

Агробиотехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (4) 2022 год



DOI 10.12737/2782-490X-2022-1-4

ISSN 2782-490X



АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 4 (4)



Казань, 2022

Агробиотехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробиотехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 4 (4)
2022 г.

Учредитель –

**Казанский
государственный
аграрный
университет**



Учрежден Казанским государственным аграрным университетом, в 2022 г.

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

сайт:
www.agrobiotech.kazgau.ru

e-mail:
agrobiotech@kazgau.com

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

Журнал включен
в Российский индекс
научного цитирования
(РИНЦ)

Научные специальности:
1.5. Биологические науки
4.1. Агрономия, лесное и водное
хозяйство
4.2. Зоотехния и ветеринария

Публикуется
4 раза в год

За достоверность информации
в опубликованных материалах
ответственность несут
авторы публикаций

16+

Главный редактор:

Валиев А.Р. – доктор технических наук, доцент, ректор, Казанский государственный аграрный университет

Заместители главного редактора:

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

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

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Члены редакционного совета:

Абуова А.Б. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности (Казахстан)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

©Агробиотехнологии и цифровое земледелие, 2022



№ 4 (4)
2022 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, Associate Professor, Rector, Kazan State Agrarian University

Deputies of Chief Editor:

Ziganshin B.G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences,

First Vice-Rector – Vice-Rector in Science and Digital Transformation, Kazan State Agrarian University

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

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

Members of the Editorial Committee:

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

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

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

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

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

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

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

Nizamov R.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director, Tatar Research Institute of Agriculture

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

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

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

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

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

Members of the Editorial Board:

Abuova A.B. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief Researcher, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Kazakhstan)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Salnikov E. – Doctor of Biological Sciences, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Research Institute of Soil Science (Serbia)

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

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

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

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

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

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

Founder -

Kazan
State Agrarian
University



Established by Kazan State
Agrarian University, in 2022

Publisher and editorial address:

420015, 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)

Scientific specialties:

1.5. Biological Sciences

4.1. Agronomy, forestry and water

management

4.2. Zootechnics and veterinary

medicine

Published
4 times a year

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

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ

	стр.
И. Г. Ахметова, О. В. Соловьева, С. А. Соловьев, Р. З. Шакурова Исследования влияния скорости перемешивания отходов агропромышленного комплекса на количество производимого биогаза	7

АГРОНОМИЯ

М. Ф. Амиров, Т. С. Цветков Отзывчивость озимой пшеницы на подкормки комплексным концентрированным удобрением в условиях предкамья Республики Татарстан.....	12
Р. И. Гараев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова Элементы, слагающие урожай яровой пшеницы сорта Йолдыз в зависимости от поражения корневой гнилью в условиях предкамья Республики Татарстан.....	19
М. Ю. Гилязов, Н. В. Романов, Р. К. Тухватуллаев Влияние биостимулятора биодукс и минеральных удобрений на продуктивность проса.....	23
Ф. З. Кадырова, Л. Р. Климова, Л. Р. Кадырова Формирование качества плодов в процессе селекции гречихи.....	29
Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Фасхутдинов, М. Ю. Михайлова Управление факторами почвенного плодородия в условиях Республики Татарстан.....	34
Р. М. Сабирова, И. Х. Вафин, А. А. Абрамова, Р. И. Сафин Комплексная оценка состояния почвы после различных сельскохозяйственных культур.....	40
И. Ф. Яхин, Р. Х. Габитов, М. М. Хисматуллин, Н. В. Трофимов Влияние расчетных норм минеральных удобрений на урожайность орошаемой кормовой кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан.....	45

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

А. К. Сибгатуллова, А. И. Даминова, С. В. Тюлькин Анализ отечественных изолятов вируса африканской чумы свиней по генетическому маркеру EP402R.....	51
Ч. А. Харисова, Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов Молочная продуктивность коров дочерей быков-производителей разных линий и генотипа каппа-казеина.....	56

ЦИФРОВОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

С. В. Сочнева, Н. А. Логинов, Н. В. Трофимов, Д. С. Филимоненко Проведение калибровки неметрической фотокамеры в беспилотном летательном аппарате при мониторинге земель.....	60
--	----

CONTENTS

AGRICULTURAL BIOLOGY

	Pages
I. G. Akhmetova, O. V. Soloveva, S. A. Solovev, R. Z. Shakurova Study of the influence of the mixing rate of agro-industrial waste on the amount of produced biogas.....	7

AGRONOMY

M. F. Amirov, T. S. Tsvetkov Responsiveness of winter wheat to fertilizing with complex concentrated fertilizer in the conditions of the ancestral region of the Republic of Tatarstan.....	12
R. I. Garaev, F. S. Shaykhutdinov, I. M. Serzhanov, A. R. Serzhanova Elements composing the yield of spring wheat of the yoldyz variety, depending on the defeat of root rot in the conditions of the pre-kama region of the Republic of Tatarstan.....	19
M. Yu. Gilyazov, N. V. Romanov, R. K. Tukhvatullaev Influence of the bio-stimulator biodux and mineral fertilizers on the productivity of millets.....	23
F. Z. Kadyrova, L. R. Klimova, L. R. Kadyrova Improving fruits quality in the process of breeding buckwheat.....	29
R. V. Minikaev, F. S. Faskhutdinov, M. Y. Mikhailova Management of soil fertility factors in the conditions of the Republic of Tatarstan.....	34
R. M. Sabirova, I. Kh. Vafin, A. A. Abramova, R. I. Safin Comprehensive assessment of soil condition after various crops.....	40
I. F. Yakhin, R. Kh. Gabitov, M. M. Khismatullin, N. V. Trofimov Effect of calculated mineral fertilizer rates on the yield of irrigated fodder maize grey forest soils of the Republic of Tatarstan.....	45

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDECINE

S.V. Tyulkin Analysis of the domestic isolates of the african swine fever virus by the EP402R genetic marker.....	51
C. A. Kharisova, R. R. Shaidullin, T. M. Akhmetov Dairy productivity of cows of daughters of bulls of different lines and genotype of kappa-casein.....	56

DIGITAL AGRICULTURE

S. V. Sochneva, N. A. Loginov, N. V. Trofimov, D. S. Filimonenko Conducting the calibration of a non-metric camera in the unmanned aerial vehicle during land monitoring.....	60
--	----



Дорогие читатели, друзья, коллеги!

Примите мои искренние поздравления с Новым 2023 годом и выражение глубокой признательности за Ваш вклад в развитие нашего журнала «Агробиотехнологии и цифровое земледелие».

Мы можем с уверенностью сказать, что старт нашего журнала состоялся и в этом несомненно большая заслуга авторов работ, рецензентов, коллектива редакции и редакционной коллегии.

Из номера в номер наш журнал старается затрагивать самые актуальные вопросы, связанные с развитием агропромышленного комплекса России, освещать научный подход в традиционном сельском хозяйстве и на стыке современного аграрного производства и биотехнологии. Коллектив журнала «Агробиотехнологии и цифровое земледелие» прилагает все усилия, чтобы журнал оставался для вас интересным и полезным.

Пусть наши научные изыскания принесут большую пользу обществу, а наш журнал будет той стабильной площадкой, на которой будут разворачиваться научное сотрудничество и дискуссии!

Новый год — это всегда новые надежды, новые планы и уверенность в том, что завтрашний день будет лучше. Пусть в жизни каждого из нас будет больше радости, света и доброты!

Желаю вам полностью реализовать себя и не переставать чувствовать себя счастливыми в наше время стремительных перемен! И конечно, пусть в Новом году с Вами и Вашими близкими пребудут удача и успех!

Искренне желаю вам счастья и здоровья, исполнения всех планов и добрых начинаний, стабильности и семейного благополучия!

С наступающим Новым годом!

Директор Института агробиотехнологий и землепользования
Сержанов Игорь Михайлович

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА КОЛИЧЕСТВО ПРОИЗВОДИМОГО БИОГАЗА**И. Г. Ахметова, О. В. Соловьева, С. А. Соловьев, Р. З. Шакурова**

Реферат. На предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) имеется большое количество отходов, часть которых не утилизируется. Данный факт приводит к ряду экологических проблем, таких как окисление почв и парниковый эффект, вызванный выбросами метана в атмосферу. Между тем отходы АПК являются отличным сырьем для производства биогаза – экологически чистого топлива, которое предприятия АПК могут использовать для собственной генерации тепла и электричества, таким образом, сократив объемы закупки энергии у генерирующих компаний. Помимо тепловой и электрической энергии, биогазовые технологии позволяют получать высококачественные удобрения, которые предприятия АПК в дальнейшем могут применять, например, для выращивания тепличных культур. В данной работе проведены исследования влияния скорости перемешивания отходов (биомассы) в биореакторе на количество произведенного биогаза. Исследования проводились при следующих скоростях перемешивания: 40, 70 и 100 об/мин. Результаты исследований показали, что при скорости перемешивания 40 об/мин в реакторе наблюдалось наличие «мертвых» зон, что говорит о низкой эффективности перемешивания биомассы. При скорости 70 об/мин наблюдается наиболее эффективное перемешивание биомассы в реакторе. Кроме того, при скорости мешалки 70 об/мин наблюдается максимальное суточное производство биогаза, а именно 1100 л. При скорости мешалки 100 об/мин наблюдалось заметное снижение количества производимого биогаза ввиду высокой интенсивности перемешивания. В целом в исследуемом временном периоде (17 дней) при скоростях перемешивания 40, 70 и 100 об/мин производится 9800, 10400 и 8000 л газа соответственно. Таким образом, наибольшая производительность биореактора достигается при скорости перемешивания биомассы 70 об/мин.

Ключевые слова: биогаз, отходы агропромышленности, биогазовая установка, скорость перемешивания, эффективность, энергия.

Введение. С развитием технологий и увеличением численности населения повышается потребность в тепловой и электрической энергии. Производство энергии традиционно осуществляется на тепловых электрических станциях, теплоэлектроцентралях, котельных, и сопряжено с сжиганием ископаемого топлива (угля, газа) [1]. Увеличение энергопотребления неизбежно ведет к росту вредных выбросов и парниковых газов, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды и здоровье людей. Для сокращения выбросов вредных веществ (CO , CO_2 , NO_x и др.) всё большее распространение получают технологии выработки тепла и электричества на основе возобновляемых или альтернативных источников энергии. Применение возобновляемых источников энергии, таких как энергия солнца или энергия ветра, ограничено в связи с тем, что эффективность ветряных и солнечных электростанций зависит от ландшафта местности, климатических и погодных условий. Например, на территории России, солнечные панели целесообразно устанавливать лишь в южной части страны, а ветроэнергетические установки – на Дальнем Востоке и на крайнем севере. Хорошей альтернативой традиционным и возобновляемым источникам энергии являются биогазовые установки, позволяющие получать биогаз – экологически чистое топливо, сжигание которого позволяет не только получить тепловую и электрическую энергию, но и высококачественные органические удобрения [2]. Биогаз представляет

собой смесь из метана, углекислого газа, сероводорода, водорода и других газов. Биогаз получают в процессе анаэробного сбраживания биомассы, которая, как правило, состоит из отходов агропромышленного комплекса (АПК) и пищевой промышленности [3].

На предприятиях АПК имеется большое количество органических отходов. В России это количество достигает 600 млн. т в год, и большая часть отходов не утилизируется. В результате это приводит к ряду экологических проблем: выбросы метана в атмосферу (парниковый эффект), загрязнения грунтовых вод, окисление почв. Применение на предприятии АПК биогазовых установок позволит решить проблемы экологии, снизить потребность предприятия в закупке тепловой и электрической энергии, а также получить высококачественные органические удобрения [4]. Биопереработка агропромышленных отходов приведет к оптимизации использования природных, человеческих и экономических ресурсов в производстве продуктов питания и кормов, а также позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду [5].

Эффективность и производительность биогазовой установки зависит от типа используемого сырья, химического состава отходов, скорости загрузки органических веществ, а также во многом от скорости перемешивания отходов в реакторе. Существуют несколько направлений исследований, нацеленных на повышение производительности и эффективности биогазовых реакторов: повышение

рабочей температуры, сбраживание с высоким содержанием твердых веществ, твердофазное сбраживание. Эти биотехнологии позволяют не только увеличить производительность и эффективность реактора, но также существенно уменьшить его габариты [6]. Также большое влияние на эффективность использования биомассы влияют методы сбора и предварительной обработки отходов. Применение биоперерабатывающих заводов в биоэкономике замкнутого цикла имеет значительный потенциал для производства биогаза и органических удобрений путем эффективного использования биоресурсов [7].

Многие ученые занимались исследованием влияния различных характеристик на эффективность биогазовой установки [8-13]. Young-JuSong и др. [14] провели экспериментальные исследования характеристик биогаза в зависимости от химического состава исходного сырья (пищевые отходы, навоз скота или осадок сточных вод). Результаты исследований показали, что наибольшее количество метана выделяется из пищевых отходов. Повышенное содержание метана в биогазе, в свою очередь, позволяет повысить выработку электрической энергии и снизить выбросы вредных веществ при сжигании биогаза. Dalpraz и др. [15] провели экспериментальные исследования по выработке тепловой и электрической энергии из биогаза с различным содержанием метана. Результаты исследований показали, что с увеличением содержания метана количество вырабатываемой электрической энергии растет: при содержании CH_4 68,54% выработанная электроэнергия составляла 2,04 кВтч/м³; при содержании CH_4 92,33% удалось выработать 3,57 кВтч/м³ электроэнергии.

Bolzonella и др. [16] провели исследования по термодиффузионному постгидролизу биомассы для увеличения производства биогаза. Путем рециркуляции гидролизата обратно в реактор, авторам удалось добиться увеличения производства биогаза на 30%.

Cabello и др. [17] провели технико-экономический анализ применения химического петлевого сжигания для улавливания CO_2 в биогазовой установке. Авторы пришли к выводу, что использование технологий улавливания диоксида углерода позволит использовать его в дальнейшем в сельском хозяйстве, например, для выращивания тепличных культур. Результаты исследований показали, что интеграция технологий химического петлевого сжигания и улавливания CO_2 приведет к получению дополнительной прибыли за счет использования CO_2 в теплицах для выращивания культур.

Авторы также исследовали целесообразность когенерационной выработки энергии в биогазовых установках, и пришли к выводу, что вырабатывать только тепловую энергию в биогазовых установках экономически нецелесообразно. Наибольшей эффективности

можно достичь путем выработки как тепловой, так и электрической энергии (когенерация).

Таким образом, применение биогазовых установок в агропромышленном комплексе – это эффективный способ утилизации отходов сельского хозяйства при одновременной генерации тепловой и электрической энергии. Окупаемость внедрения биогазовой установки в среднем составляет 3-7 лет [18].

Как упоминалось ранее, одним из направлений повышения эффективности биогазовой установки является оптимизация параметров смешивания отходов в биореакторе. Оптимальная скорость перемешивания позволяет ускорить процесс анаэробного брожения путем выравнивания, как температуры биомассы, так и концентрации анаэробных микроорганизмов. Интенсивность перемешивания влияет на эффективность производства биогаза, следовательно, влияет и на количество произведенной из биогаза энергии.

Целью данного исследования является определение влияния скорости перемешивания отходов (биомассы) в биореакторе на количество произведенного биогаза.

Условия, материалы и методы. Для проведения исследований применялась вычислительная гидродинамика (CFD). Было выполнено 3D-моделирование в ANSYSFluent с применением k-ε модели турбулентности. Для сокращения вычислительных затрат использовалась однофазная модель. Корпус мешалки с реакторной системой рассматривался как однофазная система, содержащая жидкую биомассу в соотношении отходов и воды 1:1.

После построения геометрии проводилась разбивка системы на расчетные зоны путем построения объемной сетки. Система состоит из двух расчетных областей: внутренняя область включает окружающую мешалку среду, поэтому размер ячеек во внутренней расчетной области был меньше, чем размер ячеек во внешней расчетной области. Затем на основе числа Рейнольдса, полученного из стандартной модели турбулентности k-ε, был выбран режим течения. Свойства биомассы, а именно плотность и вязкость, заимствованы из литературы [19].

Результаты и обсуждение. Проведены исследования влияния скорости движения рабочего колеса мешалки на генерацию биогаза. На рисунке 1 представлен суточный график выработки биогаза при различных скоростях движения рабочего колеса мешалки: 40, 70 и 100 об/мин. Необходимо отметить, что суточная выработка биогаза увеличивается до четвертого дня. С четвертого по восьмой день выработка газа уменьшается, так как на эти дни происходит процесс гидролиза. Начиная с девятого дня выход биогаза снова возрастает и достигает максимального значения на четырнадцатый день.

Необходимо отметить, что при скоростях перемешивания 40 и 70 об/мин тенденция

примерно одинаковая. Однако при скорости рабочего колеса 100 об/мин тенденция меняется. В этом случае производство биогаза

увеличивается до пятых суток, что объясняется усиленным перемешиванием и активными процессами тепло- и массообмена.

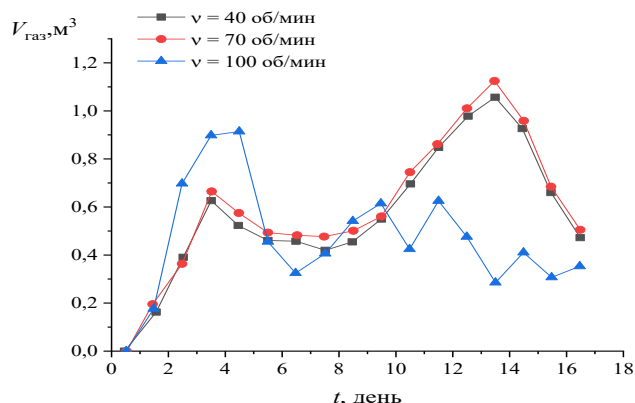


Рис. 1 - График суточной выработки биогаза при различных скоростях перемешивания

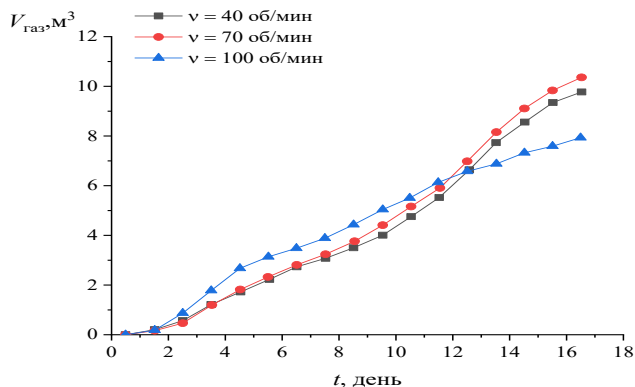


Рис. 2 - График общей выработки биогаза при различных скоростях перемешивания

Проанализируем график изменения общей выработки биогаза при различных скоростях перемешивания (рис. 2) за рассматриваемый промежуток времени (17 дней). В первые дни вырабатывается очень малое количество биогаза. В этот период основным источником производимого биогаза является двуокись углерода, содержание метана при этом довольно низкое. Это связано с происходящим в этот период гидролизом и подкислением биомассы. Начиная с третьего-четвертого дня выработка биогаза увеличивается, и растет содержание метана. Это связано с тем, что метаногенные бактерии размножаются, увеличивается их количество, что и приводит к образованию большого количества метана. В целом, по окончании 17 дней обработки биомассы при скоростях мешалки 40, 70 и 100 об/мин, произведено 9800, 10400 и 8000 л биогаза соответственно. Таким образом, максимальное количество биогаза производится при скорости мешалки в 70 об/мин, и в пиковый 14-й день составляет 1100 л. При скорости мешалки 100 об/мин в течение первых 11 дней наблюдается наибольшее производство биогаза по сравнению с результатами, полученными для других скоростей. Тем не менее, начиная с 12-го дня, тенденция

меняется ввиду интенсивного перемешивания, что и привело к уменьшению образования биогаза.

Выводы. Результаты численных исследований показали, что скорость рабочего колеса (40, 70 и 100 об/мин) оказывает значительное влияние на производительность биогазового реактора. Результаты исследования суточного производства биогаза при различных скоростях мешалки показали, что максимальная суточная выработка биогаза составила 1100 л при скорости мешалки 70 об/мин. При скорости 40 об/мин выработка биогаза ниже, чем при скорости перемешивания 70 об/мин, что объясняется наличием «мертвых» зон возле стенок реактора ввиду неэффективного перемешивания биомассы при такой скорости вращения. Высокоинтенсивное перемешивание также негативно влияет на количество производимого биогаза. Результаты исследований показали, что при скорости мешалки 100 об/мин наблюдается высокий уровень производства биогаза, но лишь до 11-го дня, после производство биогаза резко снижается. В целом по истечении 17-ти дней, при скоростях мешалки 40, 70 и 100 об/мин было произведено 9800, 10400 и 8000 л биогаза соответственно. Таким образом, можно

сделать вывод, что при скорости мешалки 70 об/мин можно произвести наибольшее количество биогаза и добиться наибольшей эффективности биогазовой установки.

