функционала инкапсулируют ряд классов синхронизации в наглядном виде, иные – в неявном образе. На основании этого изложены главные показатели и методы работы с возможными потоками.

Руководство пользователя

Начало работы

Первоначально осуществляем запуск программы Trace Mode, а именно, запускаем «Профайлер» или «Редактор представления данных». Эти пункты программы Trace Mode можно найти через меню «Запуск -> Все программы -> Трейс Моуд 5» операционной системы Windows. В будущем эти программы будем называть монитор.

В результате выполненных действий появится окно программы монитора, представленное на рисунке 6.

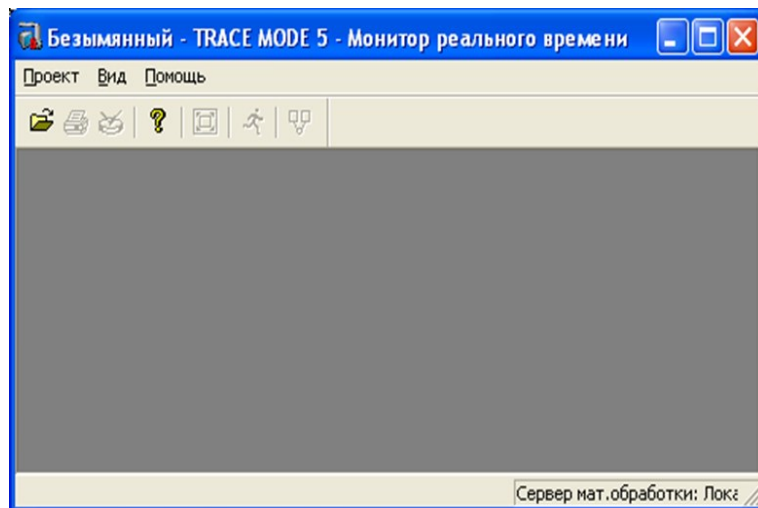


Рис. 6 - Окно монитора

После чего необходимо открыть проект «DIP.ctm» либо через меню «Проект -> Открыть...», либо через нажатие кнопки с изображением открытой папки на панели

инструментов.

Появится окно выбора файла проекта (рис. 7), в котором необходимо выбрать файл «DIP.ctm».

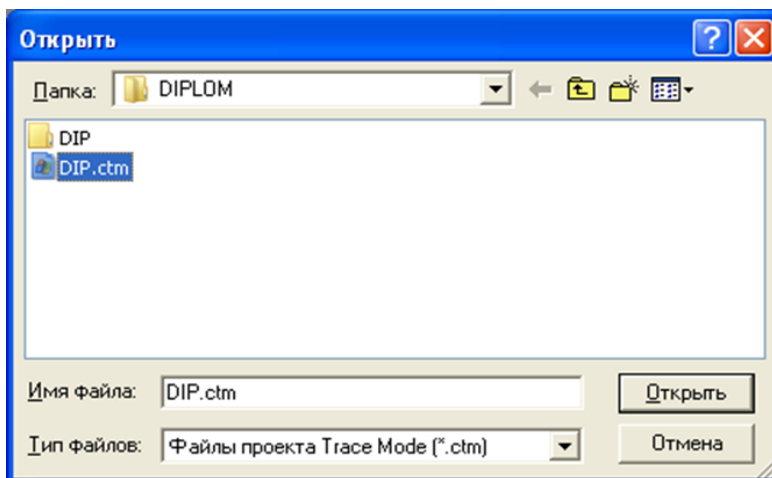


Рис. 7 - Окно выбора файла проекта

Далее необходимо осуществить выбор используемого узла (рис. 8), а именно, узла АРМ просто нажав кнопку «ОК».