Литература

1. Biogas potential, utilization and countermeasures in agricultural provinces: A case study of biogas development in Henan Province, China / M. Gao, D. Wang, H. Wang, X. Wang, Y. Feng // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Т. 99. P. 191-200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.005>
2. Recent Advances in Biogas Production Using Agro-Industrial Waste: A Comprehensive Review Outlook of Techno-Economic Analysis / M.K. Devi, S. Manikandan, M. Oviyapriya et al. // *Bioresource Technology*. 2022. P. 127871. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127871>
3. Biomass potential from agricultural waste for energetic utilization in Greece / S. Alatzas, K. Moustakas, D. Malamis, S. Vakalis // *Energies*. 2019. Т. 12. №. 6. P. 1095. <https://doi.org/10.3390/en12061095>
4. Whiting A., Azapagic A. Life cycle environmental impacts of generating electricity and heat from biogas produced by anaerobic digestion // *Energy*. 2014. Т. 70. P. 181-193. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.03.103>
5. Agricultural waste biorefinery development towards circular bioeconomy / M. K. Awasthi, R. Sindhu, R. Sirohi et al. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Т. 158. P. 112122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112122>
6. Ellacuriaga M., García-Cascallana J., Gómez X. Biogas production from organic wastes: integrating concepts of circular economy // *Fuels*. 2021. Т. 2. №. 2. P. 144-167. <https://doi.org/10.3390/fuels2020009>
7. Refining biomass residues for sustainable energy and bio-products: An assessment of technology, its importance, and strategic applications in circular bio-economy / M. K. Awasthi, S. Sarsaiya, A. Patel // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. Т. 127. P. 109876. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109876>
8. Valorising agro-industrial wastes within the circular bioeconomy concept: The case of defatted rice bran with emphasis on bioconversion strategies / M. Alexandri, J. P. López-Gómez, A. Olszewska-Widrat, J. Venus // *Fermentation*. 2020. Т. 6. №. 2. P. 42. <https://doi.org/10.3390/fermentation6020042>
9. From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? / L.C. Freitas, J.R. Barbosa, A.L. C. da Costa et al. // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. Т. 169. P. 105466. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105466>
10. Rice streams as a promising source of biofuels: feedstocks, biotechnologies and future perspectives / A.P. Gupte, M. Basaglia, S. Casella, L. Favaro // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Т. 167. P. 112673. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112673>
11. Energy balance and efficiency analysis for power generation in internal combustion engine sets using biogas / L. Yingjian, Q. Qi, H. Xiangzhu, L. Jiezhong et al. // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2014. Т. 6. P. 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2014.01.003>
12. Rotunno P., Lanzini A., Leone P. Energy and economic analysis of a water scrubbing based biogas upgrading process for biomethane injection into the gas grid or use as transportation fuel // *Renewable Energy*. 2017. Т. 102. P. 417-432. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.062>
13. Ugwu S. N., Enweremadu C. C. Ranking of energy potentials of agro-industrial wastes: Bioconversion and thermo-conversion approach // *Energy Reports*. 2020. Т. 6. P. 2794-2802. <https://doi.org/10.1016/j.eyr.2020.10.008>
14. Characteristics of biogas production from organic wastes mixed at optimal ratios in an anaerobic co-digestion reactor / Y.J. Song, K.S. Oh, B. Lee et al. // *Energies*. 2021. Т. 14. №. 20. P. 6812. <https://doi.org/10.3390/en14206812>
15. Using biogas for energy cogeneration: An analysis of electric and thermal energy generation from agro-industrial waste / R. Dalpaz, O. Konrad, C.C. da Silva Cyrne et al. // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2020. Т. 40. P. 100774. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100774>
16. Biological thermophilic post hydrolysis of digestate enhances the biogas production in the anaerobic digestion of agro-waste / D. Bolzonella, F. Battista, A. Mattioli et al. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. Т. 134. P. 110174. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110174>
17. Techno-economic analysis of a chemical looping combustion process for biogas generated from livestock farming and agro-industrial waste / A. Cabello, T. Mendiara, A. Abad, J. Adánez // *Energy Conversion and Management*. 2022. Т. 267. P. 115865. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115865>
18. Блинова Л. А. Биогазовые установки как альтернативный источник энергии в АПК РФ // *Проблемы современной экономики*. 2012. С. 41-44.
19. Yu L., Ma J., Chen S. Numerical simulation of mechanical mixing in high solid anaerobic digester // *Bioresource technology*. 2011. Т. 102. №. 2. P. 1012-1018. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.09.079>

Сведения об авторах:

Ахметова Ирина Гареевна – доктор технических наук, заведующая кафедрой, e-mail: irina_akhmetova@mail.ru

Соловьева Ольга Викторовна – кандидат физико-математических наук, доцент, e-mail: solovyeva.ov@kgeu.ru

Соловьев Сергей Анатольевич – кандидат физико-математических наук, доцент, e-mail: solovev.sa@kgeu.ru

Шакурова Розалина Зуфаровна – аспирант, e-mail: i@rshakurova.ru

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE MIXING RATE OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE ON THE AMOUNT OF PRODUCED BIOGAS

I. G. Akhmetova, O. V. Soloveva, S. A. Solovev, R. Z. Shakurova

Abstract. At the enterprises of the agro-industrial complex there is a large amount of waste, most of which is not recycled. This leads to a number of environmental problems, such as soil acidification and the greenhouse effect caused by methane emissions into the atmosphere. Meanwhile, waste from the agro-industrial complex (AIC) is an excellent raw material for the production of biogas, an environmentally friendly fuel that agribusiness enterprises can use for their own generation of heat and electricity, thus reducing the volume of energy purchases from generating companies. In addition to

heat and electricity, biogas technologies make it possible to obtain high-quality fertilizers, which agricultural enterprises can later use, for example, for growing greenhouse crops. In this paper, we studied the effect of the waste mixing rate in a bioreactor on the amount of biogas produced. The studies were carried out at the following mixing speeds: 40, 70 and 100 rpm. The research results showed that at a speed of 70 rpm, the most efficient mixing of the biomass in the reactor is observed. At a stirrer speed of 40 rpm, the presence of dead zones was observed in the reactor, which indicates a low efficiency of biomass mixing. In addition, at a stirrer speed of 70 rpm, the maximum daily production of biogas is observed, namely 1100 l. At a stirrer speed of 100 rpm, a noticeable reduction in the amount of biogas produced was observed due to the high mixing intensity. In general, in the studied time period (17 days), at mixing speeds of 40, 70 and 100 rpm, 9800, 10400 and 8000 liters of gas are produced, respectively. Thus, the highest performance of the bioreactor is achieved at a biomass stirring speed of 70 rpm.

Key words: biogas, agricultural waste, biogas plant, mixing rate, efficiency, energy.

References

1. Biogas potential, utilization and countermeasures in agricultural provinces: A case study of biogas development in Henan Province, China / M. Gao, D. Wang, H. Wang, X. Wang, Y. Feng // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. V. 99. R. 191-200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.005>
2. Recent Advances in Biogas Production Using Agro-Industrial Waste: A Comprehensive Review Outlook of Techno-Economic Analysis / M.K. Devi, S. Manikandan, M. Oviyapriya et al. // *Bioresource Technology*. 2022. R. 127871. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127871>
3. Biomass potential from agricultural waste for energetic utilization in Greece / S. Alatzas, K. Moustakas, D. Malamis, S. Vakalis // *Energies*. 2019. Vol. 12. No. 6. R. 1095. <https://doi.org/10.3390/en12061095>
4. Whiting A., Azapagic A. Life cycle environmental impacts of generating electricity and heat from biogas produced by anaerobic digestion // *Energy*. 2014. V. 70. R. 181-193. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.03.103>
5. Agricultural waste biorefinery development towards circular bioeconomy / M. K. Awasthi, R. Sindhu, R. Sirohi et al. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. V. 158. P. 112122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112122>
6. Ellacuriaga M., García-Cascallana J., Gómez X. Biogas production from organic wastes: integrating concepts of circular economy // *Fuels*. 2021. Vol. 2. No. 2. R. 144-167. <https://doi.org/10.3390/fuels2020009>
7. Refining biomass residues for sustainable energy and bio-products: An assessment of technology, its importance, and strategic applications in circular bio-economy / M. K. Awasthi, S. Sarsaiya, A. Patel // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. V. 127. R. 109876. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109876>
8. Valorising agro-industrial wastes within the circular bioeconomy concept: The case of defatted rice bran with emphasis on bioconversion strategies / M. Alexandri, J. P. López-Gómez, A. Olszewska-Widdrat, J. Venus // *Fermentation*. 2020. Vol. 6. No. 2. R. 42. <https://doi.org/10.3390/fermentation6020042>
9. From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? / L.C. Freitas, J.R. Barbosa, A.L. C. da Costa et al. // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. V. 169. P. 105466. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105466>
10. Rice waste streams as a promising source of biofuels: feedstocks, biotechnologies and future perspectives / A.P. Gupte, M. Basaglia, S. Casella, L. Favaro // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. V. 167. P. 112673. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112673>
11. Energy balance and efficiency analysis for power generation in internal combustion engine sets using biogas / L. Yingjian, Q. Qi, H. Xiangzhu, L. Jiezhai et al. // *Sustainable energy technologies and assessments*. 2014. V. 6. R. 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2014.01.003>
12. Rotunno P., Lanzini A., Leone P. Energy and economic analysis of a water scrubbing based biogas upgrading process for biomethane injection into the gas grid or use as transportation fuel / *Renewable Energy*. 2017. Vol. 102. R. 417-432. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.062>
13. Ugwu S. N., Enweremadu C. C. Ranking of energy potentials of agro-industrial wastes: Bioconversion and thermo-conversion approach // *Energy Reports*. 2020. V. 6. R. 2794-2802. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.10.008>
14. Characteristics of biogas production from organic wastes mixed at optimal ratios in an anaerobic co-digestion reactor / Y.J. Song, K.S. Oh, B. Lee et al. // *Energies*. 2021. Vol. 14. No. 20. R. 6812. <https://doi.org/10.3390/en14206812>
15. Using biogas for energy cogeneration: An analysis of electric and thermal energy generation from agro-industrial waste / R. Dalpaz, O. Konrad, C.C. da Silva Cyrne et al. // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2020. V. 40. R. 100774. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100774>
16. Biological thermophilic post hydrolysis of digestate enhances the biogas production in the anaerobic digestion of agro-waste / D. Bolzonella, F. Battista, A. Mattioli et al. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. V. 134. P. 110174. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110174>
17. Techno-economic analysis of a chemical looping combustion process for biogas generated from livestock farming and agro-industrial waste / A. Cabello, T. Mendiara, A. Abad, J. Adánez // *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 267. R. 115865. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115865>
18. Blinova L. A. Biogas plants as an alternative source of energy in the agro-industrial complex of the Russian Federation // *Problems of the modern economy*. 2012. S. 41-44.
19. Yu L., Ma J., Chen S. Numerical simulation of mechanical mixing in high solid anaerobic digester // *Bioresource technology*. 2011. Vol. 102. No. 2. R. 1012-1018. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.09.079>

Authors:

Akhmetova Irina Gareevna – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department, e-mail: irina_akhmetova@mail.ru
 Soloveva Olga Victorovna – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, e-mail: soloveva.ov@kgeu.ru
 Solovev Sergei Anatolievich – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, e-mail: solovev.sa@kgeu.ru
 Shakurova Rozalina Zufarovna – postgraduate student, e-mail: i@rshakurova.ru
 Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia.

**ОТЗЫВЧИВОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПОДКОРМКИ КОМПЛЕКСНЫМ
КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ УДОБРЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ****РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****М. Ф. Амиров, Т. С. Цветков**

Реферат. В данной статье приводятся результаты изучения влияния некорневых подкормок концентрированным комплексным жидким удобрением Ультрамаг Комби в фазе кущения и колошения озимой пшеницы дозами 1 л/га и 2 л/га, в 2021-2022 гг. Исследования проводили с озимой мягкой пшеницей сорта Скипетр на базе ООО «Агробiotехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» на серых лесных почвах с содержанием гумуса 3,2-3,4%, подвижного фосфора 250-270 мг/кг по Кирсанову, обменного калия 121-170 мг/кг, реакцией почвенной среды близкой к нейтральной pH 6,6. Учет густоты всходов, структуры урожайности растений проводили методом площадок. Учет фактической урожайности зерна озимой пшеницы проводили по всем вариантам сплошным методом с последующим пересчетом на стандартную (14%) влажность и 100% чистоту [ГОСТ 13586.5-2015; ГОСТ 30483-97], определение количества и качества клейковины в зерне пшеницы – по ГОСТу Р 54478-2011. Использование комплексного концентрированного удобрения Ультрамаг Комби при некорневой подкормке в фазе кущения озимой пшеницы дозами 1 и 2 л/га увеличивали нарастание сухой биомассы, продуктивную кустистость, сохранность всходов к уборке, массу 1000 зерен и массу зерна с 1 колоса, что в итоге повысило биологическую урожайность по сравнению с контролем. Некорневые подкормки препаратом Ультрамаг Комби в фазе кущения и колошения озимой пшеницы дозой 1 л/га в среднем за годы исследования повысили урожайность зерна на 9,5%, а при использовании в эти же фазы развития озимой пшеницы дозы 2 л/га прибавка урожайности достигла 16,8%.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, содержание клейковины, элементы питания, микроэлементы, подкормки.

Введение. Посевные площади озимой пшеницы в Республике Татарстан за последние пять лет занимали 300-346 тысяч гектаров со средней урожайностью 2,01-3,67 т/га и повышение её продуктивности одна из основных задач сельскохозяйственных товаропроизводителей. Для сельского хозяйства также важно не упускать из вида проблему всё возрастающей концентрации углекислого газа в окружающей среде. Озимая пшеница, формируя на много высокие урожаи по сравнению с яровой, имеет более длительный вегетационный период и при этом больше поглощает CO₂, воду, элементы питания [1]. Бесспорно, для увеличения урожайности необходимо создать оптимальные условия в соответствии с биологическими особенностями сорта [2]. Выявление потребности в элементах питания с учетом их содержания в почве, их оптимальный подбор в конкретных почвенно-климатических условиях имеет большое значение и требует проверки [3]. Многие исследователи отмечают в своих работах значение азотных удобрений в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы [4]. Различные сорта озимой пшеницы не одинаково реагируют на азотные подкормки [5], обладают различной устойчивостью к болезням [6]. Важное значение имеют также способы и сроки внесения азотных подкормок [7, 8]. Как отмечают некоторые авторы, немаловажным условием является повышение активности самих растений с помощью регуляторов роста в наиболее интенсивных периодах роста и развития уже вегетирующих растений [9, 10]. Для повышения качества и снижения себестоимости выращенного зерна необходимо расширить сочетания и объемы применения

органических и минеральных удобрений при строгом соблюдении требований технологий производства [11].

Цель исследования – сравнение и выявление наиболее эффективной дозы и приема использования подкормки препаратом Ультрамаг Комби зерновой на озимой пшенице в почвенно-климатических условиях Предкамья Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты проводили в 2020-2022 гг. на базе ООО «Агробiotехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Исследования проводились на серых лесных почвах с содержанием в пахотном слое 0-25 см гумуса 3,2-3,4%, подвижного фосфора 250-270 мг/кг по Кирсанову, обменного калия 121-170 мг/кг, реакцией почвенной среды близкой к нейтральной pH 6,6. Объект исследования озимая мягкая пшеница сорт Скипетр. Содержание питательных элементов в препарате Ультрамаг Комби для зерновых: N – 9,4%, MgO – 1,4%, SO₃ – 3,2%, Fe – 0,6%, Mn – 0,8%, Zn – 0,7%, Cu – 0,65%, Mo – 0,005%, Ti – 0,02%. Полевые опыты закладывались в четырехкратной повторности, делянки размещали последовательно, общая площадь делянок – 30 м², учетная – по 25 м². Предшественник – чистый пар. До посева вносили удобрения дозой N₃₂P₃₂K₃₂. Предпосевную обработку почвы и посев проводили на глубину 4-5 см, норма высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 гектар. В ходе выполнения исследований проведены наблюдения, учеты и анализы в соответствии с общепринятыми методиками. Определение массовой доли белка в зерне в пересчете на сухое вещество – по ГОСТ 10846-91, количество и качество клейковины проведено с использованием

прибора ИДК-3М по ГОСТ 54478-2011. Уборку осуществляли в фазе полной спелости зерна озимой пшеницы комбайном САМПО-500.

Математическую обработку результатов опытов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (рис. 1) [12].

Наименование препарата	Фаза применения и доза расхода, л/га	
	Кущение	Колошение
1.Контроль	-	-
2.Ультрамаг Комби для зерновых	1,0	-
3.Ультрамаг Комби для зерновых	1,0	1,0
4.Ультрамаг Комби для зерновых	2,0	-
5.Ультрамаг Комби для зерновых	2,0	2,0

Рис. 1 - Схема опыта

Результаты и обсуждение. Погодные условия в 2020 году отличались от многолетних значений повышенным температурным режимом и незначительным количеством осадков (рис. 2). Это в какой-то мере понизило полевую всхожесть озимой пшеницы. Возобновление весенней вегетации на посевах озимой пшеницы началось 16 апреля 2021 года. За май выпало 50% осадков от средней многолетней нормы, а средняя температура воздуха была выше на 4°C от многолетних значений. В июне выпало всего 14% осадков, а температура была выше на 5°C многолетних значений.

Метеорологические условия 2022 года были благоприятными для формирования более высокого урожая озимой пшеницы (рис. 3).

Анализ нарастания сухой биомассы растений озимой пшеницы в фазу молочной спелости 2021 году выявил следующее (рис. 4).

Некорневые подкормки препаратом Ультрамаг в фазе кущения и колошения дозой 1 л/га увеличили нарастание сухой массы корней на 14%, стебля на 12%, колоса на 14%, при использовании дозы 2 л/га нарастание сухой массы увеличились по сравнению с контролем: корней до 18%, стебля до 15%, колоса до 18%.

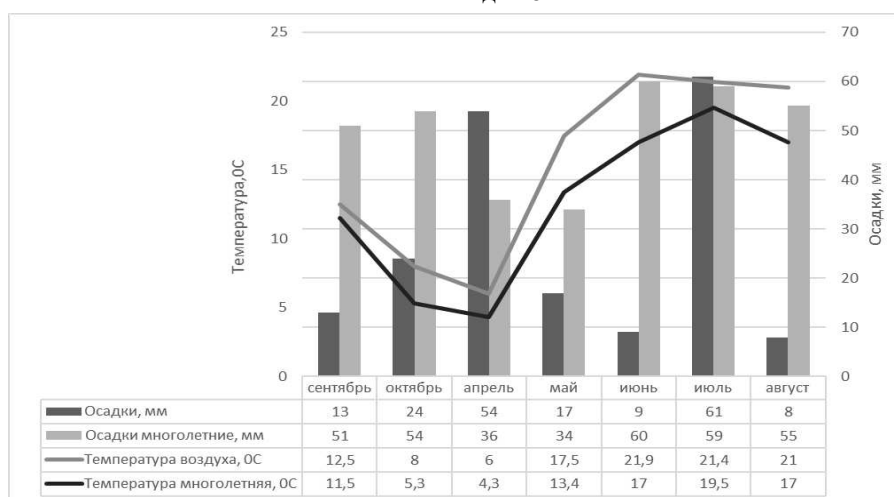


Рис. 2 - Метеорологические условия в период вегетации озимой пшеницы сорта Скипетр, 2020-2021 гг.

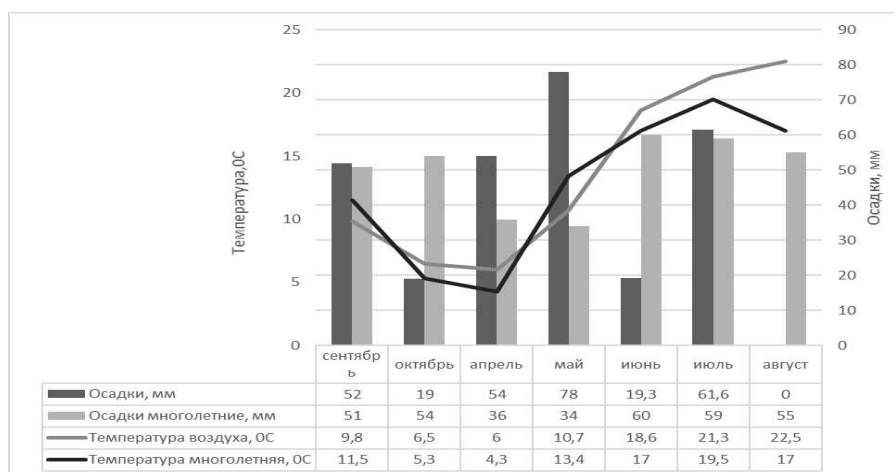


Рис. 3 - Метеорологические условия в период вегетации озимой пшеницы сорта Скипетр, 2021-2022 гг.

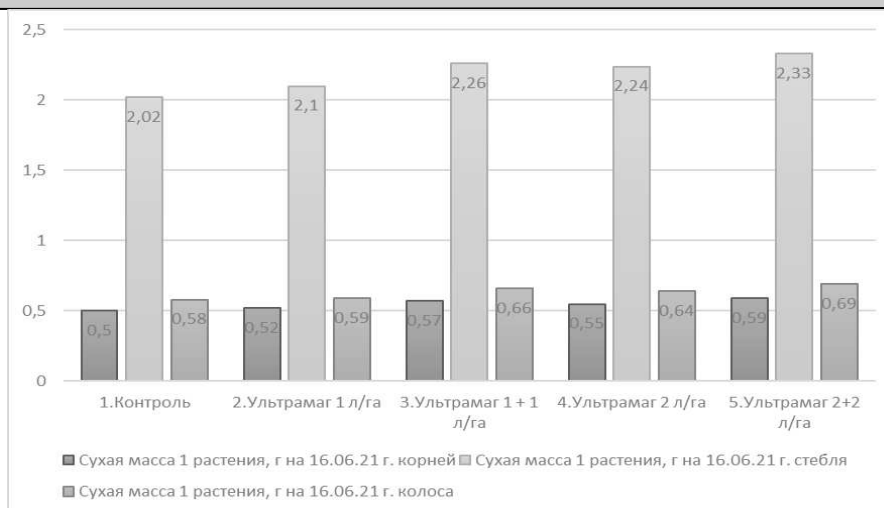


Рис. 4 - Сухая масса растений озимой пшеницы в фазе молочной спелости в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2021 г.

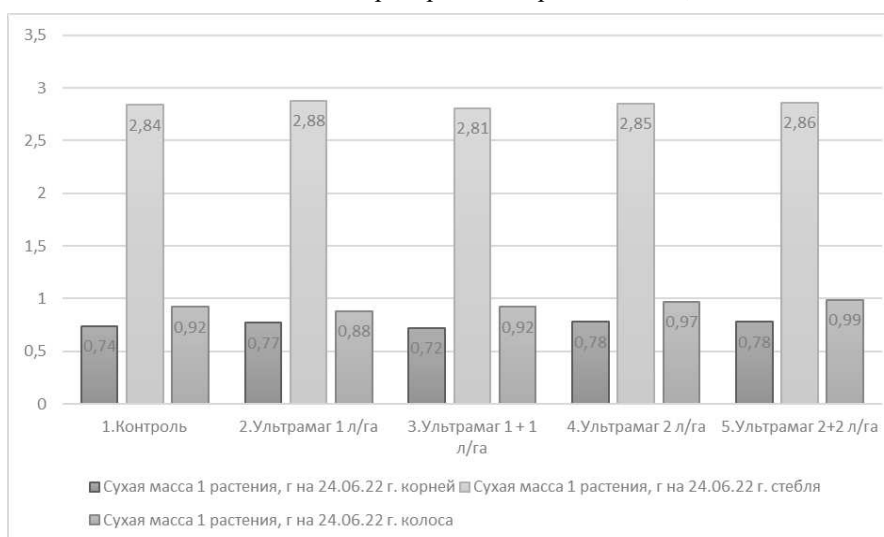


Рис. 5 - Сухая масса растений озимой пшеницы в фазе молочной спелости в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2022 г.

В 2022 году благоприятные погодные условия позволили озимой пшенице увеличить нарастание сухой биомассы в фазу молочной спелости по сравнению с показателями 2021 года на 45% (рис. 5). Некорневые подкормки препаратом Ультрамаг Комби в фазе кушения и колошения дозой 2 л/га увеличили нарастание сухой массы корней на 5,4%,

стебля на 0,7%, колоса на 7,6% по сравнению с контролем.

В 2021 году однократное опрыскивание озимой пшеницы препаратом Ультрамаг Комби дозой 1 л/га в фазе кушения увеличил сохранность растений к уборке на 2,6%, опрыскивание дозой 2 л/га увеличил на 8,0% по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1 – Сохранность всходов озимой пшеницы Скипетр к уборке в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2021 г.

Вариант	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Коэффициент кустистости	Сохранность всходов к уборке, %
1.Контроль	432	78,6	326	327	1,00	75,5
2.Ультрамаг 1 л/га	429	78,0	335	368	1,10	78,1
3.Ультрамаг 1 + 1 л/га	430	78,2	366	398	1,09	85,1
4.Ультрамаг 2 л/га	431	78,3	360	395	1,10	83,5
5.Ультрамаг 2+2 л/га	430	78,2	375	376	1,00	87,2

Таблица 2 – Сохранность всходов озимой пшеницы Скипетр к уборке в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2022 г.

Вариант	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Коэффициент кустистости	Сохранность всходов к уборке, %
1.Контроль	435	79,1	349	447	1,28	80,2
2.Ультрамаг 1 л/га	437	79,5	355	457	1,29	81,2
3.Ультрамаг 1 + 1 л/га	436	79,3	360	465	1,29	82,6
4.Ультрамаг 2 л/га	434	78,9	362	484	1,34	83,4
5.Ультрамаг 2+2 л/га	438	79,6	367	493	1,34	83,8

Опрыскивание препаратом Ультрамаг Комби озимой пшеницы в фазе кущения и в фазе колошения дозой 1 л/га повысил сохранность растений на 9,6% по сравнению с контролем, при опрыскивании дозой 2 л/га повысил на 11,7%. В 2022 более благоприятном по метеорологическим условиям году однократное опрыскивание озимой пшеницы препаратом Ультрамаг Комби дозой 1 л/га в фазе кущения увеличил сохранность растений к уборке на 1,0%, опрыскивание дозой 2 л/га увеличил на 3,2% по сравнению с контролем (табл. 2). Опрыскивание препаратом Ультрамаг Комби озимой пшеницы в фазе кущения и в фазе колошения дозой 1 л/га повысил сохранность растений на 2,4% по сравнению

с контролем, при опрыскивании дозой 2 л/га повысил на 3,6% и еще увеличил коэффициент продуктивной кустистости на 4,7% по сравнению с контролем.

Использование концентрированного комплексного жидкого удобрения Ультрамаг Комби при однократном и двукратном опрыскивании дозами в 1 л/га и 2 л/га увеличили биометрические показатели озимой пшеницы по сравнению с контролем в 2021 и 2022 годы. В 2021 году опрыскивание озимой пшеницы в фазе кущения и в фазе колошения препаратом Ультрамаг Комби дозой 2 л/га заметно увеличили число продуктивных стеблей, длину стебля и колоса, массу 1000 зерен и массу зерна с 1 колоса (табл. 3).

Таблица 3 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2021 г.

Показатель	Опрыскивание посевов				
	1.Контроль	2.Ультрамаг 1 л/га	3.Ультрамаг 1 + 1 л/га	4.Ультрамаг 2 л/га	5.Ультрамаг 2+2 л/га
Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м ²	327	323	331	336	336
Длина стебля, см	73	73	75	74	75
Длина колоса, см	7,3	7,5	7,7	7,7	8,0
Число колосков в колосе, шт.	16,0	16,5	17,0	17,5	17,5
Число зерен в колосе, шт.	24	25	25	25	25
Масса зерна с 1 колоса, г	0,67	0,71	0,71	0,71	0,72
Масса 1000 зерен, г	28,0	28,2	28,4	28,5	28,7
Биологическая урожайность, т/га					
общая	4,49	4,72	4,84	4,92	4,99
зерно	2,19	2,29	2,35	2,39	2,42
солома	2,30	2,43	2,49	2,53	2,57

В 2022 году показатели структуры урожая озимой пшеницы отличались в лучшую сторону по сравнению с показателями 2021 года. Увеличилось число продуктивных стеблей, длина стебля, число зерен в колосе, масса 1000 зерен и масса зерна с 1 колоса.

В 2022 году даже однократная подкормка препаратом Ультрамаг Комби дозой 1 л/га способствовало увеличению числа продуктивных стеблей, длины стебля и колоса, массы 1000 зерен на 1,1 г по сравнению с контролем, а показатели структуры урожая и

биологическая урожайность были достигнуты при двукратной подкормке дозой 2 л/га (табл. 4).

Урожайность зерна озимой пшеницы в острозасушливом 2021 году на контроле составила 2,07 т/га, при некорневой подкормке препаратом Ультрамаг Комби дозой 1 л/га 2,24-2,29 т/га, при использовании дозы 2 л/га – 2,32-2,34 т/га (табл. 5).

В 2022 году урожайность озимой пшеницы увеличилась в три раза по сравнению с прошлогодней.

АГРОНОМИЯ

Таблица 4 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2022 г.

Показатель	Опрыскивание посевов				
	1.Контроль	2.Ультрамаг 1 л/га	3.Ультрамаг 1 + 1 л/га	4.Ультрамаг 2 л/га	5.Ультрамаг 2+2 л/га
Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м ²	447	457	465	484	493
Длина стебля, см	85	88	91	93	95
Длина колоса, см	7,5	7,8	7,8	8,3	8,3
Число колосков в колосе, шт.	15,5	16,0	16,0	16,0	16,0
Число зерен в колосе, шт.	31	31	31	31	31
Масса зерна с 1 колоса, г	1,38	1,42	1,44	1,50	1,49
Масса 1000 зерен, г	44,6	45,7	46,5	48,3	48,0
Биологическая урожайность, т/га					
общая	13,57	14,60	15,28	16,77	17,49
зерно	6,17	6,49	6,70	7,26	7,35
солома	7,40	8,11	8,58	9,51	10,14

Таблица 5 – Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2021-2022 гг.

Вариант	Урожайность зерна, т/га			± от контроля	
	2021 г.	2022 г.	Средняя	т/га	%
1.Контроль	2,07	6,13	4,10	-	-
2.Ультрамаг 1 л/га	2,24	6,47	4,36	0,26	6,3
3.Ультрамаг 1 + 1 л/га	2,29	6,68	4,49	0,39	9,5
4.Ультрамаг 2 л/га	2,32	7,16	4,74	0,64	15,6
5.Ультрамаг 2+2 л/га	2,34	7,24	4,79	0,69	16,8
НСР _{0,05} , т/га	0,07	0,26			

За годы исследований некорневая подкормка препаратом Ультрамаг Комби в фазе кущения и колошения озимой пшеницы дозой 1 л/га позволило увеличить урожайность на 9,5%, использование дозы в 2 л/га способствовало увеличить прибавку до 16,8%.

Изменения показателей качества зерна озимой пшеницы сорта Скипетр в 2021 году произошли за счёт использования некорневой подкормки препаратом Ультрамаг Комби дозой 2 л/га (табл. 6).

Таблица 6 – Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2021 г.

Показатель	Опрыскивание посевов				
	1.Контроль	2.Ультрамаг 1 л/га	3.Ультрамаг 1 + 1 л/га	4.Ультрамаг 2 л/га	5.Ультрамаг 2+2 л/га
Массовая доля белка, в пересчете на сухое вещество, %	27,0	30,5	28,5	30,3	30,3
Соответствие нормативному значению	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс
Количество клейковины, %	32,4	38,1	36,8	36,6	37,6
Соответствие нормативному значению	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс
Качество клейковины, ед. ИДК	73	83	85	74	73
Соответствие нормативному значению	I, Хорошая	II, Удовлет. слабая	II, Удовлет. слабая	I, Хорошая	I, Хорошая
Соответствие нормативному значению	1-2 класс	3-4 класс	3-4 класс	1-2 класс	1-2 класс

В 2022 году из-за высокой урожайности массовая доля белка в зерне уменьшилась по всем вариантам, но оставалась в пределах нормы (табл. 7). Некорневая подкормка

препаратом Ультрамаг Комби в фазе кущения и колошения озимой пшеницы дозой 2 л/га увеличила содержание белка в зерне на 1,0%, количество клейковины на 1,8%.

Таблица 7 – Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от использования препарата Ультрамаг Комби, 2022 г.

Показатель	Опрыскивание посевов				
	1.Контроль	2.Ультра- маг 1 л/га	3.Ультра- маг 1 + 1 л/га	4.Ультра- маг 2 л/га	5.Ультра- маг 2+2 л/га
Массовая доля белка, в пересчете на сухое вещество, %	14,6	15,1	15,3	15,4	15,6
Соответствие нормативному значению	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс
Количество клейковины, %	34,1	34,6	36,0	34,9	35,9
Соответствие нормативному значению	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс
Качество клейковины, ед. ИДК	93	94	93	90	90
Соответствие нормативному значению	II, Удовлет. слабая	II, Удовлет. слабая	II, Удовлет. слабая	II, Удовлет. слабая	II, Удовлет. слабая
Соответствие нормативному значению	3-4 класс	3-4 класс	3-4 класс	3-4 класс	3-4 класс

Выводы. Величину урожая озимой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан в значительной мере определяют погодные условия в период интенсивного роста и развития культуры, т.е. от фазы выхода в трубку до молочной спелости. Установлено, что использование некорневых подкормок концентрированным комплексным

удобрением Ультрамаг Комби в фазе кущения и колошения дозой 2 л/га способствовали увеличить нарастание сухой биомассы, продуктивной кустистости, сохранности всходов к уборке, массы 1000 зерен и массы зерна с 1 колоса, что в итоге повысило урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр на 16,8% по сравнению с контролем.

Литература

1. Амиров М. Ф. Интенсивность усвоения углерода полевыми культурами в зависимости от технологии возделывания в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т.14. № 3 (63). С. 14-18.
2. Устойчивость сортов озимой пшеницы к неблагоприятным условиям произрастания и их урожайность / В.Д. Маркин, П.В. Маркин, Ю.В. Щекочихина, П.Б. Щетинин // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 3. С.15-18
3. Хакимов Ш. З. Влияние динамики NPK на дозы внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу // Плодородие. 2021. № 5(122). С. 56-61. DOI 10.25680/S19948603.2021.122.14.
4. Урожайность озимой твердой пшеницы сорта Крупинка при различном уровне минерального питания и систем обработки почвы / Н.Р. Магомедов, Д.Ю. Сулейманов, Ж.Н. Абдуллаев, А.А. Абдуллаев // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5(383). С. 98-100. DOI 10.24412/2587-6740-2021-5-98-100.
5. Федорова А. В., Бахвалова С. А., Демьянова-Рой Г. Б. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2022. № 5(128). С. 30-32. DOI 10.25680/S19948603.2022.128.08.
6. Влияние фунгицидной обработки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / И.Д. Фадеева, И.Н. Газизов, Ф.Ф. Курмакаев, И.Ю. Игнатьева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. Т. 16. № 2(62). С. 49-54. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-49-54.
7. Влияние способов и сроков внесения азотных удобрений на продуктивность и качественные показатели озимой пшеницы возделываемой на темно-каштановой почве по технологии no-till / А.Н. Есаулко, Д.А. Мельников, А.Ю. Ожередова и др. // Вестник АПК Ставрополя. 2022. № 2(46). С. 17-21. DOI 10.31279/2222-9345-2022-11-46-17-21.
8. Уткин А. А., Лукьянов С. Н. Влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3(36). С. 30-35. DOI 10.35523/2307-5872-2021-36-3-30-35.
9. Долгополова Н. В., Бабаскина А.А. Влияние стимуляторов роста на развитие и продуктивность озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 34-41.
10. Власова Т. А., Блинохватова Ю. В. Влияние водорастворимых удобрений на урожай и качество озимой пшеницы // Сурский вестник. 2022. № 1(17). С. 13-17. DOI 10.36461/2619-1202_2022_01_003.
11. Давидянц Э. С. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне ранневесенней азотной подкормки // Агрехимия. 2022. № 6. С. 45-50. DOI 10.31857/S0002188122060047.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru;

Цветков Тимур Сергеевич - аспирант

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

RESPONSIVENESS OF WINTER WHEAT TO FERTILIZING WITH COMPLEX CONCENTRATED FERTILIZER IN THE CONDITIONS OF THE ANCESTRAL REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M. F. Amirov, T. S. Tsvetkov

Abstract. This article presents the results of studying the effect of foliar fertilizing with concentrated complex liquid fertilizer Ultramag Combi in the phase of tillering and earing of winter wheat with doses of 1 l/ha and 2 l/ha, in 2021-2022. The studies were carried out with winter soft wheat of the Scepter variety on the basis of Agrobiotechnopark LLC at the Kazan State Agrarian University on gray forest soils with a humus content of more than 3.0%, mobile phosphorus of more than 250 mg/kg according to Kirsanov, exchangeable potassium of 121-170 mg/kg, the reaction of the soil medium close to a neutral pH of 6.6. Accounting for the density of seedlings, the structure of plant yield was carried out by the method of sites. Accounting for the actual yield of winter wheat grain was carried out for all variants by a continuous method, followed by conversion to standard (14%) humidity and 100% purity [GOST 13586.5-2015; GOST 30483-97], determination of the quantity and quality of gluten in wheat grain – according to GOST R 54478-2011. The use of complex concentrated fertilizer Ultramag Combi with foliar top dressing in the tillering phase of winter wheat with doses of 1 and 2 l/ha increased the growth of dry biomass, productive bushiness, the safety of seedlings for harvesting, the mass of 1000 grains and the mass of grain from 1 ear, which eventually increased the biological yield compared with the control. Foliar top dressing with Ultramag Combi preparation in the phase of tillering and earing of winter wheat with a dose of 1 l/ha on average over the years of research increased grain yield by 9.5%, and when using a dose of 2 l/ha in the same phases of winter wheat development, the yield increase reached 16.8%.

Key words: winter wheat, yield, gluten content, nutrition elements, trace elements, top dressing.

References

1. Amirov M. F. Intensity of carbon uptake by field crops depending on the cultivation technology in the conditions of the Republic of Tatarstan // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021. V.14. No. 3 (63). pp. 14-18.
2. Resistance of winter wheat varieties to unfavorable growing conditions and their productivity / V.D. Markin, P.V. Markin, Yu.V. Shehekochikhina, P.B. Shchetinin // *Science and education*. 2021. V. 4. No. 3. P.15-18
3. Khakimov Sh. Z. Influence of NPK dynamics on the doses of mineral fertilizers for winter wheat // *Fertility*. 2021. No. 5(122). pp. 56-61. DOI 10.25680/S19948603.2021.122.14.
4. Productivity of winter durum wheat variety Krupinka at different levels of mineral nutrition and tillage systems / N.R. Magomedov, D.Yu. Suleimanov, Zh.N. Abdullaev, A.A. Abdullaev // *International Agricultural Journal*. 2021. No. 5 (383). pp. 98-100. DOI 10.24412/2587-6740-2021-5-98-100.
5. Fedorova A. V., Bakhvalova S. A., Demyanova-Roy G. B. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain // *Fertility*. 2022. No. 5(128). pp. 30-32. DOI 10.25680/S19948603.2022.128.08.
6. Influence of fungicidal treatment on the yield and quality of winter wheat grain / I.D. Fadeeva, I.N. Gazizov, F.F. Kurmakaev, I.Yu. Ignatieva // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. – 2021. Vol. 16. No. 2(62). pp. 49-54. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-49-54.
7. Influence of methods and terms of application of nitrogen fertilizers on the productivity and quality indicators of winter wheat cultivated on dark chestnut soil using no-till technology / A.N. Esaulko, D.A. Melnikov, A.Yu. Ozheredova and others // *Bulletin of the APK of Stavropol*. 2022. No. 2(46). pp. 17-21. DOI 10.31279/2222-9345-2022-11-46-17-21.
8. Utkin A. A., Lukyanov S. N. Influence of nitrogen fertilization on the yield and quality of winter wheat grain // *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region*. 2021. No. 3(36). pp. 30-35. DOI 10.35523/2307-5872-2021-36-3-30-35.
9. Dolgoplova N.V., Babaskina A.A. Influence of growth stimulants on the development and productivity of winter wheat // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2022. No. 1. S. 34-41.
10. Vlasova T. A., Blinokhvatova Yu. V. Influence of water-soluble fertilizers on the yield and quality of winter wheat // *Sursky Bulletin*. 2022. No. 1(17). pp. 13-17. DOI 10.36461/2619-1202_2022_01_003.
11. Davidyants E.S. Influence of plant growth regulators on the yield and quality of winter wheat grain against the background of early spring nitrogen fertilization // *Agrochemistry*. 2022. No. 6. S. 45-50. DOI 10.31857/S0002188122060047.
12. Dospikhov B. A. *Methods of field experience* / 5th ed., add. and reworked. Moscow: Agropromizdat. 1985. 351 p.

Authors:

Amirov Marat Fuatovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru
Tsvetkov Timur Sergeevich - Postgraduate Student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ЭЛЕМЕНТЫ, СЛАГАЮЩИЕ УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЙОЛДЫЗ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРАЖЕНИЯ КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ
В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Р. И. Гараев, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов,
А. Р. Сержанова**

Реферат. Исследования были проведены с целью изучения влияния пораженности растений яровой пшеницы сорта Йолдыз корневой гнилью на отдельные элементы структуры урожая. В течение 2018-2019 гг. на опытном поле Казанского ГАУ проводились опыты на базе «Агробиотехнопарка», лабораторные анализы – в центре агроэкологических исследований института агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ. Опыты показали, что выживаемость растений яровой пшеницы в условиях выращивания была тем меньше, чем выше степень заболевания их корневой гнилью. В фазу всходов было поражено 13,2-15,6 % растений, а к восковой спелости поражение возросло на 9,3-19,1 %. На фоне минерального питания $N_{123}P_{73}K_{108}$ поражение было на 11,2 % ниже, чем на фоне без удобрений. С увеличением степени заболевания снижается озерненность колоса. У здоровых растений число зерен в колосе составило 21,4-25,3 штуки, а у пораженных в сильной степени – 8,0-13,4 штуки. Потери урожая зерна от корневой гнили составили 0,54-0,69 т/га. На удобренном фоне питания потери были меньше на 0,15 т с 1 га, что, несомненно, связано с увеличением устойчивости растений яровой пшеницы к корневой гнили. Потенциальные возможности яровой пшеницы сорта Йолдыз реализовались через три основных элемента структуры урожая: продуктивный стеблестой на единице площади, озерненность колоса и массу 1000 зерен. Влияние корневой гнили на элементы структуры урожая яровой пшеницы зависит от степени поражения корневой гнилью. Болезнь снижает продуктивный стеблестой, озерненность колоса и массу 1000 зерен более значительно при 3 балльном поражении. Снижение степени поражения корневой гнилью яровой пшеницы в условиях применения расчетных доз удобрений способствует улучшению элементов структуры урожая и получению высокого урожая зерна этой культуры.

Ключевые слова: корневая гниль, пораженность, структура урожая, удобрение.

Введение. Обострение экологической ситуации является одной из основных глобальных проблем современности, вызывая серьезную озабоченность мировой общественности. Развитие сельского хозяйства, особенно в период интенсивного вовлечения разнообразных, прежде всего антропогенных, ресурсов повышения продуктивности культурных растений, оказывает всевозрастающее воздействие на окружающую среду. В связи с этим, наиболее динамично развивающимся направлением аграрной науки XXI века является экологизация сельскохозяйственного производства, нашедшее свое отражение в концепциях биологического земледелия, адаптивно-ландшафтных, точечных систем и т.д. [1, 2, 3].

Республика Татарстан согласно данным ученых Всероссийского НИИ фитопатологии (ВНИИФ) относится к числу регионов Российской Федерации, в которых потери урожая зерновых культур от болезней превышают 25 % [4, 5, 6].

Основными причинами распространения корневых гнилей на посевах зерновых культур являются упрощение приемов обработки почвы, несбалансированное внесение удобрений, несоблюдение севооборотов, отсутствие устойчивых сортов, а также разный видовой состав болезни в различных регионах [7, 8, 9].

Высокие урожаи формируются при создании условий, соответствующих биологическим требованиям яровой пшеницы. Создание высокого уровня питания, соблюдение соответствующей зоне возделывания обработки

почвы, выбор лучших предшественников и интегрированная борьба с сорняками, вредителями и болезнями, в том числе против корневых гнилей, являются необходимыми приемами для достижения высокой продуктивности с хорошим качеством продукции [10, 11, 12].

Цель исследования – изучение связи элементов структуры урожая со степенью заболеваемости растений яровой пшеницы корневой гнилью в условиях интенсивного выращивания культуры.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты закладывались на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2018-2019 гг. Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 4,1 %, рН солевой вытяжки 5,5, азота легкогидролизующего – 98-112 мг/кг, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 206-232, обменного калия (по Кирсанову) 89-93 мг/кг почвы. Площадь делянки – 60 м². Эксперименты закладывались в четырех повторностях. Предшественник – озимая рожь. Вспашку зяби проводили в августе с предварительным лушением стерни.

Удобрения были внесены под предпосевную культивацию из расчета на 3 т зерна с гектара. Боронование зяби проводили 30 апреля и 2 мая, предпосевная культивация соответственно 4-6 мая.

Посев проводили сеялкой СН-16 и трактором МТЗ-82. Норма посева составила 6 млн. всхожих семян на 1 га.

Объектом исследования выступала яровая пшеница сорта Йолдыз.

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Без удобрений (естественный фон);
2. NPK на 3 т зерна с 1 га.

Обработку семян проводили химическим фунгицидом Кинто Дуо.

Кинто Дуо – современный протравитель фунгицид и дезинфектор почвы, рекомендован для всех видов зерновых из расчета 2-2,5 литра препарата на 1 тонну семян.

Статистическую обработку урожайных данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение. Структура урожая хлебных злаков в значительной мере

определяется экологическими условиями, поэтому проблема имеет региональный характер. Потенциальные возможности сорта реализуются в определенных условиях через следующих основных элементов структуры урожая: продуктивный стеблестой на единице площади, озерненность колоса и массу 1000 зерен.

Опыты показали, что выживаемость растений яровой пшеницы в условиях выращивания была тем меньше, чем выше степень заболевания их корневой гнилью. Изреживание посевов в большей степени отмечалось в начале вегетации. Это обуславливается главным образом снижением всхожести (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние условий проращивания, удобрений и протравливания на всхожесть 100 высеянных семян яровой пшеницы и поражение их корневой гнилью (2018-2019 гг.)

Фоны питания, с которых взяты семена	Условия проращивания			
	прокаленный песок		почва с поля (озимая рожь)	
	проросло, шт.	в т.ч. больных, шт.	проросло, шт.	в т.ч. больных, шт.
Без протравливания				
Естественный фон (без удобрений)	72,1	10,3	62,9	13,9
NPK на 3 т зерна с 1 га	73,2	10,9	67,9	11,9
При протравливании Кинто Дуо				
Естественный фон (без удобрений)	97,0	3,2	80,0	8,3
NPK на 3 т зерна с 1 га	96,9	3,3	81,5	8,5

Из данных таблицы 1 видно, что всхожесть при проращивании семян на посевах, т.е. в условиях наличия двойной инфекции – в почве и семенах, была ниже. В этом варианте отмечено и наибольшее количество больных растений.

Снижение инфекции семенного материала и субстрата повышало всхожесть и уменьшало количество пораженных корневой гнилью растений.

В течение вегетации величина поражения яровой пшеницы увеличивалась (табл. 2).

Таблица 2 – Поражаемость растений яровой пшеницы корневой гнилью в течение вегетации (2018-2019 гг.)

Фон питания	Поражение, %		
	всходы	выход в трубку	восковая спелость
Естественный фон (без удобрений)	16,6	18,7	35,7
NPK на 3 т зерна с 1 га	14,2	16,0	22,5

Из данных таблицы 2 видно, что если в фазу всходов было поражено 14,2-16,6 % растений, то к восковой спелости поражение возросло на 8,3-19,1 %.

При этом на удобренном фоне поражение было на 13,2 % ниже, чем на естественном фоне, что несомненно, связано с увеличением устойчивости растений яровой пшеницы к корневой гнили. Это по-видимому можно объяснить обеззараживающим действием минеральных удобрений, в результате которого в почве уменьшается запас инфекции.