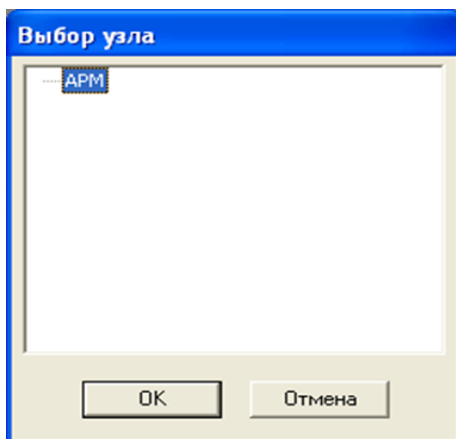


Рис. 8 - Окно выбора узла проекта

На приглашение ввода пароля (рис. 9) необходимо ввести пустой логин и пустой пароль. После чего нажать клавишу ввода или кнопку «Вход».

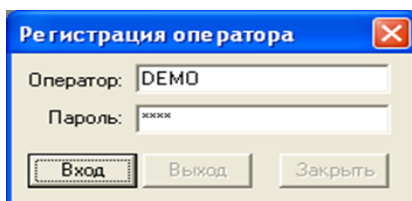


Рис. 9 - Окно ввода пароля

Если выдалось сообщение вида, изображенного на рисунке 10, не пугайтесь, закройте монитор и повторите всё сначала.

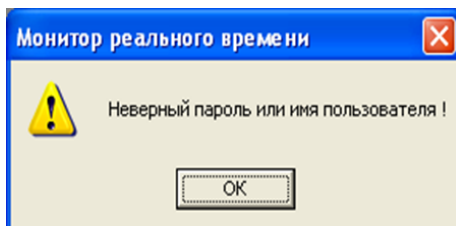


Рис. 10 - Окно выданного сообщения

Графическое изображение установки очистки сточных вод животноводческой фермы отображается на экране.

Нажмите кнопку с изображением красного человечка, чтобы запустить или остановить установку монитора (рис. 11).

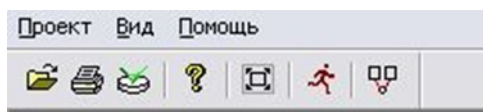


Рис. 11 - Панель инструментов

Среде визуального программирования была создана программа-эмулятор Делфи 7.0, использующая язык программирования Object Pascal [16]. Совершим запуск программы

эмулятора. С этой целью запускаем файл с названием Prg.exe.

Откроется основная форма работы программы (рис. 12).

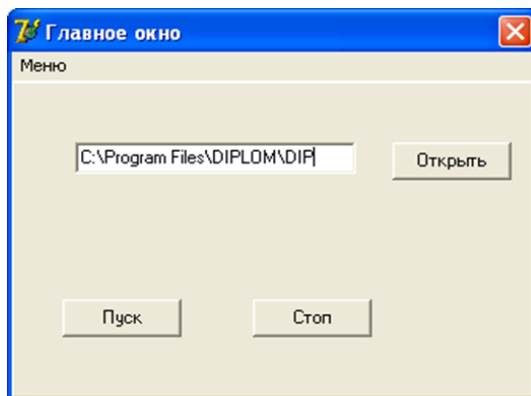


Рис. 12 - Главная форма программы

Для корректной работы программы требуется указать адрес каталога проекта, который находится вверху строки.

Для того чтобы просматривать различные проекты, необходимо нажать на кнопку

«Открыть» в интерфейсе программы, расположенную рядом с полем ввода адреса каталога.

При нажатии кнопки «ОК» в появившемся диалоговом окне выбора каталога (рис. 13), указывается каталог проекта «DIP».