Все элементы структуры урожая взаимосвязаны и изреживание посевов в той или иной степени компенсируется повышением общей и продуктивной кустистости. Однако, при развитии корневой гнили этот компенсирующий элемент реализуется незначительно (табл. 3).

Из данных таблицы 3 видно, что болезнь снижает общий продуктивный стеблестой в большей степени тогда, когда растения имеют сильную степень поражения. Так продуктивный стеблестой у здоровых и у пораженных в слабой степени растений был в пределах 1,2-1,3, а у сильно пораженных – 1,0-1,1. С увеличением степени заболевания снижается и озерненность колоса. Если у здоровых растений число зерен в колосе составило 21,4-24,6 штуки, то у пораженных в сильной степени – 8,0-8,5 штуки.

Из данных наших исследований видно, что масса 1000 зерен у сильно пораженных растений (3 балла) была в 1,5-2,0 раза ниже, чем у здоровых, а масса зерна пораженного колоса – на 0,6-0,7 ниже. Однако, следует отметить, что разница в массе одного колоса между здоровыми и пораженными в слабой степени

растениями была небольшая, а в массе 1000 зерен практически отсутствовала.

Следовательно, влияние заболевания на налив зерна, показатели которого служит масса 1000 зерен, наиболее значительно при сильном поражении растений корневой гнилью.

Это объясняется, по-видимому тем, что этот показатель отличается меньшей изменчивостью и в большей степени регулируется генетическими факторами. Отмеченные факторы существенно повлияли на накопление урожая яровой пшеницы (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Йолдыз в зависимости от фона питания (2018-2019 гг.), т/га

Фон питания	Урожайность, т/га	Пораженность растений от корневой гнили, %	Потери урожая от болезни, т/га
Естественный фон (без удобрений)	2,75	35,7	0,69
НРК на 3 т зерна с 1 га	3,55	24,6	0,54
НСР05	0,24		

Потери урожая зерна от корневой гнили, как видно из таблицы 4, составили от 0,54 до 0,69 т/га. На удобренном фоне питания они были меньше, чем на естественном фоне на 0,15 т/га.

Выводы. На основании проведенных исследований можно заключить, что влияние корневой гнили на элементы структуры урожая яровой пшеницы зависит от степени

поражения этой болезнью. Она снижает продуктивный стеблестой, озерненность колоса и массу 1000 зерен более значительно при 3 – балльном поражении. Снижение степени поражения корневой гнилью яровой пшеницы в условиях применения расчетных доз удобрений способствует улучшению элементов структуры урожая и получению высокого урожая зерна этой культуры.

Литература

1. Main directions of development of spring wheat production agricultural technologies for sustain-able arable farming in the forest-steppe belt of the Middle Volga region / M. Amirov, F. Shaykhutdinov, I. Serzhanov, N. Semushkin // Journal of Fundamental and Applied Sciences, 2017. Т. 9. № 1S. P. 559. DOI: <http://doi.org/10.15544/RD.2017.254>
2. Таланов И. П., Ахметзянов М. Р., Вафина Л. Т. Фитосанитарное состояние посевов и урожайность озимой ржи // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 1 (39). С. 5-9. DOI: 10.12737/19298
3. Гоман Н. В., Попова В. И., Бобренко И. А. Влияние микроудобрений на структуру урожая озимой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6. С.114-117.
4. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.Р. Сержанова и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 52-57. DOI: 10.12737/article_5d3e15bde73a94.15332321
5. Биофунгицид Елена для протравливания семян ячменя ярового и его влияние на урожайность и устойчивость к болезням / Т.Ю. Коршунова, Н.Н. Силище, Н.Ф. Галимзянова и др. // Башкирский химический журнал. 2007. Т.14. № 4. С. 92-94.
6. Помелов А. В., Дудин Г. П. Протравители семян как индукторы мутационной изменчивости ярового ячменя и пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 7. С.12-16.
7. Влияние отдельных агротехнических приемов на урожайность и качество семян яровой пшеницы в условиях Предволжской зоны Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Ф.Ф. Галиев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2 (36). С. 97-100. DOI: 10.12737/12510
8. Эпифитотриологические основы интегрированной защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я.Стецов и др. // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2004. № 1 (1). С. 56-62.
9. Здоровые семена – основа высокого урожая / Т.Г. Хадеев, Д.Н. Говоров, А.Г. Гинятуллин и др. // Защита и карантин растений. 2010. № 3. С.2-24.
10. Хадеев Т. Г., Таланов И. П., Фомин В. Н. Приемы обработки почвы и фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы // Защита и карантин растений. 2010. № 6. С. 30-32.
11. Бурунов А. Н. Структура урожая и продуктивность яровой твердой пшеницы при применении жидких минеральных удобрений Мегамикс // Плодородие, 2021. № 2 (119). С.17-21. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.05
12. Васин В. Г., Бурунов А. Н., Михалкин Н. Г. Показатели фотосинтеза ячменя и урожайность при комплексном применении удобрений и стимуляторов роста // Известия Самарской государственной академии. 2021. Выпуск № 4. С. 3-9.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985. 351 с.

Сведения об авторах:

Гараев Разиль Ильсурович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель
 Шайхутдинов Фарит Шарипович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Сержанов Игорь Михайлович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru

Сержанова Альбина Рафаиловна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

ELEMENTS COMPOSING THE YIELD OF SPRING WHEAT OF THE YOLDYZ VARIETY, DEPENDING ON THE DEFEAT OF ROOT ROT IN THE CONDITIONS OF THE PRE-KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

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

Abstract. The research was carried out to study the effect of the infestation of spring wheat plants of the Yoldyz variety by root rot on individual elements of the crop structure. During 2018-2019, experiments were conducted at the experimental field of the Kazan State Agrarian University on the basis of the Agrobiotechnopark, laboratory analyses were conducted at the Center for agroecological Research of the Institute of Agrobiotechnologies and Land Use. Experiments have shown that the survival rate of spring wheat plants in growing conditions was the lower, the higher the degree of their root rot disease. In the germination phase, 13.2-15.6% of plants were affected, and by wax ripeness, the lesion increased by 9.3-19.1%. Against the background of mineral nutrition N123P73K108, the lesion was 11.2% lower than against the background without fertilizers. With an increase in the degree of the disease, the ear of the ear decreases. In healthy plants, the number of grains in the ear was 21.4-25.3 pieces, and in severely affected plants – 8.0-13.4 pieces. Grain yield losses from root rot amounted to 0.54-0.69 t/ha. On the fertilized background of nutrition, losses were less by 0.15 tons per 1 ha, which is undoubtedly due to an increase in the resistance of spring wheat plants to root rot. The potential of spring wheat of the Yoldyz variety was realized through three main elements of the crop structure: a productive stem per unit area, the ear of the ear and the mass of 1000 grains. The effect of root rot on the elements of the structure of the spring wheat crop depends on the degree of root rot damage. The disease reduces the productive stem, the ear of the ear and the mass of 1000 grains more significantly with a 3-point lesion. Reducing the degree of damage to the root rot of spring wheat under conditions of application of calculated doses of fertilizers contributes to improving the elements of the crop structure and obtaining a high yield of grain of this crop.

Key words: root rot, infestation, crop structure, fertilizer.

References

1. Main directions of development of spring wheat production agricultural technologies for sustain-able arable farming in the forest-steppe belt of the Middle Volga region / M. Amirov, F. Shaykhutdinov, I. Serzhanov, N. Semushkin // Journal of Fundamental and Applied Sciences, 2017. V. 9. No. 1S. R. 559. DOI: <http://doi.org/10.15544/RD.2017.254>
2. Talanov I. P., Akhmetzyanov M. R., Vafina L. T. Phytosanitary condition of crops and productivity of winter rye // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2016. Vol. 11. No. 1 (39). pp. 5-9. DOI: 10.12737/19298
3. Goman N. V., Popova V. I., Bobrenko I. A. Influence of microfertilizers on the structure of winter wheat yield. Vestnik KrasGAU. 2016. No. 6. P.114-117.
4. Yield properties and quality of spring wheat seeds depending on the background of nutrition in the conditions of the Republic of Tatarstan / I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov, A.R. Serzhanova and others // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2019. Vol. 14. No. 2 (53). pp. 52-57. DOI: 10.12737/article_5d3e15bde73a94.15332321
5. Biofungicide Elena for dressing seeds of spring barley and its effect on productivity and disease resistance / T.Yu. Korshunova, N.N. Silishche, N.F. Galimzyanova et al. // Bashkir Chemical Journal. 2007. V.14. No. 4. S. 92-94.
6. Pomelov A. V., Dudin G. P. Seed protectants as inducers of mutational variability of spring barley and wheat // Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2009. No. 7. P.12-16.
7. Influence of individual agricultural practices on the yield and quality of spring wheat seeds in the conditions of the Pre-Volga zone of the Republic of Tatarstan / F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, F.F. Galiev and others// Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2015. Vol. 10. No. 2 (36). pp. 97-100. DOI: 10.12737/12510
8. Epiphytological bases of integrated plant protection / V.A. Chulkina, E.Yu. Toropova, G.Ya. Stetsov and others // Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University. 2004. No. 1 (1). pp. 56-62.
9. Healthy seeds - the basis of a high yield / T.G. Khadeev, D.N. Govorov, A.G. Ginyatullin et al. // Protection and quarantine of plants. 2010. No. 3. P.2-24.
10. Khadeev T. G., Talanov I. P., Fomin V. N. Methods of tillage and phytosanitary state of spring wheat crops // Plant Protection and Quarantine. 2010. No. 6. S. 30-32.
11. Burunov A. N. Yield structure and productivity of spring durum wheat when using liquid mineral fertilizers Megamix // Fertility, 2021. No. 2 (119). pp.17-21. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.05
12. Vasin V. G., Burunov A. N., Mikhalkin N. G. Indicators of barley photosynthesis and productivity with the complex use of fertilizers and growth stimulants. Izvestiya Samara State Academy. 2021. Issue No. 4. P. 3-9.
13. Dospikhov B. A. Methods of field experience. M.: Kolos. 1985. 351 p.

Authors:

Garaev Razil Ilurovich – Candidate of Agricultural sciences, senior lecturer
Shaikhutdinov Farit Sharipovich - Doctor of Agricultural sciences, professor
Serzhanov Igor Mikhailovich - Doctor of Agricultural sciences, professor, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru
Serzhanova Albina Rafailevna - Candidate of Agricultural Sciences, associate professor
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРА БИОДУКС И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОСА****М. Ю. Гилязов, Н. В. Романов, Р. К. Тухватуллаев**

Реферат. Цель исследования – установление оптимальной дозы биостимулятора «Биодукс», содержащего комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*, для предпосевной обработки семян проса (*Panicum miliaceum*). Исследование проведено в 2019-2020 гг. в условиях Предкамья Республики Татарстан. Опытный участок расположен на светло-серой лесной почве, имеющей слабокислую реакцию ($pH_{\text{кол.}} = 5,3$), повышенное содержание подвижных форм фосфора (142-148 мг/кг) и калия (153-162 мг/кг), среднее содержание органического вещества (3,6-3,8%). Агрохимические анализы почвы были выполнены общепринятыми методами: ГОСТ 26213-91 (содержание органического вещества); ГОСТ 26207-91 (содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО); ГОСТ 26483-85 (величина pH). Действие биостимулятора на урожайность проса сорта Варяг изучалось на фоне полного минерального удобрения, рассчитанного для получения 3,0 т/га зерна ($N_{78-84}P_{69-74}K_{88-94}$). Дозы «Биодукса» для обработки семян составили 1, 3, 4 и 6 мл/т. Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы исследования складывались благоприятными для роста и развития проса. Установлено наличие тесной криволинейной корреляции между величинами прибавок урожая проса и возрастающими дозами биостимулятора. Для описания данной зависимости в течение двух лет лучше подходило полиномиальное уравнение второй степени: в обоих случаях коэффициент детерминации (R^2) прибавок урожая зерна проса от доз испытанного биостимулятора «Биодукс» составило 0,97. Наибольший рост урожайности проса обеспечила средняя (3 мл/т) доза «Биодукса», которая увеличила урожайность зерна на 14-15 % к уровню фона. Прибавки урожая зерна от минеральных удобрений превышали максимальную прибавку от биостимулятора Биодукс в 3,1-3,6 раза.

Ключевые слова: просо, светло-серая лесная почва, биостимулятор Биодукс, минеральные удобрения, предпосевная обработка семян, урожайность.

Введение. В нашей стране официальное толкование терминов «агрохимикаты», «пестициды», «регуляторы роста и развития растений» впервые было дано в Федеральном законе № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19.07.1997 г [1]. Согласно этому закону, регуляторы роста и развития растений включены в группу пестицидов: «Пестициды - химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты)». «Агрохимикаты – удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных. Данное понятие не применяется в отношении торфа, используемого для других целей». Примерно аналогичные толкования этих двух терминов (агрохимикаты, пестициды) даны последующих нормативных документах, таких как СанПиН 1.2.1077 – 01 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов», утв. Гл. Гос. Санитарным врачом РФ 31.10.2001 г., введен в действие с 01.02.2002 г.) [2] и «Правила экологической безопасности при обращении с пестицидами и агрохимикатами (ЭНиП)», утвержденные

приказом Минэкологии Республики Татарстан от 23.12.2004 г. № 1173 [3]. В тоже время, некоторые зарубежные и отечественные авторы [4, 5] регуляторов роста и развития растений рассматривают как агрохимикаты.

Регуляторы роста и развития растений (РРРР) – уникальные вещества, которые в сверхмалых дозах контролируют ход всех биохимических процессов в организмах растений. Регуляторов роста и развития растений условно можно подразделить на стимуляторы и ингибиторы, хотя одно и то же вещество какой-то процесс может стимулировать, а другой процесс, наоборот, ингибировать, то есть подавлять, в зависимости от концентрации. Под действием стимуляторов ускоряется деление и растяжение клеток, а под действием ингибиторов эти процессы приостанавливаются. Под действием стимуляторов ускоряется деление и растяжение клеток, а под действием ингибиторов эти процессы приостанавливаются [6].

Регуляторы роста и развития растений наряду с удобрениями - мощные факторы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур во всем мире [7]. Если удобрения повышают урожайность посредством улучшения минерального питания растений, то регуляторы роста и развития растений действуют по-иному. Они не являются пищей для растений, а многократно ускоряют или, наоборот, подавляют жизненно важные процессы как катализаторы. Причем они действуют не прямо, а, как правило, через соответствующие ферменты [6, 8, 9].

Сейчас во всем мире ведутся исследования влияния регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур [10-12]. Благодаря открытию фитогормонов, которых обычно подразделяют на 8 основных групп (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, ситлатраны и фузикоцины), возникли новые направления науки и технологии возделывания сельскохозяйственных культур [13]. В зависимости от соотношения и концентрации этих веществ ускоряются или подавляются вплоть до полной остановки все процессы роста и развития растений [8].

Специалисты считают, что широкая возможность оперативного регулирования роста и развития растений с помощью чрезвычайно малыми дозами этих групп веществ делают их востребованными не меньше, чем другие агрохимикаты - средства защиты растений и удобрения [14].

В настоящее время на рынке агрохимикатов и пестицидов регуляторы роста и развития растений занимают значительную долю, и она постоянно растет. Так, если в справочнике пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2006 году был включен 41 росторегулирующий препарат, то 2018 году уже – 163 препарата [15, 16]. В ряде публикаций [17-19], весьма перспективным представляется новый биостимулятор «Биодукс», производимый в г. Казани ООО «Бионоватик», который содержит комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*. Он выпускается в жидкой форме и относится к малоопасным веществам (IV класс опасности).

Эффективность регуляторов роста и развития растений значительно колеблется в зависимости от вида растений, почвенно-климатических и агротехнических условий [20-22], в связи с чем изучение влияния нового биостимулятора «Биодукс» на посевах проса (*Panicum miliaceum*) имеет определенное научное и практическое значение.

Цель работы – оценить действие возрастающих доз биостимулятора «Биодукс», используемых для предпосевной обработки семян, на урожайность проса в условиях светло-серой лесной почвы.

Условия, материалы и методы. Семена проса (сорт Варяг) биостимулятором «Биодукс» обрабатывали вручную в день посева с разбавленными растворами в соответствии со схемой опыта. За две недели до посева семена были обработаны фунгицидом Винцит (1 л/т семян). Все приемы возделывания проса в эксперименте, из-за маленького размера делянок, были выполнены вручную, максимально приближая их к общепринятой агротехнике возделывания подопытной культуры в условиях нашей республики. Норма высева всхожих семян - 4 млн. шт./га, глубина заделки семян 4 см.

Полевой эксперимент проводился в 2019-2020 годах на территории учебного сада Института агробиотехнологий и землепользования Казанского государственного аграрного университета. Опытный участок расположен на светло-серой лесной почве, имеющей следующие агрохимические показатели: содержание органического вещества в пахотном слое 3,6-3,8 %; подвижных форм фосфора и калия соответственно 142-148 и 153-162 мг/кг. Реакция почвенной среды, оцененной по величине обменной кислотности, была слабокислой ($pH_{\text{сол.}} = 5,3$).

Следовательно, по обеспеченности подвижными формами фосфора и калия, степени кислотности почва опытного участка относилась к 4-ой группе, а по содержанию органического вещества – к среднегумусированной группе. Агрохимические анализы почвы были выполнены общепринятыми методами: ГОСТ 26213-91 (содержание органического вещества); ГОСТ 26207-91 (содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО); ГОСТ 26483-85 (величина pH).

Действие биостимулятора на урожайность проса изучали на фоне полного минерального удобрения, рассчитанного для получения 3,0 т/га зерна (300 г/м²). Дозы «Биодукса» для обработки семян составили 1, 3, 4 и 6 мл/т. Повторность опыта 4-х кратная, размещение делянок – последовательное в четыре яруса, размеры учетных делянок 0,50 м². Нормы минеральных удобрений, рассчитанные для получения запланированной урожайности, составили N₇₈₋₈₄P₆₉₋₇₄K₈₈₋₉₄.

Основные показатели метеорологических условий вегетационных периодов двух лет исследований иллюстрируются материалами рис. 1.

Тепловой режим, оцененный нами по среднемесячной температуре воздуха, в годы исследования сложился достаточно благоприятным для относительно теплолюбивой культуры проса. В 2019 г. особенно заметным было превышение среднееголетних значений температур в мае (+4,4°C) и июне (+2,4°C), а в 2020 г. – в июле (+3,2°C) и сентябре (+2,7°C). В остальные месяцы вегетационного периода температурный режим был близок к норме.

По количеству атмосферных осадков вегетационные периоды двух лет исследования несколько отличались: если в 2019 г. суммарное количество осадков было на уровне среднееголетних данных, то в 2020 г. оно оказалось в 1,3 раза выше нормы. Несмотря на это, в наиболее ответственные периоды для роста и развития поздних яровых культур (июль-август) [23, 24] в обоих годах количество атмосферных осадков было выше среднееголетних значений в 1,39-1,54 раза. Температурный режим воздуха в сентябре был близок к климатической норме, но достаточно сухим. Суммарное количество атмосферных осадков

в сентябре составило только 46-57 % к средне-многолетней норме. Всё это способствовало

ускорению созревания подопытной культуры, благоприятствовало ходу уборочных работ.

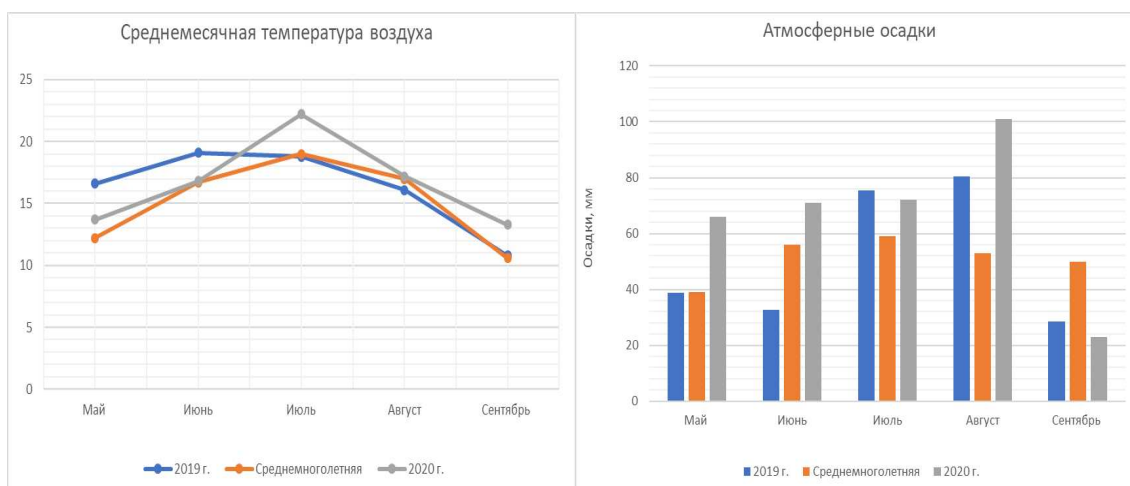


Рис. 1 - Агрометеорологические условия в годы проведения исследования

Результаты и обсуждение. По данным [25], средняя урожайность зерна проса в Российской Федерации в 2019 г. равнялась 1,25 т/га, что на 0,09 т/га больше по отношению к урожайности в предыдущем году. В нашей республике урожайность была заметно выше (1,96 т/га) всероссийского уровня, хотя отстала от показателя лидера – Тамбовской области (2,27 т/га). В условиях нашего эксперимента в 2019 г. на контрольном варианте опыта, то есть без внесения минеральных удобрений и предпосевной обработки семян биостимулятором, урожайность зерна составила 170 г/м², что в пересчете равняется 1,70 т/га (рис. 2). Урожайность проса на контрольном варианте в 2020 г. оказалась чуть ниже – 158 г/м². Но в целом, на наш взгляд, это хороший результат, обусловленный как

благоприятными погодными условиями, так и повышенным содержанием почвы опытного участка подвижными формами фосфора, калия и относительно неплохой обеспеченностью гумусом. Применение расчетных норм минеральных удобрений повысило урожайность в 1,9-2,0 раза обеспечило получение урожайности выше запланированной (315-321 г/м²). На фоне минеральных удобрений испытанные дозы «Биодукса» достоверно увеличили урожайность на 16-48 г/м² в первый год и на 9-44 г/м² во второй год исследования. Сопоставляя размеры прибавок урожая от минеральных удобрений и возрастающих доз «Биодукса», следует отметить, что прибавки урожая от удобрений (151-157 г/м²) оказались в 3,1-3,6 раза выше максимальных прибавок урожая от биостимулятора.

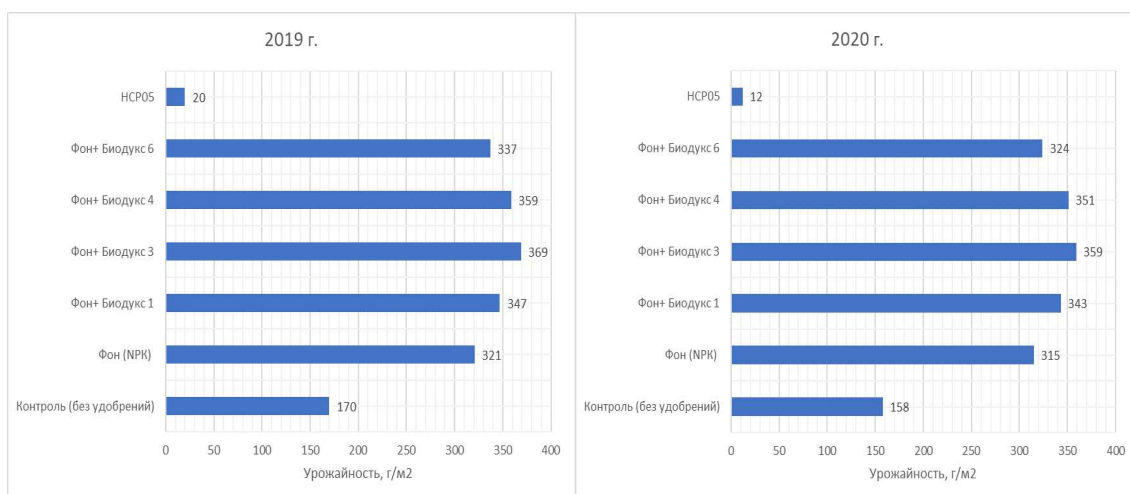


Рис. 2 - Влияние минеральных удобрений и доз Биодукса на урожайность зерна проса в условиях светло-серой лесной почвы

Графическое изображение зависимости величин прибавок урожая проса от возрастающих доз биостимулятора показало наличие криволинейной корреляции между этими переменными (рис. 3). Для описания данной

зависимости подходило полиномиальное уравнение: в обоих случаях коэффициент детерминации (R^2) прибавок урожая зерна проса составило 0,97, что указывает на наличие зависимости прибавок от доз биостимулятора.

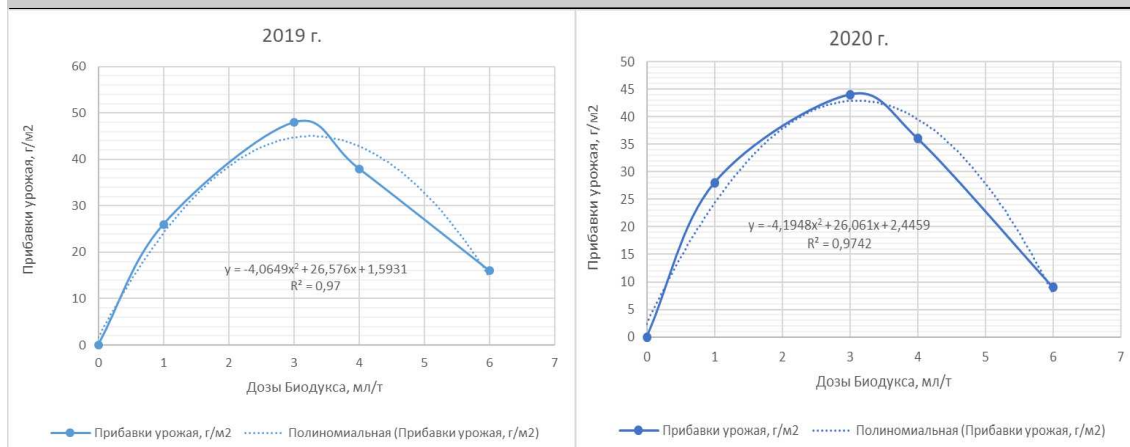


Рис. 3 - Зависимость прибавок урожая зерна проса от доз «Биодукса»

В оба года исследования максимальная прибавка урожая проса была получена от средней дозы препарата (3 мл/т), увеличение или уменьшение которой приводило к снижению урожайности. Следует отметить, что установленная нами оптимальная доза заметно выше первой дозы (1 мл/т), рекомендуемой производителем [26].

Выводы. Таким образом, в условиях светло-серой лесной почвы на величину урожайности проса наибольшее положительное влияние оказало внесение полных норм минеральных удобрений (N₇₈₋₈₄P₆₉₋₇₄K₈₈₋₉₄),

установленных расчетно-балансовым методом. Прибавки урожая зерна от минеральных удобрений превышали максимальную прибавку от биостимулятора «Биодукс» в 3,1-3,6 раза. В условиях эксперимента из четырёх испытанных доз «Биодукса» наибольший рост урожайности проса обеспечила средняя – 3 мл/т, которая оказалась заметно выше рекомендуемой производителем. На фоне минеральных удобрений предпосевная обработка семян проса оптимальной дозой биостимулятора «Биодукс» увеличила урожайность зерна на 44-48 г/м² или 14-15% к уровню фона.

Литература

1. Федеральный закон № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19.07.1997 г.
2. СанПиН 1.2.1077-01 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов», утв. Гл. Гос. Санитарным врачом РФ 31.10.2001 г., введен в действие с 01.02.2002 г.
3. Правила экологической безопасности при обращении с пестицидами и агрохимикатами (ЭНиП), утвержденные приказом Минэкологии Республики Татарстан от 23.12.2004 г. № 1173.
4. Агроэкология. Под ред. В.А. Черникова и др. М.: Колос, 2000. 536 с.
5. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор) / Л.В. Чумикина, Л.И. Арабова, В.В. Колпакова, А.Ф. Топтунов // Химия растительного сырья. 2021. № 4. С.3-30.
6. Барабаш И. П. Фитогормоны, регуляторы роста растений (классификация, теория, практика): монография. Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2009. 384 с.
7. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // В сборнике: глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 133-140.
8. Шаповал О. А. Роль регуляторов роста в повышении зимо- и морозостойкости озимой пшеницы // Главный агроном. 2005. № 10. С. 38–41.
9. Карпова Г. А., Теплицкая Д. Г. Влияние регуляторов роста на формообразовательные, ростовые и физиологические процессы в онтогенезе растений пшеницы и ячменя // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2019. № 4 (28). С. 16–25. DOI 10.21685/2307-9150-2019-4-2.
10. Over expression of DWA RF4 in the brassinosteroid biosynthetic pathway results in increased vegetative growth and seed yield in Arabidopsis / S. Choe, S. Fujioka, T. Nogucgi, S. Takatuto, S. Yoshido, K. Feldmann // Plant J. 2001. V. 26. P. 573–582.
11. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16-20.
12. Influence of zircon, mineral fertilizers on spring wheat yield in gray forest soils of the Republic of Tatarstan / M.F. Amirov, I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov, M. Yu. Gilyazov, H.Z. Karimov // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341(2019) 012025 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012025.
13. Малеванная М. М. Регуляторы роста растений на природной основе с использованием последних достижений российской науки // Главный агроном. 2005. № 12. С. 23–27.
14. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О.А. Шаповал и др. М., ВНИИА, 2009. 60 с.
15. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2006 г. Справочное издание. М., 2006. 320 с.
16. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2006 г. Справочное издание. М., 2006. 320 с.

- Федерации. 2018 г. Справочное издание. М.: Изд-во «Агрорус», 2018. 854 с.
17. Пожарский В. Г. Новый регулятор роста растений Биодукс // Защита и карантин растений. 2014. № 9. С. 48.
18. Пожарский В. Г. Многоцелевой регулятор роста // Защита и карантин растений. 2015. № 8. С. 38.
19. Пожарский В. Г., Боканча И. Н. Биодукс: урожайность на все сто! // Защита и карантин растений. 2016. № 5. С. 34-36.
20. Франк Р. И., Кищенко В. И. Биопрепараты в современном земледелии // Защита и карантин растений. 2008. № 4. С. 30.
21. Садовой А. С. Влияние регуляторов роста растений на структуру урожая проса в современных условиях изменения климата // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 5. С.54-59.
22. Вафин И. Х., Сафин Р. И. Оценка эффективности применения физиологически активных веществ и удобрений на озимой пшенице //Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. №2. С. 19-23.
23. Гилязов М. Ю., Лукманов А. А., Мурагов М. Р. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. 220 с.
24. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Демакина И. И. Пространственно-временные особенности формирования засух в условиях меняющегося климата Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16. Вып. 4. С. 201–205. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-201-205.
25. Просо: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/proso-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (Дата обращения 15.02.2022).
26. Регламент применения препарата Биодукс. Ж [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/bioduks-j-2.html>. Дата обращения 06.05.2022

Сведения об авторах:

Гилязов Миннегали Юсупович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: mingilyazov@yandex.ru
 Романов Никита Владимирович – аспирант, e-mail: romancik_nikita@mail.ru
 Тухватуллаев Ринат Камилович – бакалавр
 Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

INFLUENCE OF THE BIO-STIMULATOR BIODUX AND MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF MILLETS

M. Yu. Gilyazov, N. V. Romanov, R. K. Tukhvatullaev

Abstract. The aim of the study was to determine the optimal dose of the «Biodux» biostimulator, containing a complex of biologically active polyunsaturated fatty acids of the fungus *Mortierellaalpina*, for presowing treatment of millet (*Panicum miliaceum*) seeds. The study was conducted in 2019-2020. in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan. The experimental plot is located on light gray forest soil, which has a slightly acidic reaction ($pH_{\text{sat}} = 5.3$), an increased content of mobile forms of phosphorus (142-148 mg/kg) and potassium (153-162 mg/kg), the average content of organic matter (3.6-3.8%). Agrochemical analyzes of the soil were performed by generally accepted methods: GOST 26213-91 (organic matter content); GOST 26207-91 (content of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the Kirsanov method in the modification of TsINAO); GOST 26483-85 (pH value). The effect of the biostimulator on the yield of millet variety Varyag was studied against the background of a complete mineral fertilizer, calculated to obtain 3.0 t/ha of grain ($N_{78-84}P_{69-74}K_{88-94}$). The doses of «Biodux» for seed treatment were 1, 3, 4 and 6 ml/t. The agrometeorological conditions of the vegetation periods during the years of the study were favorable for the growth and development of millet. The presence of a close curvilinear correlation between the increments of the millet yield and increasing doses of the biostimulant was established. For the description of this dependence for two years, a polynomial equation of the second degree was better suited: in both cases, the coefficient of determination (R^2) of the increase in millet grain yield from the doses of the tested biostimulant «Biodux» was 0.97. The greatest increase in the yield of millet was provided by the average (3 ml/t) dose of «Biodux», which increased the yield of grain by 14-15% compared to the background level. Increases in grain yield from mineral fertilizers exceeded the maximum increase from the «Biodux» biostimulator by 3.1-3.6 times.

Key words: millet, light gray forest soil, «Biodux» biostimulator, mineral fertilizers, pre-sowing seed treatment, yield.

References

1. Federal Law No. 109-FZ “On the Safe Handling of Pesticides and Agrochemicals” dated July 19, 1997
2. SanPiN 1.2.1077-01 "Hygienic requirements for the storage, use and transportation of pesticides and agrochemicals", approved. Ch. State. Sanitary doctor of the Russian Federation on October 31, 2001, entered into force on February 1. 2002
3. Environmental safety rules for handling pesticides and agrochemicals (ENiP), approved by order of the Ministry of Ecology of the Republic of Tatarstan dated December 23, 2004 No. 1173.
4. Agroecology. Ed. V.A. Chernikova and others. Moscow: Kolos, 2000. 536 p.
5. Phytohormones and abiotic stresses (review) / L.V. Chumikina, L.I. Arabova, V.V. Kolpakova, A.F. Toptunov // Chemistry of plant raw materials. 2021. No. 4. P.3-30.
6. Barabash IP Phytohormones, plant growth regulators (classification, theory, practice): monograph. Stavropol: LLC Bureau of News, 2009. 384 p.
7. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in improving the sustainability of crop production // In the collection: global challenges for food security: risks and opportunities. Scientific works of the international scientific-practical conference. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021, pp. 133-140.
8. Shapoval O. A. The role of growth regulators in improving the winter wheat winter and frost resistance // Chief agronomist. 2005. No. 10. S. 38–41.
9. Karpova G. A., Teplitskaya D. G. Influence of growth regulators on shaping, growth and physiological processes in ontogeny of wheat and barley plants. Volga region. Natural Sciences. 2019. No. 4 (28). pp. 16–25. DOI 10.21685/2307-9150-2019-4-2.
10. Over expression of DWA RF4 in the brassinosteroid biosynthetic pathway results in increased vegetative growth and seed yield in Arabidopsis / S. Choe, S. Fujioka, T. Nogucgi, S. Takatuto, S. Yoshido, K. Feldmann // Plant J 2001. V.

26. P. 573–582.

11. Shapoval O. A., Mozharova I. P., Korshunov A. A. Plant growth regulators in agricultural technologies // Plant Protection and Quarantine. 2014. No. 6. S. 16-20.

12. Influence of zircon, mineral fertilizers on spring wheat yield in gray forest soils of the Republic of Tatarstan / M.F. Amirov, I.M. Serzhanov, F. Sh. Shaikhutdinov, M. Yu. Gilyazov, H.Z. Karimov // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341(2019) 012025 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012025.

13. Malevannaya M. M. Plant growth regulators on a natural basis using the latest achievements of Russian science // Chief agronomist. 2005. No. 12. S. 23–27.

14. Plant growth regulators in agricultural practice / O.A. Shapoval et al. M., VNIIA, 2009. 60 p.

15. Directory of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2006 Reference edition. M., 2006. 320 p.

16. Directory of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2018 Reference edition. M.: Publishing house "Agrorus", 2018. 854 p.

17. Pozharsky VG New plant growth regulator Biodux // Plant Protection and Quarantine. 2014. No. 9. P. 48.

18. Pozharsky V. G. Multipurpose growth regulator // Plant Protection and Quarantine. 2015. No. 8. P. 38.

19. Pozharsky V. G., Bokancha I. N. Biodux: productivity for one hundred percent! // Protection and quarantine of plants. 2016. No. 5. S. 34-36.

20. Frank R. I., Kishchenko V. I. Biological products in modern agriculture // Protection and quarantine of plants. 2008. No. 4. P. 30.

21. Sadovoy AS Influence of plant growth regulators on the structure of millet yield under modern conditions of climate change // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2012. No. 5. P.54-59.

22. Vafin I. Kh., Safin R. I. Evaluation of the effectiveness of the use of physiologically active substances and fertilizers on winter wheat // Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2022. №2. pp. 19-23.

23. Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A., Muratov M. R. Long-term use of fertilizers and arable land productivity. Kazan: Kazan University Press, 2016. 220 p.

24. G. F. Ivanova, N. G. Levitskaya, and I. I. Demakina, "Spatio-temporal features of drought formation under conditions of a changing climate in the Saratov region," *Izv. Sarat. university New ser. Ser. Earth Sciences*. 2016. Vol. 16. Issue. 4. S. 201–205. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-201-205.

25. Millet: areas, harvests and yields in 2001-2019 [Electronic resource]: - Access mode: <https://ab-centre.ru/news/proso-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (Accessed 15.02.2022).

26. Regulations for the use of the drug Biodux. Zh [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/bioduks-j-2.html>. Retrieved 06.05.2022

Authors:

Gilyazov Minnegali Yusupovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: mingilyazov@yandex.ru

Romanov Nikita Vladimirovich – post-graduate student, e-mail: Romancik_nikita@mail.ru

Tukhvatullaev Rinat Kamilovich – bachelor

Kazan State Agrarian University. Kazan, Russia.

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ ГРЕЧИХИ**Ф. З. Кадырова, Л. Р. Климова, Л. Р. Кадырова**

Реферат. Гречиха является источником ценного продукта питания, при заготовке которого на продовольственные цели предъявляются ряд требований к качеству. Важнейшими критериями качества сырья, влияющими на выход и качество крупы-ядрицы, являются масса 1000 плодов, выравненность плодов, высокое содержание ядра и легкость шелушения. В процессе селекции крупность и масса 1000 плодов некоторых современных сортов гречихи достигла 30-34 г и более. Одновременно повысилась масса околоплодника, что стало причиной увеличения непродовольственной части урожая. Поэтому в процессе селекции на технологические свойства плодов у крупноплодных сортов важно оптимизировать долю плодовых оболочек, значение которых превышает у некоторых допустимый для ценных сортов уровень. Немаловажную роль в обеспечении качества крупы имеет и повышение выполненности плодов. Крупа гречихи, как продукт питания, является источником поступления в организм биологически активных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами, способствующих улучшению функциональной активности и здоровья людей. Повышение содержания рутина в процессе селекции позволит повысить биологическую ценность гречневой крупы. Поэтому, важно сочетать в современных сортах признаки повышенной продуктивности с качественными характеристиками урожая.

В работе анализируются результаты оценки качества плодов новых и перспективных сортов гречихи, выведенных методом семейно-группового отбора по селекционно значимым признакам формирования сложных популяций с участием фасцированных форм растений. Выделены перспективные генотипы К-850 и К-874, имеющие ценность для селекции в качестве источников, сочетающих признаки повышенной крупности плодов и ядрицы с оптимальным содержанием плодовых оболочек и натурой, а также сорт Никольская и популяция К-990 – в связи с повышенным содержанием рутина в крупе.

Ключевые слова: гречиха, технологические характеристики качества, флавоноиды, рутин.

Введение. Основными качественными показателями зерна гречихи, от которых зависит выход ядрицы, является крупность и выравненность зерна по размеру и форме, легкость шелушения и высокое содержание ядра [1].

Многолетняя селекция гречихи в Татарском НИИСХ наряду с увеличением продукционного потенциала сортов, благодаря отбору фасцированных генотипов, адаптированных к комплексу абиотических факторов среды, сопровождалась и повышением технологических параметров качества урожая [2]. Благодаря длительной селекции масса 1000 плодов у наиболее крупноплодных сортов Каракитянка, Чатыр Тау, Никольская составляла 34-36 г. Повысилась выравненность плодов, выход крупной ядрицы [3]. Благодаря выраженной крылатости плодов снизились затраты на переработку, уменьшилась доля продела. Однако увеличение крупности плодов часто сопровождается и увеличением доли пленчатости, что отражается на общем выходе крупы с единицы массы урожая. В тоже время, доля плодовой оболочки у сортов увеличивается в годы проявления неблагоприятных климатических условий в процессе вегетации, что связано с адаптивными свойствами сорта. Поэтому, перспективу дальнейшего улучшения технологических характеристик мы связываем с оптимизацией доли плодовых оболочек в единице массы урожая при достигнутом уровне крупности плодов. Этому будет способствовать увеличение крупности и выполненности ядрицы.

Известно, что растения гречихи богаты витаминами и фенольными соединениями – веществами, обладающими высокой антиоксидантной активностью, что важно для поддержания активной жизнедеятельности человека, особенно в условиях стрессовых воздействий. Важным компонентом фенольного комплекса гречихи является флавоноид рутин (3-О-рутинозид кверцетина), содержание которого в крупе некоторых сортов достигает более одного процента [4, 5, 6].

Одной из наиболее значимых функций рутина, накопленной в репродуктивных органах гречихи, является эффективность переопыления цветков и формирование гамет [7, 8]. Накопление рутина в вегетативных органах повышает экологическую защиту и адаптивные свойства растений [9, 10]. Содержание рутина обуславливает устойчивость растений гречихи обыкновенной к микозам. Высокоустойчивые и устойчивые к фузариозной корневой гнили растения гречихи имеют более высокое содержание рутина, чем восприимчивые и высоковосприимчивые [11]. Крупа гречихи обыкновенной имеет профилактическую ценность и используется в детском и санаторно-больничном питании, благодаря антиоксидантным, ангиопротекторным, антибактериальным, гепатопротекторным свойствам, содержащегося в ней рутина [12, 13].

Целью данной работы было оценить качественные характеристики урожая новых сортов и перспективных сортообразцов гречихи селекции Татарского НИИСХ на этапе конкурсного сортоиспытания, и выявить наиболее

ценные генотипы для дальнейшего использования в селекционной программе.

Условия, материалы и методы. Для сравнительного анализа качества плодов были использованы данные конкурсного сортоиспытания за 2018-2021 гг, проведенного на экспериментальном поле Казанского ГАУ в Лаишевском муниципальном районе Предкамской зоны РТ. Почва участка – серая лесная среднегуминистая.

Содержание в пахотном слое гумуса по Тюрину составляло 3,2-4,4%, подвижных форм калия по Кирсанову - 110-123 мг/кг и фосфора по Кирсанову – 145-377 мг/кг. РН почвенного раствора была на уровне 5,3-6,3.

Посев гречихи проводили в сроки 15–18 мая, при оптимальном прогревании почвы, рядовым способом с нормой высева 2,0 млн. штук всхожих семян на гектар. Предшественник – чистый пар, озимая рожь.

Объектом изучения были 4 сорта селекции Татарского НИИСХ, включенные в разные годы в государственный реестр селекционных достижений РФ, и 4 гибридные популяции, находящиеся в селекционном изучении на этапе конкурсного сортоиспытания.

Сорт Чатыр Тау – стандартный сорт, допущен к возделыванию в Центральном, Средневожском, Нижневожском и Восточно-Сибирском регионах. Отличается среднеранним типом развития и повышенной засухоустойчивостью.

Сорт Батыр допущен к возделыванию Северо-Кавказском, Средневожском и Западно-Сибирском регионах России. Среднеспелый, отличается интенсивным и более продолжительным цветением, повышенной нектаропродуктивностью.

Сорт Никольская допущен к возделыванию в Центральном, Волго-Вятском, Северокавказском и Средневожском регионах. Среднераннего типа развития, обладает повышенной холодостойкостью, дружным цветением и созреванием.

Сорт Яшьлек допущен к возделыванию в Центрально-Чернозёмном, Средневожском, Нижневожском, Уральском, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирском регионах. Среднеранний, отличается повышенной устойчивостью к засухе, устойчив к полеганию и осыпанию.

Гибридные популяции К-850, К-874, К-899, К-990 сформированы из отобранных семей, выделившихся в селекционных питомниках фасцированных форм, сгруппированных по различным морфофизиологическим признакам.

Вегетационные периоды годов исследований характеризовались нестабильностью гидротермических условий. Вегетация гречихи 2018 и 2021 год протекала в условиях острой почвенной и атмосферной засухи.

Гидротермический коэффициент в среднем за вегетацию 2018 года составил 0,51, за вегетационный период 2021 года – 0,29,

свидетельствуя об острой воздушной и почвенной засухе.

Особенно критические значения ГТК в эти годы были в период формирования продуктивного стеблестоя (0,49 и 0,32), вегетативных органов (0,79 и 0,14), и налива плодов (0,21 и 0,26).

В 2019 году гидротермический коэффициент в среднем за период вегетации был равен 1,05. Май и июнь этого года характеризовались дефицитом осадков. Июль и август по температурному режиму соответствовали среднемноголетним данным, а по количеству выпавших осадков превосходили среднемноголетние значения. Вегетационный период 2020 года был достаточно влажным. На протяжении всего периода роста и развития растений гречихи количество выпавших осадков превышало среднемноголетние нормы, при этом температурный режим был на уровне среднемноголетних данных. Качественные показатели определяли по действующим ГОСТам: массу зерна – по ГОСТ 10840-2017, массу тысячи семян – по ГОСТ 12042-80, пленчатость зерна – по ГОСТ 10843-76. Рутин определяли на кафедре ботаники и физиологии растений института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) Государственного университета по методике количественного определения флавоноидов, в пересчете на рутин [14]. Полученные в ходе исследования данные были статистически обработаны согласно общепринятой методике [15].

Результаты и обсуждение. По урожайности зерна выделился стандарт Чатыр Тау (1,66 т/га) и сортообразец К-850 (1,67 т/га). Стоит отметить, что соотношение зерна к биологической массе было у сорта Батыр (0,192) и К-850 (0,196). Наиболее непродуктивными в годы исследований оказались сорта Никольская и Яшьлек (рис. 1).