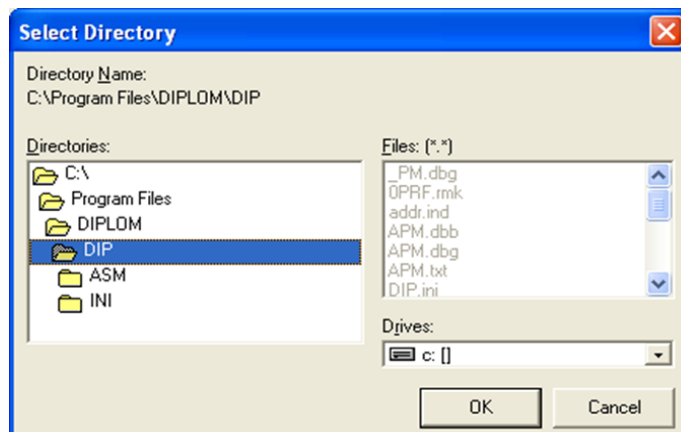


Рис. 13 - Окно выбора директории проекта

Чтобы запустить технический процесс, нажмите кнопку «Сброс», которая обнулит все параметры. После этого все параметры установки будут установлены в исходное состояние. Теперь вы можете запустить процесс, нажав кнопку «Пуск» на главной форме программы. После этого вы вернетесь к окну мониторинга, чтобы изменить уровень жидкости, включить или выключить насос и т.д. Это отобразится на дисплее.

Для того чтобы программа работала корректно, вам необходимо указать точный каталог. Если это невозможно, вам нужно будет изменить путь к проекту. Вы можете остано-

вить процесс, нажав кнопку «Стоп» на главной форме заявки. Затем выберите нужный каталог, как описано ранее [17].

Работа с программой

В основной форме программы отобразятся действия, которые можно выполнить с помощью программы:

Стоп и запуск процесса установки.

Стоп и старт перерасчета эмулятора.

Изучение отчета об реализованных действиях хода установки.

Когда вы запустите эмулятор, установка перейдет в исходное состояние, начнется процесс пересчета уровня жидкости и управления

установочным устройством.

Остановка требуется для прекращения пересчета или для настройки эмулятора (для выбора каталога проекта).

Используйте одну и ту же кнопку в «Основной форме», чтобы остановить и начать пересчет. В ситуации от того, выполняется ли пересчет, кнопки имеют надпись «Stop» или «Start» соответственно. Нажмите эту кнопку, чтобы начать или остановить. После остановки, если вы переключитесь в окно осуществления мониторинга, все указанные уровни обязательно останутся на прежних местах, а состояние всех элементов не изменится. Когда вы запускаете эмулятор, уровень

установки начинает меняться, также изменяется состояние накачки различных датчиков и отображается ход осуществления установки.

Файл отчёта

В каталоге проекта находится файл log.txt, в котором программа фиксирует все операции, выполняемые устройствами системы очистки сточных вод: включение и выключение устройств, загрузку и выгрузку смеси [17].

Формат сообщения

<Дата> <Время> <текст сообщения>

Вы можете просмотреть сообщение, выбрав пункт «Открыть отчет» в «Меню» основной формы программы. В ходе появится окно отчета, отраженное на рисунке 14.

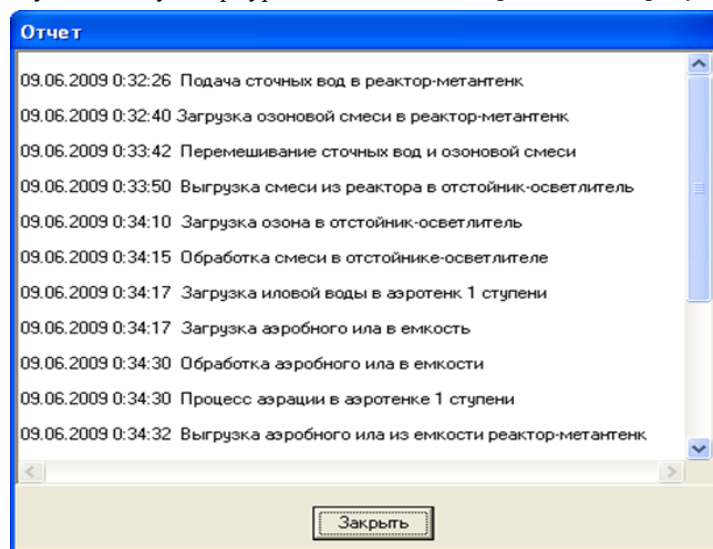


Рис. 14 - Окно «Отчета»

Чтобы произвести чистку окна «Отчеты», нажмите кнопку «Очистить».