В годы исследований сорта Чатыр Тау и Никольская оказались наиболее крупноплодными. Их средняя масса 1000 плодов составила соответственно 33,1 и 32,9 г. В допустимых пределах достоверности опыта, в той же группе по крупности плодов были популяции К-850, К-874, К-990. Среди изучаемых сортов Батыр имел наименьшую массу тысячи плодов – 27,9 г, что обусловлено его генетической основой (табл. 1).

Для крупяного производства наибольшее значение имеет показатель массы 1000 ядер.

Сорт Чатыр Тау сформировал наиболее крупную ядрицу с массой 25,3 граммов. Но, при этом увеличилась пленчатость (23,43%). У сорта Никольская оказалась наиболее высокая масса тысячи ядер - 25,6 г. Кроме того, из опытных сортообразцов можно выделить К-850 и К-874, масса тысячи плодов которых уступала стандарту Чатыр Тау, однако, благодаря пониженной пленчатости масса 1000 ядер сортообразца К-850 составила 24,9 г, а у сортообразца К-874 - 24,8 г. Критерием

рационального сочетания массы 1000 плодов с пленчатостью может быть коэффициент пленчатости, выражающий долю плодовых оболочек, приходящихся на единицу массы ядрицы. В изучаемых сортах значение этого

коэффициента было в среднем от 0,306 до 0,272. Следует отметить, что наиболее оптимальное соотношение крупности ядра и количество плодовых оболочек на массу ядрицы обнаружено у сортономеров К – 850 и К 874.



Рис. 1 - Продуктивность гречихи (2018-2021 гг)

Таблица 1 - Технологические параметры качества плодов гречихи, (2019 – 2021гг.)

Вариант	Масса 1000 плодов, г	Масса 1000 ядер, г	Пленчатость, %	Кoeff. * пленчатости	Натурная масса, г/л
Чатыр Тау	33,1	25,3	23,43	0,306	519
Батыр	27,9	21,7	22,27	0,286	582
Никольская	32,9	25,6	22,10	0,284	539
Яшьлек	29,7	23,0	22,65	0,292	560
К-850	31,7	24,9	21,48	0,273	526
К-874	31,6	24,8	21,61	0,275	568
К-899	29,4	23,1	21,34	0,272	543
К-990	31,3	24,0	23,24	0,303	562
НСР ₀₅	2,4		1,46		32,1

Выводы. Завершая проведенный анализ, можно отметить, что формирование популяций на основе целенаправленного отбора семей из фасцированных форм гречихи посевной способствует повышению качественных характеристик плодов, что безусловно обеспечит увеличение выхода высококачественной крупы ядрицы.

Оптимальное сочетание параметров массы 1000 плодов, массы 1000 ядер и коэффициента

пленчатости обнаружено у популяций К-850 и К-874. Повышенное содержание рутина проявилось в плодах сорта Никольская и популяции К-990.

Выделившиеся сортономера будут включены в программу гибридизации в связи с оптимальным соотношением крупности ядрицы и меньшим количеством плодовых оболочек, а сорта Никольская и К- 990 в связи с повышенным содержанием рутина в крупе.

Литература

1. Особенности технологических качеств зерна новых крупноплодных сортов гречихи / Л.Н. Варлахова, С.В. Бобков, Г.Е. Мартыненко др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С 54-60.
2. Кадырова Ф. З., Кадырова Л. Р., Хуснутдинова А. Т. Новые сорта гречихи для засушливых условий Среднего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2014. №2. С. 54-57.
3. Результаты использования новых морфобиотипов в селекции гречихи для Среднего Поволжья. / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Кадырова, Г.Н. Галиуллина и др.// Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства // Материалы международной науч.-практ.конф. Казанского ГАУ, посвященного 95-летию агрономического факультета. Казань.: Каз. ГАУ. 2014. С. 134-140
4. Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products // Food Chemistry. 2006. Vol. 98, N3. P. 508-512.
5. Zhanrong Yu., Xiulian Li. Determination of rutin content on Chinese buckwheat cultivars // Advances in buckwheat research: Proc. Of the 10th Int. SymP. On buckwheat. Yangling. Shaanxi. China. 2007. P. 465 – 468.
6. Ohsawa R., Tsytsumi T. Inter-varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) // Euphytica. 1995. Vol. 86. P. 183-189.
7. Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука. 2004. 240 с.

8. Andersen O. M., Markham K. R. Flavanoids: chemistry, biochemistry and application // New York: CRC Press. 2005. P. 397 – 441.
9. Plant phenolics: recent advance on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology / V. Cheynier, G. Comte, K.M. Davies, et al. // Plant Physiol. Biochem. 2013. Vol. 72. P. 1-20.
10. Клыков А.Г. Биологическая и селекционная ценность исходного материала гречихи с высоким содержанием рутина // Сельскохозяйственная биология. 2010. №3. С. 49-53.
11. Клыков А. Г., Парская Н. С., Барсукова Е. Н. Селекция гречихи на повышенное содержание рутина // Аграрный вестник Приморья. 2017. № 4(8). С. 24-29.
12. Важов, В. М. Гречиха на полях Алтая. Москва: Издательский Дом "Академия Естествознания". 2013. 188 с.
13. Каминский В. Д., Бабич М. В. Повышение эффективности переработки зерна гречихи с возможностью производства муки // Хранение и переработка зерна. 2007. № 7. С. 31-33.
14. Огороднова У.А., Тимофеева О. А. Большой практикум по физиологии и биохимии растений // Учебно-методическое пособие. Казань: КФУ, 2020. 36 с.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований: Монография. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Сведения об авторах:

Кадырова Фануся Загитовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: fanusa51@ Rambler.ru
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия
 Климова Лилия Рафкатовна – младший научный сотрудник, e-mail: li21@mail.ru
 Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанского научного центра Российской академии наук», г. Казань, Россия
 Кадырова Луиза Равилевна – кандидат биологических наук, доцент, e-mail: luizakadyrova@mail.ru
 Институт фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) государственного федерального университета

IMPROVING FRUITS QUALITY IN THE PROCESS OF BREEDING BUCKWHEAT

F. Z. Kadyrova, L. R. Klimova, L. R. Kadyrova

Abstract. Buckwheat is a source of a valuable food product, the preparation of which for food purposes imposes a number of quality requirements. The most important criteria for the quality of raw materials that affect the yield and quality of unground groats are the weight of 1000 fruits, evenness of fruits, high content of the kernel and ease of peeling. Due to the achievements of breeding, the size and weight of 1000 fruits of some modern varieties of buckwheat amounted to 30 g or more. In breeding for the technological properties of fruits in large-fruited varieties, the problem of optimizing the proportion of fruit shells and fruit fulfillment is relevant. Buckwheat as a food product is a source of biologically active compounds with antioxidant properties that improve the functional activity and health of people. Increasing the content of rutin in the selection process will increase the biological value of buckwheat. Therefore, it is important to combine in modern varieties the signs of increased productivity with the qualitative characteristics of the crop. The paper analyzes the results of assessing the quality of the fruits of new and promising buckwheat varieties created by including fasciated forms in the composition of populations of materials of family-group selection. Promising genotypes have been identified for inclusion in the process of buckwheat breeding for high quality technological parameters and an increased amount of flavonoids in groats.

Key words: buckwheat, technological characteristics of quality, flavonoids, rutin.

References

1. Features of technological qualities of grain of new large-fruited varieties of buckwheat / L.N. Varlakhova, S.V. Bobkov, G.E. Martynenko and others // Leguminous and cereal crops. 2012. No. 2. P. 54-60.
2. Kadyrova F. Z., Kadyrova L. R., Khusnutdinova A. T. New varieties of buckwheat for arid conditions of the Middle Volga // Grain Economy of Russia. 2014. No. 2. pp. 54-57.
3. Results of the use of new morphobiotypes in buckwheat breeding for the Middle Volga region. / F.Z. Kadyrova, L.R. Kadyrova, G.N. Galiullina et al. // Topical issues of improving the technology of production of agricultural products // Proceedings of the international scientific-practical conference. Kazan State Agrarian University, dedicated to the 95th anniversary of the Faculty of Agronomy. Kazan: Kaz. GAU. 2014. S. 134-140
4. Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products // Food Chemistry. 2006 Vol. 98, N3. P. 508-512.
5. Zhanrong Yu., Xiulian Li. Determination of rutin content on Chinese buckwheat cultivars // Advances in buckwheat research: Proc. Of the 10th Int. symp. On buckwheat. Yangling, Shaanxi. China. 2007. P. 465 - 468.
6. Ohsawa R., Tsytsumi T. Inter-varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) // Euphytica. 1995 Vol. 86. P. 183-189.
7. Vysochina G. I. Phenolic compounds in the systematics and phylogeny of the buckwheat family. Novosibirsk: Science. 2004. 240 p.
8. Andersen O. M., Markham K. R. Flavanoids: chemistry, biochemistry and application // New York: CRC Press. 2005. P. 397 - 441.
9. Plant phenolics: recent advance on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology / V. Cheynier, G. Comte, K.M. Davies, et al. // Plant Physiol. Biochem. 2013. Vol. 72. P. 1-20.
10. Klykov A.G. Biological and breeding value of the source material of buckwheat with a high content of rutin // Agricultural biology. 2010. №3. pp. 49-53.
11. Klykov A. G., Parskaya N. S., Barsukova E. N. Selection of buckwheat for increased rutin content // Agrarian Bulletin of Primorye. 2017. No. 4(8). pp. 24-29.
12. Vazhov, V. M. Buckwheat in the fields of Altai. Moscow: Publishing House "Academy of Natural History". 2013. 188 p.
13. Kaminsky VD, Babich MV Improving the efficiency of buckwheat grain processing with the possibility of flour production // Storage and grain processing. 2007. No. 7. S. 31-33.
14. Oгороднова У.А., Тимофеева О.А. Large workshop on plant physiology and biochemistry. Kazan: KFU, 2020. 36 p.

15. Dospekhov B. A. Methods of field experience: with the basics of statistical processing of research results: Monograph. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

Authors:

Kadyrova Fanusya Zagitovna - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: fanusa51@rambler.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Klimova Liliya Rafkatovna – junior researcher, e-mail: li21@mail.ru

Tatar Research Institute of Agriculture - a separate structural subdivision of the Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan, Russia

Kadyrova Luiza Ravilevna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, e-mail: luizakadirova@mail.ru
Institute of Fundamental Medicine and Biology of Kazan (Volga Region) State Federal University.

УПРАВЛЕНИЕ ФАКТОРАМИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Р. В. Миникаев, Ф. Ш. Фасхутдинов, М. Ю. Михайлова

Реферат. В статье представлены результаты многолетних исследований в области управления факторами почвенного плодородия северной части лесостепи среднего Поволжья. Сохранение запасов продуктивной влаги и рациональное использование плодородия почвы, а также его воспроизводство остается необходимым условием оптимизации агроландшафтов и повышения продуктивности агроценозов. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур играет немаловажную роль в повышении устойчивости и урожайности культурного ценоза. Предшественники и севооборот остаются одними из важнейших элементов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Несмотря на важность данных элементов, происходит ослабление внимания к внедрению и освоению севооборотов, как в нашей республике, так и в целом по стране. Проведенные исследования в течении 23 лет показали влияние предшественников в севообороте на фосфатный режим серой лесной почвы в условиях Предкамья Республики Татарстан. Так, при размещении ржи после гороха на зерно отмечалось увеличение содержания подвижного фосфора в течении вегетационного периода на среднем фоне внесённых удобрений (планируемый уровень урожайности – 2,5 зерна ц/га). Установлено влияние различных предшественников на поражаемость и развитие наиболее распространенных болезней озимой ржи; Ржавчина бурая, (*Puccinia recondite Roberge ex Desmas. f.sp. secales.*) Обыкновенная корневая гниль, (*Bipolaris sorokiniana Shoemaker.*). Проведенными многолетними исследованиями также было установлено влияние предшественников на урожайность озимой ржи и яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, продуктивная влага, урожайность, ржавчина бурая, обыкновенная корневая гниль, севооборот, экономическая оценка.

Введение. Воздействие ряда негативных факторов в стране привело к возникновению проблем, таких как снижение содержания гумуса и минерализованного азота, переуплотнения пахотного слоя, увеличение засоренности и поражаемости корневыми гнилями посевов, а также развитие различных видов эрозии. При таких данных, повышение урожайности возделываемых культур возможно только, при расширенном воспроизводстве почвенного плодородия [1, 2, 3].

Правильная организация работы внутрихозяйственной территории с одновременным внедрением системы севооборотов, соблюдение технологи возделывания сельскохозяйственных культур, а также рациональное использование земельных ресурсов помогает решить данные проблемы [4, 5].

Севооборот является фундаментом научно-обоснованной системы земледелия. Все остальные части наиболее эффективны, если они используются в севообороте или системе севооборотов. При этом рентабельность удобрений возрастает на 25-30% [6, 7, 8]. Без севооборота нельзя применять дифференцированную систему обработки почвы, интегрированную защиту растений.

Севообороты в современных условиях залог получения высоких урожаев сельскохозяйственных растений при сохранении плодородия пахотных почв [9, 10].

Сельхозтоваропроизводители в условиях рыночной экономики для получения конкурентоспособной продукции по себестоимости и качеству могут использовать такие приемы для поддержания почвенного плодородия, как использование соломы, выращивания многолетних трав, использование сидеральных

паров, включение в севообороты промежуточных культур и др. [12, 13, 14].

Условия, материалы и методы. Исследования по управлению факторами почвенного плодородия проводились на серых лесных почвах среднесуглинистого механического состава. Серые лесные почвы являются типичными для территории республики и занимают 36,1% от всей площади пашни, в Предкамской зоне они являются преобладающими и составляют 59,8%. Почва экспериментального участка типичная серая лесная, содержание гумуса (по Тюрину) колебалась в пределах 3,35-3,59%, подвижных форм (по Кирсанову) P_2O_5 – 93-156 мг/кг и K_2O – 78-109 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 5,6-5,7, гидролитическая кислотность составляет 5,07 мг. экв. /100г, сумма поглощённых оснований – 26,79 мг. экв. /100г. почвы, степень насыщенности основаниями - 86,39 %. Опыты, проведенные в течение 23 лет (1988-2015 гг.). Исследования проводили на стационарных опытах с рендомизированным размещением вариантов. Повторность – 3-х кратная, площадь опытных делянок – общая 600 м², учётная - 500 м².

Объектом исследования являлись следующие звенья севооборотов:

- чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница;
- вико-овсяная смесь – озимая рожь – яровая пшеница;
- горох на зерно – озимая рожь – яровая пшеница.

Каждое звено севооборота изучалось на двух фонах минеральных удобрений.

Нормы удобрений определялись расчетно-балансовым методом на

планируемый уровень урожайности – 2,5 (N₆₀P₁₁₅K₆₃) и 3(N₁₁₂P₁₈₅K₁₀₆) т зерна с га. Определение запасов продуктивной влаги осуществлялось термостатно-весовым методом, содержание сахаров рефрактометрическим методом, развитие и распространение болезней по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты и обсуждение. Несмотря на интенсивное потребление питательных веществ, растениями в летний период роста озимой ржи в почве на фоне внесенных удобрений, обнаружилось большое количество подвижного фосфора. При размещении ржи после гороха на зерно наблюдалось несколько повышенное содержание подвижного фосфора за весь вегетационный период (табл.1).

Таблица 1 – Динамика подвижного фосфора в почве под озимой рожью в зависимости от предшественников и фонов удобрений, мг/кг воздушно-сухой почвы, в среднем за 1988-2004 гг.

Предшественники	Кущение		Возобновление вегетации, 0-20 см	Колошение, 0-20 см	Восковая спелость, 0-20 см
	0-10 см	10-20 см			
Средний фон удобрений (N ₆₀ P ₁₁₅ K ₆₃) 2,5 ц зерна с 1 га					
Пар черный	238	217	196	220	250
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	181	167	204	225	240
Горох на зерно	216	209	223	240	252
Повышенный фон удобрений (N ₁₁₂ P ₁₈₅ K ₁₀₆) 3,5 ц зерна с 1 га					
Пар черный	252	241	227	240	252
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	239	220	257	245	243
Горох на зерно	247	231	256	254	255

Внесение расчетных норм удобрений для получения 3 т зерна с 1 га, улучшило динамику подвижного фосфора в почве в фазе кущения озимой ржи на обоих фонах удобрений.

Исследованиями выявлено наименьшее поражение растений озимой ржи корневыми гнилями при посеве ее по черному пару, а наибольшее - по вико-овсяной смеси (табл.2).

Таблица 2 – Влияние предшественников на развитие корневых гнилей в посевах озимой ржи, среднее за 1988-1995 гг.

Предшественники	Всего пораженных растений, %	В том числе поражены, %			Развитие болезни, %
		сильно	средне	слабо	
Пар черный	17	1	6	10	8,2
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	42	5	16	21	22,5
Горох на зерно	38	6	7	25	13,9

При одинаковом распространении бурой ржавчины (100 % на всех трех вариантах опыта) более высокий процент развития болезни наблюдалось при посеве ржи по вико-овсяной смеси (табл. 3).

Предшественник оказал влияние

на развитие и распространение мучнистой росы на озимой ржи. После чистого пара поражаемость растений оказалась минимальной и достигла отметки в 57%, развитие мучнистой росы на этом варианте также было минимальным и составило 4,9%.

Таблица 3 – Пораженность растений озимой ржи в период цветения болезнями в зависимости от предшественников, среднее за 1988-2004 гг.

Предшественники	Ржавчина		Мучнистая роса		Септориоз	
	поражено растений, %	развитие, %	поражено растений %	развитие, %	поражено растений, %	развитие, %
Пар черный	100	3,2	57	4,9	97	11,0
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	100	5,2	94	6,0	93	15,8
Горох на зерно	100	3,8	94	5,1	94	13,4

Наименьшая поражаемость септориозом была получена для озимой ржи

с предшественником вико-овсяной смеси на зеленый корм - 93%, при этом развитие

АГРОНОМИЯ

септориоза на этом варианте было максимальным-15,8%.

Наблюдения показали, что по сумме сахаров варианты опыта отличались

незначительно: их содержание было хорошим - 22,5-26,3%. Причем на повышенном фоне оно было несколько выше, чем на среднем фоне удобрений (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание сахаров в растениях перед уходом в зиму и сохранность растений ржи, в среднем за 1988-2004 гг.

Предшественники	Содержание сахаров, % на воздушно-сухую массу	Сохранность растений, % к всходам	
		весной	к уборке
Средний фон удобрений (N ₆₀ P ₁₁₅ K ₆₃) на 2,5 т зерна с 1 га			
Пар черный	23,6	82,4	75,6
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	23,2	82,1	70,5
Горох на зерно	22,5	81,0	69,1
Повышенный фон удобрений (N ₁₁₂ P ₁₈₅ K ₁₀₆) на 3 т зерна с 1 га			
Пар черный	26,3	86,4	79,3
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	24,9	84,7	74,1
Горох на зерно	23,7	83,7	71,7

Существенных различий в глубине закладки узла кушения по вариантам опыта не наблюдалось, в среднем - от 2,0 до 2,4 см.

При благоприятных условиях перезимовки озимой ржи больших различий в сохранности в зависимости от предшественников также не наблюдалось, хотя несколько лучше перезимовали растения ржи по черному пару и на повышенном фоне удобрений. К уборке на обоих фонах удобрений сравнительно больше

растений сохранилось по чистому пару - 75,6-79,3%, несколько меньше по вико-овсяной смеси - 70,5-74,1 и еще меньше по гороху на зерно - 71,7-69,1% от числа всходов (табл. 4).

Урожайность озимой ржи во все годы исследований оказалась наиболее высокой по черному пару, несколько ниже - по вико-овсяной смеси и самой низкой - по гороху на зерно (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние предшественников и фона удобрений на урожайность озимой ржи, т/га

Годы	Предшественник (фактор А)						НСР $\frac{A}{05}$	НСР $\frac{B}{05}$	НСР $\frac{A}{05}$	НСР $\frac{B}{05}$
	Средний фон (NPK на 2,5 т зерна с га, фактор В)			Повышенный фон (NPK на 3,0 т зерна с га, фактор В)						
	Пар черный	Вико-овсяная смесь на зеленую массу	Горох на зерно	Пар черный	Вико-овсяная смесь на зеленую массу	Горох на зерно				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1988	3,44	3,29	3,12	3,83	3,68	3,55	2,3	2,14	1,63	1,39
1989	2,42	2,31	2,13	2,92	2,84	2,68	2,9	1,02	2,05	0,35
1990	4,12	3,93	4,06	4,45	4,24	4,33	0,76	2,17	0,54	1,25
1991	2,03	1,79	1,76	2,49	2,00	1,94	1,97	1,36	1,39	0,79
1992	4,08	3,87	3,81	4,29	4,01	3,93	0,24	0,31	0,17	0,18
1993	4,17	3,91	3,85	4,37	4,15	4,02	0,45	0,21	0,32	0,12
1994	4,25	3,94	3,91	4,48	4,21	4,13	0,25	0,20	0,18	0,11
1995	3,05	2,89	2,91	3,28	3,09	3,00	0,11	0,14	0,08	0,08
1996	4,50	4,15	4,19	4,64	4,43	4,38	0,09	0,12	0,06	0,07
1997	4,80	4,63	4,55	4,92	4,75	4,59	0,08	0,16	0,05	0,09
1998	2,89	1,80	1,55	2,98	1,82	1,67	0,13	0,13	0,09	0,08
1999	2,05	1,92	1,80	2,15	1,98	1,82	0,13	0,16	0,09	0,09
2000	4,21	4,01	3,92	4,47	4,15	4,07	0,10	0,12	0,07	0,07
2001	4,48	4,20	4,14	4,63	4,47	4,20	0,13	0,07	0,09	0,04
2002	4,40	4,17	4,03	4,55	4,36	4,13	0,10	0,08	0,07	0,05
2003	4,33	4,12	3,96	4,49	4,28	4,06	0,09	0,10	0,07	0,06
2004	4,05	3,92	3,90	4,16	4,03	3,96	0,14	0,09	0,10	0,05
Среднее	3,71	3,49	3,18	3,94	3,67	3,32				

Особенно четко преимущество черного пара проявлялось в засушливые годы. Так, в 1998 году по черному пару на повышенном фоне (NPK на 3,0 т зерна) намолочено с гектара 2,98 тонн зерна ржи, тогда как по вико-овсяной смеси – 1,82, а по гороху только 1,67 тонн.

Поэтому в зоне неустойчивого увлажнения и в годы с острым недостатком влаги по многолетним травам и по гороху на зерно надо размещать не озимые, а яровые зерновые культуры. Таким образом, отсутствие чистого пара в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения пагубно отражается на озимых хлебах и порождает резко выраженную неустойчивость зернового баланса.

Таблица 6 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от звеньев севооборота и фонов удобрений, т/га

Годы	Средний фон (NPK на 2,5 т зерна с га) фактор В			Повышенный фон (NPK на 3,0 т зерна с га) фактор В			НСР ₀₅ 1 по- рядка	НСР ₀₅ 2 по- рядка	НСР ₀₅ для пред- шестве- нника	НСР ₀₅ для фона
	Пар чистый-озимая рожь	Вико-овсяная смесь на зелёный корм-озимая рожь	Горох на зерно – озимая рожь	Пар чистый-озимая рожь	Вико-овсяная смесь на зелёный корм-озимая рожь	Горох на зерно – озимая рожь				
1989	1,69	1,69	1,67	1,85	1,80	1,80	0,05	0,13	0,04	0,07
1990	3,80	3,64	3,76	4,08	3,88	3,71	0,15	0,13	0,11	0,07
1991	1,74	1,63	1,60	2,0	1,98	1,97	0,08	0,10	0,05	0,06
1992	3,46	3,28	3,21	3,66	3,41	3,39	0,11	0,10	0,08	0,06
1993	3,51	3,36	3,33	3,69	3,38	3,36	0,12	0,06	0,08	0,04
1994	4,46	4,27	4,19	4,59	4,36	4,25	0,04	0,07	0,03	0,04
1995	3,20	3,12	3,10	3,35	3,21	3,18	0,09	0,08	0,06	0,04
1996	3,73	3,58	3,49	3,85	3,70	3,64	0,11	0,06	0,08	0,03
1997	4,28	4,12	4,07	4,65	4,42	4,29	0,13	0,06	0,09	0,04
1998	2,24	2,06	1,97	2,30	2,23	2,07	0,14	0,06	0,10	0,03
1999	2,10	2,03	1,89	2,19	2,09	1,94	0,10	0,11	0,07	0,06
2000	3,26	3,12	3,0	3,43	3,35	3,29	0,06	0,07	0,04	0,04
2001	4,31	4,17	4,05	4,40	4,28	4,19	0,13	0,09	0,09	0,05
2002	4,27	4,12	3,98	4,44	4,35	4,29	0,05	0,08	0,4	0,05
2003	3,99	3,85	3,79	4,06	3,89	3,81	0,09	0,13	0,06	0,07
2004	4,05	3,82	3,76	4,40	4,29	4,17	0,22	0,12	0,15	0,07

Расчеты энергетической эффективности, что наибольший коэффициент превращения энергии на обоих фонах удобрений отмечено по предшественнику вико-овсяная смесь на зелёный корм-1,89-1,91 (табл. 7).

Выводы. Урожайность озимой ржи во все годы исследований оказалась наиболее высокой по черному пару, несколько ниже - по вико-овсяной смеси и самой низкой - по гороху на зерно.

Однако следует подчеркнуть, что, урожайность озимой ржи по занятым парам не уступает урожайности по чистому пару в годы

Наиболее полно влияние чистого пара в сравнении с другими предшественниками озимых можно оценить только при учете общей продуктивности севооборотов за всю ротацию или хотя бы паровых звеньев.

В среднем за 16 лет запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом яровой пшеницы в звене с чистым паром были на 10-15 мм больше, чем в звене с другими предшественниками озимой ржи.

Урожайность яровой пшеницы более высокой оказалась в звене с чистым паром. Разница в урожае яровой пшеницы в звеньях с вико-овсяной смесью и горохом на зерно в отдельные годы оказалась незначительной – в пределах ошибки опыта (табл. 6).

с оптимальным увлажнением.

Урожайность яровой пшеницы более высокой оказалась в звене с чистым паром.

Разница в урожае яровой пшеницы в звеньях с вико-овсяной смесью и горохом на зерно в отдельные годы оказалась незначительной – в пределах ошибки опыта

Лучшую энергетическую эффективность показали севообороты с занятыми парами, и, особенно если в парах была использована вико-овсяная смесь.

При этом достигнуты наибольшие коэффициенты превращения энергии (1,89-1,91) на обоих фонах питания.

АГРОНОМИЯ

Таблица 7 – Энергетическая эффективность возделывания озимой ржи в зависимости от предшественников и фонов удобрений (в среднем за 1988-2004 гг., по ценам 2004 года)

Предшественники	Собрано энергии с урожаем ГДж/га	Затраты энергии на выход продукции, ГДж/га	Совокупная чистая энергия, ГДж/га	Коэффициент превращения энергии (КПЭ)
N₆₀P₁₁₅K₆₃				
Черный пар	62,18	33,55	28,63	1,85
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	58,49	30,63	27,86	1,91
Горох на зерно	53,30	28,14	27,21	1,89
N₁₁₂P₁₈₅K₁₀₆				
Черный пар	63,53	34,75	28,78	1,82
Вико-овсяная смесь на зеленую массу	59,81	31,6	28,21	1,89
Горох на зерно	55,13	29,65	25,48	1,85

Литература

1. Оптимальные способы посева кормосмесей на рассчитанных фонах минерального питания в почвенно-климатических условиях лесостепи / Р.И. Сафин, М.Ф. Амиров, С.Р. Сулейманов, М.Ю. Гилязов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. №4 (51). 2019. С.72-76.
2. Влияние приемов агротехники на урожай и количество зерна пшеницы полбы (двузернянка) в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Г.И. Ибяттов, Р.И. Гараев, А.А. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. №4 (51). 2018. С.103-109.
3. Миникаев Р. В., Сержанов И. М., Фатыхов Д. А. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков Северной части лесостепи Поволжья // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях, Чебоксары, 16 ноября 2020 года. Том Часть 1. Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2020. С. 220-230.
4. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.Г. Манюкова [и др.]. Казань : Казанский ГАУ, 2021. 400 с.
5. Кураченко Н. Л., Колесников А. С., Романов В. Н. Влияние обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственных наук. 2018. 48(1). С.44-50.
6. Миникаев Р. В., Шайхутдинов Ф. Ш., Сайфиева Г. С., Манюкова И. Г. Минимализация основной обработки в севообороте на серой лесной почве Предкамья Республики Татарстан // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 140-146.
7. Зеленев А. В., Семиченко Е. В. Биологизация земледелия – основа повышения содержания элементов питания в почве и урожайности зерновых культур // Научно-агрономический журнал. 2019. № 1(104). С. 10-14
8. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, В.В. Аксакова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 5-9.
9. Михайлова М. Ю., Миникаев Р. В. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 12-14.
10. Сабирова Р. М., Шакиров Р. М. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 204-211.
11. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 133-140.
12. Особенности влияния биологических препаратов на продуктивность и устойчивость к стрессам ярового ячменя / Р.И. Сафин, Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, Р.В. Назаров // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. Казань: Казанский ГАУ, 2019. С. 219-226.

Сведения об авторах:

Миникаев Рогать Вагизович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: ragat@mail.ru
 Фасхутдинов Фаннур Шаукатович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: dit-to1961t@mail.ru

Михайлова Марина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: marisha.m.u@mail.ru
Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

MANAGEMENT OF SOIL FERTILITY FACTORS IN THE CONDITIONS
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

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

Abstract. The article presents the results of long-term research in the field of management of soil fertility factors in the northern part of the forest-steppe of the Middle Volga region. The preservation of productive moisture reserves and the rational use of soil fertility, as well as its reproduction, remains a necessary condition for optimizing agricultural landscapes and increasing the productivity of agrocenoses. Improving the technology of cultivation of agricultural crops plays an important role in increasing the sustainability and yield of cultural cenosis. Precursors and crop rotation remain one of the most important elements in crop cultivation technologies. Despite the importance of these elements, there is a weakening of attention to the introduction and development of crop rotations, both in our republic and in the whole country. The studies conducted over 23 years have shown the influence of precursors in crop rotation on the phosphate regime of gray forest soil in the conditions of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan. Thus, when placing rye after peas on grain, there was an increase in the content of mobile phosphorus during the growing season against the average background of fertilizers applied (the planned yield level is 2.5 grains/ha). The influence of various precursors on the incidence and development of the most common diseases of winter rye has been established; *Pucciniarecondite Robergeex Desmas. f.sp. secales*, *Bipolarisrookiniana Shoemaker*. Conducted long-term studies have also established the influence of precursors on the yield of winter rye and spring wheat in the conditions of gray forest soils of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan.

Key words. Resource-saving technologies, addition density, productive moisture, yield, crop rotation, economic assessment.

References

1. Optimal methods of sowing fodder mixtures on the calculated backgrounds of mineral nutrition in the soil-climatic conditions of the forest-steppe / R.I. Safin, M.F. Amirov, S.R. Suleimanov, M.Yu. Gilyazov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. No. 4 (51). 2019. P.72-76.
2. Influence of agricultural techniques on the yield and grain quantity of spelled wheat (dvuzernyanka) in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan / F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, G.I. Ibyatov, R.I. Garaev, A.A. Valiev // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. No. 4 (51). 2018. P.103-109.
3. Minikaev R. V., Serzhanov I. M., Fatykhov D. A. Optimization of the soil tillage system under conditions of agroclimatic risks in the northern part of the Volga forest-steppe. practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Russian Federation, Chuvash ASSR, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Alexander Ivanovich Kuznetsov (1930-2015). In 2 parts, Cheboksary, November 16, 2020. Volume Part 1. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2020. S. 220-230.
4. Improvement of the soil tillage system in the agrolandscapes of the middle Volga region / R.V. Minikaev, F.Sh. Shaikhutdinov, I.G. Manyukova [i dr.]. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. 400 p.
5. Kurachenko N. L., Kolesnikov A. S., Romanov V. N. Influence of tillage on the agrophysical state of chernozem and productivity of spring wheat // Siberian Bulletin of Agricultural Sciences. 2018.48(1). pp.44-50.
6. Minikaev R. V., Shaikhutdinov F. Sh., Sayfjeva G. S., Manyukova I. G. Minimization of the main tillage in crop rotation on the gray forest soil of the Fore-Kama region of the Republic of Tatarstan // In the collection: Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019, pp. 140-146.
7. Zelenev A. V., Semichenko E. V. Biologization of agriculture - the basis for increasing the content of nutrients in the soil and the yield of grain crops // Scientific and agronomic journal. 2019. No. 1(104). pp. 10-14
8. Agrobiological bases for the formation of a high-quality grain crop of spring wheat species in the forest-steppe of the Middle Volga region / M.F. Amirov, F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, A.R. Serzhanova, V.V. Aksakov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2019. Vol. 14. No. S4-1 (55). pp. 5-9.
9. Mikhailova M. Yu., Minikaev R. V. Dynamics of macroelements in gray forest soil under corn crops for green mass in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan with the introduction of increased doses of mineral fertilizers // Fertility. 2020. No. 3 (114). pp. 12-14.
10. Sabirova R. M., Shakirov R. M. Resource-saving technologies for the cultivation of winter wheat based on the biologization of agriculture // In the collection: Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019. S. 204-211.
11. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in improving the sustainability of crop production // Global Challenges for Food Security: Risks and Opportunities. Scientific works of the international scientific-practical conference. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021, pp. 133-140.
12. Features of the influence of biological preparations on the productivity and stress resistance of spring barley / R.I. Safin, L.Z. Karimova, L.S. Nizhegorodtseva, R.V. Nazarov // In the collection: Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel. Scientific works of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of agricultural science, education and enlightenment in the Middle Volga region. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2019, pp. 219-226.

Authors:

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

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ
ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**
Р. М. Сабирова, И. Х. Вафин, А. А. Абрамова, Р. И. Сафин

Реферат. В работе приведена оценка состояния почвы после уборки сельскохозяйственных культур (зерновые, зернобобовые, технические, многолетние травы) на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ в производственных посевах. Исследования проводились в 2022 году, который характеризовался значительными различиями по условиям увлажнения в период вегетации растений (первая половина вегетации влажная, вторая – засушливая). Все участки располагались на высококультуренной, серой лесной, среднесуглинистой почве. Комплексная оценка почв проводилась с использованием методов агрофизических исследований почв и методов почвенной биологии. Для оценки состояния биологии почвы учитывались численность микроорганизмов, Простейших и нематод. Одновременно определяли фитотоксичность почв для модельных растений. Анализ накопления в почве доступной воды и доли агрономически ценных агрегатов показал, что максимальные значения были после горчицы. После данной культуры отмечалось снижение показателей плотности сложения почвы. Ухудшение агрофизических свойств почвы отмечалось после яровых зерновых культур. Был установлен выраженный фитотоксичный эффект почвенных вытяжек после ярового ячменя, гороха и картофеля в отношении тест-растений салата. Аналогичный эффект в отношении тест-растения пшеницы отмечался после картофеля. Улучшение агрофизических свойств, низкой фитотоксичности и подавления развития фузариозных грибов среди изучаемых культур преимущество отмечалось для горчицы сарептская. После гороха отмечалось увеличение количества в почве бактерий рода *Азотобактер*, а после озимой пшеницы отмечалось увеличение в почве численности инфузорий. Полученные результаты подтвердили различия по состоянию почв после различных сельскохозяйственных культур, что необходимо учитывать при подборе предшественников в севообороте.

Ключевые слова: земледелие, сельскохозяйственные культуры, оценка почв, агрофизические свойства, почвенная биология, предшественники.

Введение. Почва представляет собой сложную динамическую систему, изменяющуюся в зависимости от различных причин в течение времени [1]. Для комплексной оценки состояния почвы используются различные показатели, характеризующие те или иные ее фазы – твердую, жидкую, газообразную и живую [2, 3, 4]. Особое значение такая оценка имеет для почв сельскохозяйственного назначения, в том числе и для характеристики её плодородия [5, 6, 7].

Вместе с тем, согласно нормативным документам [8], основное внимание для оценки почв сельскохозяйственного назначения используются лишь агрохимические параметры. Однако для целей эффективного управления почвенными ресурсами возникает необходимость в исследовании не только данных показателей, но и других параметров, характеризующих те или иные свойства почвы, т.е. проведение интегрированной или комплексной оценки [9, 10].

Особое значение данный подход имеет при разработке научно-обоснованных севооборотов, в которых необходимо адаптировать схемы чередования культур с конкретными агробиологическими особенностями с почвенными особенностями полей [11, 12]. Данный подход позволяет оценить предшественники и подобрать наиболее эффективные подходы к разработке системы севооборотов для сельскохозяйственных предприятий.

Для комплексной оценки сельскохозяйственных почв, наряду с агрохимическими показателями, активно используются

показатели характеризующие их агрофизические параметры [13], микробиологическую и ферментативную активность [14, 15], почвенные зоологические компоненты [16]. В связи с этим, возникла необходимость в комплексной оценке состояния почв после уборки различных сельскохозяйственных культур в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в 2022 году на территории опытных полей Агробиотехнопарка (АБТП) Казанского ГАУ. После уборки урожая, в производственных опытах проводился отбор почвенных проб по стандартным методикам. В пробах определялись агрофизические свойства почвы согласно общепринятым в земледелии методам [17].

Изучение фитотоксичности почвы проводили методом проращивания тест культур на водной вытяжке из изучаемых образцов почвы [18]. Выделение грибов проводился твердых питательных средах Чапека и Сабуро. Определение численности почвенных простейших и нематод осуществлялся согласно рекомендованным методикам [19]. Отбор проб шел по следующим полям (табл.1).

Все поля размещались в одном земельном массиве, площадью 200 га.

Почва опытных участков – серая лесная среднесуглинистая, высококультуренная, отличающаяся близкой к нейтральной кислотностью, средним содержанием гумуса, повышенным содержанием подвижных форм фосфора и обменного калия.

Таблица 1 – Характеристика участков отбора проб почвы в опытах

№ поля	Культура	Площадь, га
1	Ячмень яровой (сорт Раушан)	10
2	Чистый пар	6
3	Озимая пшеница (сорт Универсиада)	17
4	Картофель (сорт Регги)	6
5	Ячмень яровой (сорт Раушан)	50
6	Яровая пшеница (Тулайковская Надежда)	50
7	Горчица сарептская (сорт Ника)	5
8	Горчица сарептская (сорт Юнона)	5
9	Горчица сарептская (сорта Горлинка)	5
10	Горох (сорт Усатый кормовой)	19
11	Люцерна 3 год пользования (сорт Гюзель)	2

Результаты и обсуждения. Результаты оценки агрофизических параметров по различным культурам представлены в таблице 2.

Во второй половине вегетации 2022 года отмечались острозасушливые явления, что оказало негативное влияние на содержание продуктивной влаги в почве. Результаты оценки данного показателя показали, что наибольшее накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы отмечалось после горчицы сорта Горлина поздняя (107,62 мм), а минимальные значения (76,7 мм) были после люцерны. С точки зрения плотности сложения почвы, значительные преимущества показали

варианты с горчицей сортов Юнона и Горлинка поздняя, в которых данный показатель был минимальны (1,17 г/см³). Наибольшее уплотнение почвы происходило в вариантах с чистым паром (по всей видимости высокие температуры в июле-августе оказали влияние на уплотнение в данном варианте), а также после яровой пшеницы и ярового ячменя. С точки зрения содержания в почве агрономически ценных агрегатов, выделялись варианты с озимой пшеницей и горчицей сорта Юнона.

Оценка фитотоксичности почвы показала, что между вариантами существуют значительные отличия (табл. 3).

Таблица 2 – Агрофизические параметры почвы после уборки различных сельскохозяйственных культур, 2022 г

Культура	Запас продуктивной влаги в слое 0-100 см	Плотность сложения почвы, г/см ³	Содержание агрегатов 0,25-10 мм в % от массы воздушно-сухой почвы (сухое просеивание)
Ячмень	85,28	1,38	52,14
Чистый пар	102,56	1,57	43,16
Озимая пшеница	100,30	1,29	80,81
Картофель	86,68	1,33	60,65
Ячмень	76,76	1,30	60,25
Яровая пшеница	83,80	1,35	68,42
Горчица (сорт Ника)	101,42	1,23	64,08
Горчица (сорт Юнона)	92,48	1,17	82,05
Горчица (сорт Горлинка поздний)	107,62	1,17	60,05
Горох	84,24	1,26	69,45
Люцерна	76,70	1,21	73,94
НСР ₀₅	2,91	0,06	1,17

Оценка фитотоксичности почвы показала, что между вариантами существуют значительные отличия (табл. 3).

Результаты оценки показали, что в отношении двудольного тест-растения (салат) после всех сельскохозяйственных культур, водная вытяжка из почвы несколько снижала лабораторную всхожесть.

Однако минимальное снижение отмечалось после всех сортов горчицы, причем для сорта Юнона показатели были значительно выше (93%), чем для всех других культур. После

ярового ячменя, картофеля и гороха отмечался значительный фитотоксичный эффект в отношении растений салат (лабораторная всхожесть 21-39%). Одной из возможных причин такого явления может быть последствие гербицидов, которые применялись на данных культурах.

Изучение фитотоксичности на тест-растениях пшеницы показал, что вытяжки из почвы после чистого пара, горчицы и люцерны повышали всхожесть семян пшеницы, т.е. обладали стимулирующим эффектом.

АГРОНОМИЯ

В тоже время, в вытяжке почвы после картофеля величина всхожести семян пшеницы упала в 1,37 раза к показателям контроля,

что также может быть обусловлено последствием почвенных гербицидов, применяемых на данной культуре.

Таблица 3 – Результаты оценки фитотоксичности почвы после уборки различных сельскохозяйственных культур, 2022 г

Культура	Лабораторная всхожесть семян тест-растений в водной вытяжке из почвы, %	
	салат	яровая пшеница
Чистая вода (стандарт)	95,0±4,5	90,0±3,7
Ячмень яровой	21,0±1,1	82,0±2,8
Чистый пар	73,0±1,9	95,0±3,1
Озимая пшеница	66,0±4,5	87,5±4,0
Картофель	39,0±0,9	65,5±3,2
Ячмень яровой	69,0±2,5	85,0±4,5
Яровая пшеница	51,0±1,5	85,0±2,5
Горчица (сорт Ника)	77,0±2,7	85,0±3,3
Горчица (сорт Юнона)	93,0±3,1	93,0±4,1
Горчица (сорт Горлинка поздний)	83,0±4,1	92,5±4,6
Горох	38,0±1,1	85,0±3,2
Люцерна	61,0±2,2	92,0±3,3

Почвенные микроорганизмы представлены различными группами и видами. В качестве индикаторов состояния почвы были выбраны

свободные азотфиксирующие бактерии рода *Azocobacter* и фитопатогенные грибы рода *Fusarium* (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты оценки микробиологического состояния почвы после уборки различных сельскохозяйственных культур, 2022 г

Культура	Микроорганизмы	
	<i>Azocobacter spp.</i> , x10 ⁵ КОЭ/г почвы	<i>Fusarium spp.</i> , x10 ³ КОЭ/г почвы
Ячмень яровой	0,3±0,02	1,0±0,06
Чистый пар	1,0±0,04	1,1±0,04
Озимая пшеница	1,2±0,05	0
Картофель	0,5±0,01	1,1±0,05
Ячмень яровой	1,3±0,06	1,3±0,07
Яровая пшеница	0	6,0±0,21
Горчица (сорт Ника)	0,2±0,009	0
Горчица (сорт Юнона)	1,1±0,02	0
Горчица (сорт Горлинка поздний)	0,2±0,01	0
Горох	2,6±0,08	1,2±0,08
Люцерна	1,0±0,05	4,1±0,12

Таблица 5 – Результаты зоологического анализа состояния почвы после уборки различных сельскохозяйственных культур, шт./г почвы, 2022 г

Культура	Группа животных	
	Простейшие (инфузории)	Почвенные нематоды
Ячмень яровой	140±6	0
Чистый пар	260±11	0
Озимая пшеница	320±14	10±0,4
Картофель	180±6	10±0,7
Ячмень яровой	120±4	10±0,5
Яровая пшеница	160±6	40±1,6
Горчица (сорт Ника)	220±8	70±2,4
Горчица (сорт Юнона)	200±10	30±1,6
Горчица (сорт Горлинка поздний)	200±12	30±1,1
Горох	200±7	10±0,2
Люцерна	200±9	40±1,4

Азотфиксирующие бактерии рода *Azocobacter* отличаются высокой требовательностью к состоянию почв, что позволяет

использовать показатель их численности для оценки. Максимальная их численность отмечалась после гороха, а после яровой пшеницы

они отсутствовали.

Фузариозные грибы (*Fusarium*) относятся к числу наиболее важных микромицетов, вызывающих болезни растений, в первую очередь корневые гнили. Полученные результаты показали, что во всех вариантах после горчицы и после озимой пшеницы в почве данные патогены отсутствовали. Максимальные показатели зараженности фузариозной инфекцией были после яровой пшеницы и люцерны.

Зоологический анализ почвы (табл. 5) подтвердил различия между культурами.

Наибольшее количество инфузорий в почве было после озимой пшеницы и чистого пара, а минимальное после ярового ячменя. В отношении почвенных нематод выделялся вариант с горчицей сорта Ника. В тоже время после ярового ячменя и чистого пара данные животные не обнаруживались.

Выводы. Проведенные исследования показали, что при комплексном обследовании почв после разных сельскохозяйственных культур были установлены различия по их влиянию на агрофизические, микробиологические и зоологические параметры почвы.

С точки зрения агрофизических свойств, низкой фитотоксичности и подавления развития фузариозных грибов среди изучаемых культур преимущество имела горчица сарептская. После гороха отмечалось увеличение количества в почве бактерий рода *Azocobacter*, а после озимой пшеницы отмечалось увеличение в почве численности инфузорий.

Работа выполнена в рамках реализации проекта «Комплексная оценка состояния почв при использовании различных систем земледелия в различных агропроизводственных зонах Республики Татарстан».