Кнопка «Закрыть» используется для закрытия окна отчета [18].

Выводы. В настоящее время основным источником экологической опасности, а именно загрязнение сточных вод, можно считать работу животноводческих комплексов, которые существенно загрязняют окружающую среду. В данный момент времени, из-за того, что животноводство активно использует новые технологические решения по разведению скота, наблюдается сильное отрицательное влияние этой сельскохозяйственной отрасли

на окружающую среду. Очистка и глубокая очистка стоков является необходимым и обязательным условием сохранения экологического равновесия окружающей среды.

Эффективность их функционирования можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса. Для управления, анализа и прогнозирования развития внештатных ситуаций создана программная реализация системы очистки сточных вод животноводческих ферм.

Литература

1. Шигапов И. И., Краснова О. Н., Симонов Г. А. Использование текстильных аэраторов для очистки сточных вод в животноводческих фермах // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2019. С. 464-468.
2. Использование текстильных фильтров для очистки сточных вод в животноводческих фермах / И. И. Шигапов, Б. Р. Ахмадов, О. Н. Краснова, Г. А. Симонов // В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Ульяновск, 2020. С. 326-331.
3. Инновационное устройство для очистки сточных вод животноводческих ферм / И. И. Шигапов, Г. А. Симонов, Б. Р. Ахмадов, Ю. Р. Гирфанова, О. Н. Краснова // Сельский механизатор. 2021. № 2. С. 20-21.
4. Шигапов И. И., Ахмадов Б. Р., Краснова О. Н. Современные технические средства для очистки сточных вод в животноводческих фермах // Peasant. 2021. № 4 (93). С. 126-130.
5. Текстильные барботажные фильтры-аэраторы для очистки сточных вод на животноводческих фермах / И. И. Шигапов, Р. Н. Байгуллов, О. Н. Краснова, Б. Р. Ахмадов // Сельский механизатор. 2022. № 7. С. 20-21.
6. Инновационные методы и технические средства для очистки сточных вод в животноводческих

фермах / И. И. Шигапов, О. Н. Краснова, Ю.В. Полякова, А. А. Кожанова, Н. С. Маланин // В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. 2019. С. 192-196.

7. Полякова Ю. В., Кожанова А. А., Маланин Н. С. Барбатажные аэраторы для очистки сточных вод в животноводческих фермах // В сборнике: Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. 2019. С. 262-267.

8. Использование текстильных фильтров для очистки сточных вод в животноводческих фермах / И. И. Шигапов, О. Н. Краснова, Н. С. Маланин, Ю. В. Полякова, А. А. Кожанова // В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: состояние и тенденции развития. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 261-266.

9. Технические средства для очистки сточных вод в животноводческих фермах / И. И. Шигапов, О. Н. Краснова, Ю. В. Полякова, А. А. Кожанова, Н. С. Маланин // В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: состояние и тенденции развития. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 276-282.

10. Салахова И. Ф., Хисамеева Л. Р. Проектирование систем водоотведения животноводческих ферм // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы X Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 187-190.

11. Иванов А. А. Решения по очистке навозных стоков животноводческих комплексов для снижения техногенной нагрузки на водные объекты // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-3. С. 44-47.

12. Губейдуллин Х. Х., Исайчев В. А., Шигапов И. И. Механическая и биологическая очистка животноводческих ферм с применением спирально-винтовых механизмов // Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 113-116.

13. Лопасева Н. Л. Очистка сточных вод на птицеводческих предприятиях // В книге: Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства. сборник тезисов круглого стола. 2021. С. 65-67.

14. Савдур С. Н. Моделирование системы очистки сточных вод животноводческих ферм на основе сетей Петри // Агроботехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 2 (6). С. 57-62.

15. Галингер И. О. Экологические проблемы свиноводства и пути их решения // В сборнике: Проблемы агроэкологии АПК Сибири. Сборник трудов Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 50-летию научной деятельности доктора сельскохозяйственных наук, профессора А.С. Моторина и 25-летию кафедры Экологии и рационального природопользования. Тюмень, 2023. С. 175-179.

16. Методы очистки и утилизации отходов животноводства / Х. Х. Тебуев, М. Х. Хуратижева, Т. А. Сасиков, И. М. Хамокова // В сборнике: экономические, биотехнико-технологические аспекты устойчивого сельского развития в условиях цифровой трансформации. сборник научных трудов по итогам VII Международной научно-практической конференции памяти Б.Х. Жерукова. Нальчик, 2019. С. 153-157.

17. Ковалев А. А. Материальный и тепловой баланс системы очистки навозных стоков с применением компрессионного теплового насоса // Вестник ВИЭСХ. 2015. № 4 (21). С. 114-119.

18. Савдур С. Н. Моделирование системы очистки сточных вод животноводческих ферм на основе сетей Петри // В сборнике: Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 446-454.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Савдур Светлана Николаевна - кандидат технических наук, доцент, e-mail: savdur.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3261-2154>
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

MODELING OF THE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF LIVESTOCK FARMS S. N. Savdur

Abstract. Among the sources of pollution of surface water bodies from agricultural activities, livestock, pig and poultry complexes can be prioritized, which are uncontrolled and diffuse sources of suspended solids, organic compounds, biogenic elements, heavy metals and pathogenic microflora, which causes biochemical pollution and has a particularly detrimental effect on the state of inland reservoirs. Wastewater from agricultural processing enterprises and household water from rural settlements with unpredictable pollutants play a significant role in pollution. The livestock sector is one of the largest consumers of water. The large number of animals in a confined space, the use of hydraulic harvesting systems when removing their waste products, leads to the formation of manure in significant quantities. Sanitary and hygienic standards in industrial premises are supported with the help of water – animals are washed with it, rooms are cleaned, and they are disinfected, food is prepared, dishes and equipment are washed, manure is washed off with water, and so on. Accordingly, as the demand for water in animal husbandry increases, the volume of wastewater discharge that contains manure into nearby water bodies increases. The effluents that are formed as a result of the activities of the livestock sector are classified as containing a large amount of harmful substances with a high concentration. Depending on the sources of pollution and the main pollutants, technical solutions should be developed to reduce the volume of wastewater and its treatment. The effectiveness of their functioning can be ensured with the help of modern information processing methods, using methods of system analysis of complex objects based on a mathematical description of the technological process. To analyze the state of the treatment system as a whole and predict the development of emergency situations, a software implementation of a wastewater treatment system for livestock farms was created.

Key words: agriculture, Petri nets, system analysis, complex systems, wastewater treatment.

For citation: Savdur S.N. Modeling of the wastewater treatment system of livestock farms. *Agrobiotechnology and Digital Agriculture*. 2024; 2 (10): 60-69

References

1. Shigapov I. I., Krasnova O. N., Simonov G. A. [The use of textile aerators for wastewater treatment in livestock farms]. V sbornike: Innovacionnye dostizhenija nauki i tehniki APK. Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019: 464-468.
2. Shigapov I. I., Akhmadov B. R., Krasnova O. N. [The use of textile filters for wastewater treatment in livestock farms]. V sbornike: Agrarnaja nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih reshenija. Materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h tomah. Ul'janovsk. 2020: 326-331.
3. Shigapov I. I., Simonov G. A., Akhmadov B. R. [Innovative device for wastewater treatment of livestock farms]. Sel'skij mehanizator. 2021; 2: 20-21.
4. Shigapov I. I., Akhmadov B. R., Krasnova O. N. [Modern technical means for wastewater treatment in livestock farms]. Peasant. 2021; 4 (93): 126-130.
5. Shigapov I. I., Baigullov R. N., Krasnova O. N. [Textile bubbling filters-aerators for wastewater treatment on livestock farms]. Sel'skij mehanizator. 2022; 7: 20-21.
6. Shigapov I. I., Krasnova O. N., Polyakova Yu. V. [Innovative methods and technical means for wastewater treatment in livestock farms]. V sbornike: Agrarnaja nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih reshenija. Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h tomah. 2019: 192-196.
7. Polyakova Yu. V., Kozhanova A. A., Malanin N. S. [Barbate aerators for wastewater treatment in livestock farms]. V sbornike: Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam. Sbornik nauchnyh trudov po rezul'tatam raboty IV mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019: 262-267.
8. Shigapov I. I., Krasnova O. N., Malanin N. S. [The use of textile filters for wastewater treatment in livestock farms]. V sbornike: Aktual'nye problemy agrarnoj nauki: sostojanie i tendencii razvitiya. Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019: 261-266.
9. Shigapov I. I., Krasnova O. N., Polyakova Yu. V. [Technical means for wastewater treatment in livestock farms]. V sbornike: Aktual'nye problemy agrarnoj nauki: sostojanie i tendencii razvitiya. Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019: 276-282.
10. Salakhova I. F., Khisameeva L. R. [Designing drainage systems for livestock farms]. V sbornike: Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva, teplogazosnabzhenija i jenergoobespechenija. Materialy H Nacional'noj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Saratov. 2020: 187-190.
11. Ivanov A. A. [Solutions for cleaning manure runoff of livestock complexes to reduce the anthropogenic load on water bodies]. Tendencii razvitiya nauki i obrazovanija. 2020; 68-3: 44-47.
12. Gubeidullin H. H., Isaichev V. A., Shigapov I. I. [Mechanical and biological purification of livestock farms using spiral-screw mechanisms]. Nauchnyj vestnik Tehnologicheskogo instituta - filiala FGBOU VPO Ul'janovskaja GSHA im. P.A. Stolypina. 2013; 11: 113-116.
13. Lopaeva N. L. [Wastewater treatment at poultry enterprises]. V knige: Teoreticheskie, prakticheskie i bezopasnye aspekty vedenija sel'skogo hozjajstva. sbornik tezisov kruglogo stola. 2021: 65-67.
14. Savdur S. N. [Modeling of the wastewater treatment system of livestock farms based on Petri nets]. Agrobiotehnologii i cifrovoe zemledelie. 2023; 2 (6): 57-62.
15. Galinger I. O. [Environmental problems of pig farming and ways to solve them]. V sbornike: Problemy agrotehnologii APK Sibiri. Sbornik trudov Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju nauchnoj dejatel'nosti doktora sel'skohozjajstvennyh nauk, professora A.S. Motorina i 25-letiju kafedry Jekologii i racional'nogo prirodnopol'zovanija. Tjumen'. 2023: 175-179.
16. Tebuev, H. H., Khuratizheva M. H., Sasikov T. A. [Methods of cleaning and disposal of livestock waste]. V sbornike: jekonomicheskie, biotekniko-tehnologicheskie aspekty ustojchivogo sel'skogo razvitiya v uslovijah cifrovoj transformacii. sbornik nauchnyh trudov po itogam VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii pamjati B.H. Zherukova. Nal'chik. 2019: 153-157.
17. Kovalev A. A. [Material and thermal balance of the manure wastewater treatment system using a compression heat pump]. Vestnik VIJeSH. 2015; 4 (21): 114-119.
18. Savdur S. N. [Modeling of the wastewater treatment system of livestock farms based on Petri nets]. V sbornike: Global'nye vyzovy dlja prodovol'svennoj bezopasnosti: riski i vozmozhnosti. Nauchnye trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kazan'. 2021: 446-454.

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest.

Author:

Savdur Svetlana Nikolaevna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, savdur.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3261-2154>
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

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

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

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

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

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

Оформление статьи

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В завершении представляются выводы и рекомендации.

Подзаголовки и заголовки набираются жирным шрифтом с заглавной буквы. Нумерация

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

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

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

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

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

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

Общие принципы при оформлении раздела **References**:

– Для всех источников число указываемых авторов ограничивается тремя.

– Для транслитерации русскоязычных элементов необходимо проводить по системе BSI. (на translit.ru)

– Для книг необходимо указывать транслитерацию названия и перевод названия в квадратных скобках.

– Для статей из журналов транслитерацию названия статьи указывать не нужно, только перевод в квадратных скобках.

Примеры оформления ссылок в конце документа.

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

Пропускается одна строка.

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

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

11. «Authors:» – информация на английском языке.

Иллюстрации к статье (при наличии) в формате JPEG, PNG, TIF должны быть четко выполненными, хорошего качества, наглядно иллюстрирующими текст. В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Нумерация рисунков производится в порядке ссылок по тексту. Нумерационный заголовок набирается выравниванием по центру. Тематический заголовок в той же строке, сразу после нумерационного (например: Рис. 1 – ...). Ссылка на рисунок в основном тексте оформляется в скобках: (рис. 1), если в тексте только один рисунок, то не нумеруется.

Таблицы представляются в редакторе WORD. Нумерация таблиц производится в порядке ссылок по тексту. В тексте статьи обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные таблицы. Нумерационный заголовок набирается с выравниванием по центру (например: Таблица 1 – ...). Ссылка на таблицу в основном тексте оформляется в скобках, например: (табл. 1), если в тексте только одна таблица, то не нумеруется.

Простые **формулы**, не содержащие специальных символов (отсутствующих на клавиатуре), должны быть набраны символами с клавиатуры без использования специальных редакторов. Формулы, содержащие специальные символы (отсутствующие на клавиатуре), а также сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул Microsoft Equation 2.0, 3.0 или Math Typeequation. Не допускается набор части формулы символами, а части –

в редакторе формул. Не рекомендуется вставлять в текст формулы в виде рисунков. Ссылка на формулы в основном тексте оформляется в скобках, например: (1). В тексте обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные формулы. Если в тексте статьи формулы нумеруются, то эту нумерацию следует выполнить ручным набором чисел. Автоматическая нумерация не допускается.

Авторы предоставляют в редакцию (одновременно):

– электронная версия статьи (по электронной почте: agrobiotech@kazgau.com).

Файл со статьей следует называть по фамилии первого автора (Иванов И.И. – Определение силы);

– сведения об авторах (в электронном виде): Ф.И.О. (полностью), ученая степень, учёное звание, должность, полное наименование организации, телефон и адрес для связи, e-mail; эти же сведения на английском языке. **Звездочкой отмечается фамилия автора, с которым необходимо вести переписку;**

– сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала, с подписями всех авторов.

– аспиранты предоставляют справку подтверждающую место учебы.

Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию, представленная автором рукопись статьи рецензируется, согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – 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. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

Нельзя использовать в написании статьи чат-боты ChatGPT (искусственный интеллект) – в частности «Текст, сгенерированный с помощью крупномасштабной языковой модели (LLM), такой как ChatGPT, запрещен, если созданный текст не представлен как часть экспериментального анализа статьи». А также нельзя включать в соавторы статьи искусственный интеллект (GPT).

Статьи необходимо отправлять на электронный адрес: **agrobiotech@kazgau.com**

Статьи, предоставляемые автором (авторами) с нарушениями каких-либо требований к публикации или с неполным пакетом документов не будут регистрироваться и печататься в журнале «Агробиотехнологии и цифровое земледелие».

Научный журнал

**Агробиотехнологии
и цифровое земледелие**
№ 2 (10), 2024 г.

Редактор – Михайлова Л.В.
Технический редактор – Шумков Т.А.
Коррекция переводов – Галлямова Н.Р.
Корректор – Барсукова Р.С.

Формат 60x84/8. Тираж 500. Дата выхода в свет: 29.07.2024 год
Печать офсетная. Усл. п. л. 9,25 Заказ 60. 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