Литература

1. Малышева Е. С., Костин И. Г., Хижняк Р. М. Динамика агрохимических показателей плодородия в пахотных черноземах лесостепной зоны ЦЧР России // МСХ. 2022. №3. С.246-249.
2. Зинченко М. К. Система биологических показателей при оценке экологического состояния серой лесной почвы на примере стационарного опыта // Владимирский Земледелец. 2022. №1. С. 9-15.
3. Применение показателей ферментативной активности при оценке состояния почвы под сельскохозяйственными угодьями / Е.В. Даденко, М. Прудникова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. №3-4. С.1274-1277.
4. Ерёмин Д. И., Каюгина С. М. Агрофизические свойства тёмно-серых лесных почв Северного Зуралья // Вестник Курганской ГСХА. 2022. №2 (42). С.3-10.
5. Шмидт А. Г., Аксенова Ю. В. Влияние хозяйственной деятельности землепользователей на состояние плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения южной лесостепи Омской области // Вестник ОмГАУ. 2022. №1 (45). С.64-74.
6. Рубцова А. А., Ларионов Ю. С. Оценка информативности показателей плодородия почв // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. №1. С.240-246.
7. Сравнительная характеристика плодородия серых лесных и темно-серых лесных почв на примере СПК "Звягинки" / Л.Е. Тучкова, И.А. Верховец, Е.С. Чувашева, И.М. Тихойкина // Вестник сельского развития и социальной политики. 2019. №4 (24). С. 33-35.
8. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.07.2017 № 325 «Об утверждении Методики расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации».
9. Абдусаламова Р. Р., Баламирзоева З. М. Способы комплексной оценки плодородия почв сельскохозяйственных земель // Вестник СПИ. 2022. №1 (41). С.7-14.
10. Назарько М. Д., Лобанов В. Г. Комплексная экологическая оценка состояния окультуренных почв разных типов использования // Известия вузов. Пищевая технология. 2005. №5-6. С.109-111.
11. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н. Севооборот как главный фактор адаптивно-ландшафтного использования земель // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2020. №3 (23). С. 295-303.
12. Дудкина Т. А. Методологические основы проектирования структуры посевных площадей и систем севооборотов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №7. С.50-55.
13. Денисова А. В., Козлова Л. М., Жук С. Н. Агрофизические показатели почвы в полевых севооборотах // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. №2-2. С.301-304.
14. Селявкин С. Н., Мараева О. Б., Лукин А. Л. Оценка биологического состояния почвы по микробиологической и ферментативной активности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. №2. С. 36-39.
15. Оценка ферментативной активности серых лесных почв в органических и традиционных агроценозах Предкамья Республики Татарстан / Т.Г. Кольцова, В.И. Кулагина, Л.М. Сунгатуллина, А.А. Андреева, Э.Х. Рупова // Российский журнал прикладной экологии. 2022. №3 (31). С. 34-42
16. Якутин М. В., Андриевский В. С., Анопченко Л. Ю. Почвенно-биологические методы в мониторинге процессов олуговения приозерных экосистем Хакасии // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2022. №. 4. С. 291-297.
17. Методы оценки и прогноза агрофизического состояния почв : учебное пособие / Е.В. Шейн и др. Владимир: ГНУ Владимир. НИИСХ, 2009. 106 с.
18. Привалова Н. М. Определение фитотоксичности методом // Успехи современного естествознания. 2006. № 10. С. 45-48.
19. Бабенко А. С., Булатова У. А., Нужных С. А. Методы учета почвенных беспозвоночных. Томск: Изд-во Томского ун-та. 2010. 55 с.

Сведения об авторах:

Сабирова Разина Мавлетгараевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: razi-na.sabirova.1975@mail.ru

Вафин Ильшат Хафизович – ассистент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru

Абрамова Арина Алексеевна – аспирант кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: abramova92a@yandex.ru

Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: radik-saf2@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF SOIL CONDITION AFTER VARIOUS CROPS

R. M. Sabirova, I. Kh. Vafin, A. A. Abramova, R. I. Safin

Abstract. The paper presents an assessment of the state of the soil after harvesting crops (cereals, legumes, technical, perennial grasses) on the experimental fields of the Agrobiotechnopark of Kazan State Agrarian University in industrial crops. The studies were carried out in 2022, which was characterized by significant differences in moisture conditions during the growing season of plants (the first half of the growing season is wet, the second half is dry). All plots were located on highly cultivated, gray forest, medium loamy soil. A comprehensive assessment of soils was carried out using the methods of agrophysical studies of soils and methods of soil biology. To assess the state of soil biology, the number of microorganisms, Protozoa and nematodes was taken into account. Simultaneously, the phytotoxicity of soils for model plants was determined. Analysis of the accumulation of available water in the soil and the share of agronomically valuable aggregates showed that the maximum values were after mustard. After this crop, there was a decrease in the density of soil composition. The deterioration of the agrophysical properties of the soil was noted after spring crops. A pronounced phytotoxic effect of soil extracts after spring barley, peas and potatoes was established in relation to lettuce test plants. A similar effect on the wheat test plant was noted after potatoes. Improvement in agrophysical properties, low phytotoxicity and suppression of the development of *Fusarium* fungi among the studied crops, the advantage was noted for Sarepta mustard. After peas, an increase in the number of *Azotobacter* bacteria in the soil was noted, and after winter wheat, an increase in the number of ciliates in the soil was noted. The results obtained confirmed the differences in the state of soils after various crops, which must be taken into account when selecting predecessors in crop rotation.

Key words: agriculture, crops, soil assessment, agrophysical properties, soil biology, predecessors.

References

1. Malysheva E. S., Kostin I. G., Khizhnyak R. M. Dynamics of agrochemical indicators of fertility in arable chernozems of the forest-steppe zone of the Central Chernozem region of Russia. 2022. №3. pp.246-249.
2. Zinchenko M. K. The system of biological indicators in assessing the ecological state of gray forest soil on the example of a stationary experiment // Vladimirsky Zemledelets. 2022. №1. pp. 9-15.
3. Application of indicators of enzymatic activity in assessing the state of soils under agricultural land / E.V. Dadenko, M. Prudnikova, K.Sh. Kazeev, S.I. Kolesnikov // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. No. 3-4. S.1274-1277.
4. Eremin D. I., Kayugina S. M. Agrophysical properties of dark gray forest soils of the Northern Trans-Urals // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2022. No. 2 (42). S.3-10.
5. Schmidt A. G., AksenoVA Yu. V. Influence of economic activity of land users on the state of soil fertility of agricultural land in the southern forest-steppe of the Omsk region // Vestnik OmGAU. 2022. No. 1 (45). S.64-74.
6. Rubtsova A. A., Larionov Yu. S. Evaluation of the information content of soil fertility indicators. 2021. №1. pp.240-246.
7. Comparative characteristics of the fertility of gray forest and dark gray forest soils on the example of SPK "Zvyaginki" / L.E. Tuchkova, I.A. Verkhovets, E.S. Chuvashv, I.M. Tikhoikina // Bulletin of rural development and social policy. 2019. No. 4 (24). pp. 33-35.
8. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated July 6, 2017 No. 325 "On Approval of the Methodology for Calculating the Soil Fertility Index in a Subject of the Russian Federation".
9. Abdusalomova R. R., Balamirzoeva Z. M. Methods of complex assessment of soil fertility of agricultural lands. Vestnik SPI. 2022. No. 1 (41). pp.7-14.
10. Nazarko M. D., Lobanov V. G. Comprehensive ecological assessment of the state of cultivated soils of different types of use. Izvestiya vuzov. Food technology. 2005. No. 5-6. pp.109-111.
11. Kozlova L. M., Popov F. A., Noskova E. N. Crop rotation as the main factor of adaptive landscape land use // Bulletin of the Mari State University. Series "Agricultural sciences. Economic Sciences. 2020. No. 3 (23). pp. 295-303.
12. Dudkina T. A. Methodological bases for designing the structure of sown areas and crop rotation systems // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2018. No. 7. S.50-55.
13. Denisova A. V., Kozlova L. M., Zhuk S. N. Agrophysical indicators of soil in field crop rotations. Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. No. 2-2. pp.301-304.
14. Selyavkin S. N., Maraeva O. B., Lukin A. L. Evaluation of the biological state of the soil by microbiological and enzymatic activity // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2015. №2. pp. 36–39.
15. Evaluation of the enzymatic activity of gray forest soils in organic and traditional agroecosystems of the Fore-Kama region of the Republic of Tatarstan / T.G. Koltsova, V.I. Kulagina, L.M. Sungatullina, A.A. Andreeva, E.Kh. Rupova // Russian Journal of Applied Ecology. 2022. No. 3 (31). pp. 34-42
16. Yakutin M. V., Andrievsky V. S., Anopchenko L. Yu. Soil-biological methods in monitoring the processes of meadow growing in lakeside ecosystems of Khakassia // Interexpo Geo-Siberia. 2022. no. 4. S. 291-297.
17. Methods for assessing and predicting the agrophysical state of soils: textbook / E.V. Shein and others. Vladimir: GNU Vladimir. NIISH, 2009. 106 p.
18. Privalova N.M. Determination of phytotoxicity by the method // Successes of modern natural science.2006. No. 10. S. 45-48.
19. Babenko A. S., Bulatova U. A., Nuzhnykh S. A. Methods for accounting soil invertebrates. Tomsk: Publishing House of Tomsk University. 2010. 55 p.

Authors:

Sabirova Razina Mavletgaraevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: razina.sabirova.1975@mail.ru

Vafin Ilshat Khafizovich - Assistant, e-mail: zemledelikazgau@mail.ru

Abramova Arina Alekseevna – postgraduate student, e-mail: abramova92a@yandex.ru

Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of Department, e-mail: radiksaf2@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОРОШАЕМОЙ КОРМОВОЙ КУКУРУЗЫ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

И. Ф. Яхин, Р. Х. Габитов, М. М. Хисматуллин, Н. В. Трофимов

Реферат. Кукуруза в лесостепной зоне Российской Федерации, куда входит и Республика Татарстан, является основной кормовой культурой, урожайность которой напрямую зависит от влагообеспеченности конкретного вегетационного периода и фона питания. Вышеотмеченные ограничивающие факторы повышения продуктивности кормовой кукурузы легко поддаются регулированию, изложенными в данной работе агротехническими приемами. Результаты исследований показали высокую эффективность орошения и внесения расчетных норм удобрений в сочетании с некорневой подкормкой растений Изагри Форс 6 л/га в фазе 4-6 пар настоящих листьев кукурузы. При этом плотность стеблестоя возросла от 51,1 тыс. шт/га на контроле до 59,5 тыс. шт/га на варианте NPK на 60 т/га + Изагри Форс 6л/га. Более того, на варианте внесения минеральных удобрений с расчетом на получение 60 т/га зеленой массы урожайность гибрида Нур составила 61,4 т/га, а гибрида Росс 140 - 64,1 т/га, что выше контроля на 66,8 и 67,8% соответственно. Дополнительная внекорневая подкормка Изагри Форс с содержанием легкоусвояемых аминокислот и комплекс хелатных форм микроудобрений, обеспечивающих дополнительное получение с каждого гектара пашни, 1,3 зеленой массы изучаемых гибридов кукурузы Нур и Росс 140. Для формирования густого высокорослого агроценоза гибридов кукурузы Нур и Росс 140, с валовым сбором зеленой массы на початке в молочно-восковой спелости на уровне 60-65 т/га необходимо внести расчетные нормы удобрений на планируемую урожайность 60 т/га в сочетании с некорневой подкормкой Изагри Форс в фазе, 4-6 пар настоящих листьев 6л/га + 300л/га H₂O.

Ключевые слова: кукуруза, минеральные удобрения, влагообеспеченность, орошение, полевая всхожесть, плотность стеблестоя, биомасса, урожайность.

Введение. В настольной книге ученых-кукурузоводов «Кукуруза в Татарстане» Ш.К. Шакирова, О.Л. Шайтанова, Ф.С. Гибадуллина и др. (2019), особо подчеркивается, что по посевным площадям и урожайности кукуруза занимает первое место среди всех сельскохозяйственных культур.

Поскольку она является универсальной культурой, пригодной для питания населения и кормления скота. Кукуруза обладает высокими потенциальными способностями, зафиксированная в Херсонской области Украины, рекордная урожайность зеленой массы составила 1976 т/га, а на зерно - 19,6 т/га [1, 2, 3]. У этой культуры практически нет опасных вредителей и значимых болезней позволяющие получать экологически безопасную продукцию. Уничтожение сорной растительности послеуборочным боронованием и междурядными обработками полностью исключает гербицидную прополку сорняков, что снижает химическую нагрузку на окружающую среду.

В результате получения высоких урожаев зеленой массы кукуруза повышает продуктивность кормового и прифермских севооборотов [4, 5, 6].

Вместе с этим, Ю.В. Сотченко (2017), Р.М. Ганиева (2021), М.Ю. Михайлова (2021) убеждены в том, что для реализации потенциальных возможностей необходимо создать оптимальные условия роста и развития этой уникальной культуры, включая водный и питательный режимы почвы.

Цель – сравнительная оценка реакции двух районированных гибридов кукурузы на внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайности 40, 50, 60 т/га

зеленой массы как в отдельности, как и в сочетании с некорневой подкормкой растений Изагри Форс 6 л/га в фазе 4-6 пар настоящих листьев.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние расчетных норм NPK на полевую всхожесть и сохранность растений кукурузы уборке;

- определить плотность стеблестоя в зависимости от совместного применения расчетных норм азотно-фосфорных, калийных удобрений и некорневой подкормки растений орошаемой кукурузы;

- установить влияние NPK и Изагри Форс на урожайность зеленой массы на орошаемых гибридах Нур и Росс 140.

Условия, материалы и методы. Двухфакторный полевой опыт в последние два года проводился на орошаемых полях ООО АО «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан.

Агрохимическая характеристика опытного участка соответствовала серым лесным почвам: содержание гумуса составила - 3,5% по Тюрину, подвижного фосфора - 121 и обменного калия - 162 мг/кг почвы по Кирсанову.

Повторность опыта 4-х кратная, размещение делянок – систематическое, технология возделывания кукурузы была общепринятой (осеннее дискование + плоскорезная обработка на глубину 24 см, закрытие влаги, внесение расчетных норм минеральных удобрений, предпосевная культивация, посев с прикатыванием 18 мая. Норма высева составила 85 тыс. шт./га всхожих семян гибридов кукурузы Нур и Росс 140.

АГРОНОМИЯ

Учеты, анализы и фенологические наблюдения проводились по методике ВНИИ кормов им В.Р. Вильямса [7]. Условия вегетационного периода 2022 г коренным образом отличались от среднеголетних показателей (табл. 1).

Таблица 1 - Метеоданные за вегетационный период 2022 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт., мм	норма, мм	%
Май	12,46			35,4		
	9,52			37,1		
	10,07			5,9		
	+10,68	+14,0	-3,32	78,4	38	206,3
Июнь	18,6			9,9		
	18,88			4,0		
	18,19			5,4		
	+18,56	+18,3	+0,26	19,3	57	33,9
Июль	20,61			2,4		
	21,73			58,05		
	21,63			1,16		
	+21,32	+20,5	+0,82	61,61	62	99,4
Август	23,17			0		
	20,67			0		
	23,66			0		
	+22,5	+18,3	+4,2	0,0	55	0
Сентябрь	11,48			2,32		
	12,68			9,28		
	10,9			48,72		
	+11,69	+12,3	-0,61	60,32	50	120,6

Таблица 2 - Влияние расчетных норм минеральных удобрений и Изагри Форс на полевую всхожесть и сохранность кукурузы к уборке

Фактор А (гибриды кукурузы)	Фактор В (макро- и макроэлементы)	Кол-во всходов, тыс. шт./га	Полевая всхожесть, %	Плотность стебле-стоя, тыс. шт./га	Сохранность растений, в % к всходам
Нур	Контроль (без удобрений)	72,3	85,0	51,1	70,7
	N138P46K184 на 40 т/га биомассы	72,4	85,2	52,7	72,8
	НРК на 40 т/га + Изагри Форс 6 л/га	72,3	85,0	53,7	74,3
	N172P57K184 на 50 т/га биомассы	72,3	85,1	55,3	76,5
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	72,6	85,4	55,7	78,1
	N207P69K255 на 60 т/га биомассы	72,4	85,2	56,0	77,4
	НРК на 60 т/га + Изагри Форс 6 л/га	72,6	85,4	56,8	78,2
Росс 140	Контроль (без удобрений)	73,8	86,0	54,2	73,4
	N138P46K184 на 40 т/га биомассы	73,8	86,8	54,5	73,8
	НРК на 40 т/га + Изагри Форс 6 л/га	73,9	86,9	55,9	75,6
	N172P57K184 на 50 т/га биомассы	73,7	86,7	55,1	84,7
	НРК на 50 т/га + Изагри Форс 6 л/га	73,5	86,5	57,9	78,8
	N207P69K255 на 60 т/га биомассы	74,0	87,0	55,9	75,5
	НРК на 60 т/га + Изагри Форс 6 л/га	74,0	87,0	59,5	80,4

В мае выпало осадков в 2 раза больше нормы (78,4 мм). Июль был засушливым (33,9% от нормы) и жарким (+0,26 °С к норме), что потребовало проведение полива с нормой расхода воды 350 м²/га. Июль отличался от среднеголетних показателей высокими

термическими ресурсами и достаточной увлажненностью, тогда как в августе агрономические осадки отсутствовали полностью, а среднесуточная температура воздуха превышала норму на +4,2 °С.

Для устранения критической ситуации в августе, в период интенсивного формирования биомассы и початков кукурузы были проведены два полива с увеличенной нормой расхода воды: 400-450 м³/га.

Результаты и обсуждение. Как было отмечено выше норма высева изучаемых гибридов составляла 85 тыс. шт./га всхожих семян. Из них через 10 суток полноценные всходы дали от 85-87% (табл. 2).

Диапазон всходов в количественном выражении в зависимости от фонов питания гибрида Нур составил от 72,3 на контроле до 72,6 тыс. шт./га на варианте NPK на 60 т/га

биомассы + Изагри Форс 6 л/га в фазе 4-6 пар настоящих листьев кукурузы. Такая же минимальная разница в количестве всходов была и у гибрида Росс 140 – всего 200 шт./га.

То есть, фон питания на полевую всхожесть оказывают минимальное влияние, так как в самом семени природой заложено энергетические запасы для ее прорастания [7, 8, 9], что доказывается при сравнении двух изучаемых гибридов.

Так, разница в количестве всходов в пользу гибрида Росс 140 на контроле составила 1600 шт./га по сравнению с гибридов Нур местной селекции, хотя улучшение фонов питания за счет внесения NPK с расчетом получения 60т/га биомассы и некорневой подкормки Изагри Форс 6 л/га сокращает данную разницу до 1200 шт./га. Содержание действующих веществ Изагри Форс в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание действующих веществ, % объёмные, не менее

Комплекс рост			Комплекс питание		
Сера	SO ₃	15,2%	Азот общий	N	6,9%
Аминокислоты в биоактивной L-форме		15,0%	Аминокислоты		2,0%
Янтарная кислота		1,0%	Калий	K ₂ O	3,58%
Медь*	Cu*	3,76%	Молибден	Mo	0,67 %
Цинк*	Zn*	3,36%	Бор	B	0,57%
Магний	MgO	2,37 %	Фосфор	P ₂ O ₅	0,55%
Железо*	Fe*	0,54%	Хром	Cr	0,12%
Марганец*	Mn*	0,37%	Ванадий	V	0,09%
Кобальт*	Co*	0,23%	Селен	Se	0,02%
Литий	Li	0,06%			
Никель	Ni	0,02%			

Независимо от фонов питания и биологических особенностей изучаемых гибридов выпад растений в течение вегетационного периода был весьма высоким: от 19,6 тыс. шт./га у гибрида Росс 140 до 21,6 тыс. шт./га у гибрида Нур. Столь резкое снижение плотности стеблестоя кукурузы объясняется следующими причинами:

- кукурузный агроценоз обладает высокой способностью саморегулирования и излишние растения вытесняются из состава травостоя [8, 9, 10];

- в условиях орошения создаются идеальные условия для роста и развития сорных растений (высокая влагообеспеченность и достаточное количество элементов питания) и для их уничтожения обязательно требуется провести послеуборочное боронование и хотя бы одну междурядную обработку. Эти технологические приемы попутно решают вопросы уничтожения почвенных капилляров (в народе боронование посевов неслучайно называют

сухим поливом) и снижает плотность сложения почвы. Но каждая обработка уничтожает минимум 5-6 % растений кукурузы;

- в условиях орошения между массой корневой системы и надземной частью кукурузы к концу вегетационного периода возникает дисбаланс и часть растений при сильном ветре падает с корнем, как деревья при ураганном ветре, что также является причиной изреживания стеблестоя.

Несмотря на вышеотмеченные объективные причины, создание оптимальных условий питательного режима кукурузы существенно увеличивает сохранность растений к уборке как в процентном, так и в количественном выражении. Например, плотность стеблестоя гибрида Нур на фоне питания NPK на 60 т/га биомассы + Изагри Форс 6л/га составила 56,8 тыс. шт./га против 51,1 тыс. шт./га на варианте без применения агрохимикатов (прибавка 5,7 тыс. шт./га или 7,5% к контролю).

В тех же почвенно-климатических условиях выживаемость гибридной кукурузы Росс 140 была значительно выше по сравнению с гибридом Нур: 54,2 тыс. шт./га на контроле и на последнем варианте опыта 59,5 тыс. шт./га против 51,1 и 56,8 тыс. шт./га у гибрида Нур соответственно.

Таким образом, на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке оказывает влияние 2 фактора: биологические особенности гибридов кукурузы и фоны их питания, которые легко можно регулировать в нужную нам сторону.

Формирование плотного высокорослого кукурузного агроценоза с крупными двумя

початками на каждом растении в сочетании с идеальным почвенно-климатическими условиями вегетационного периода 2022 г. обеспечили получение рекордно высокой урожайности биомассы орошаемой кукурузы (рисунок 1, 2, табл. 5).

Результаты учета урожайности зеленой массы показывают весьма высокую эффективность внесения расчетных норм минеральных удобрений. Так под их действием урожайность гибрида Нур на орошении повышается на 66,8% на варианте NPK 60 т/га (прибавка к контролю составляет 24,6 т/га). Еще более высокие результаты обеспечивает гибрид Росс 140: 67,8 и 25,9 т/га соответственно.



Рис. 1 - Высота гибридной орошаемой кукурузы Росс 140 перед уборкой



Рис. 2 - Початки перед уборкой гибридной орошаемой кукурузы Нур

Отдельного анализа требует эффективность некорневой подкормки кукурузы Изагри Форс 6 л/га + 300 л/га H₂O в фазе 4-6 пар настоящих листьев, поскольку на всех вариантах прибавка урожайности зеленой массы была постоянно выше наименьшей существенной разницы. Например, внесение NPK с расчетом получения 50 т/га биомассы орошаемой гибридной кукурузы Нур в погодноклиматических условиях 2022 г стало основой формирования 52,8 т/га зеленой массы. В тех же условиях дополнительная некорневая

подкормка Изагри Форс 6л/га повышала урожайность этого гибрида до 56,2 т/га, прибавка 2,4 т/га при НСР05 2,2 т/га. Особенно отзывчивым на некорневую подкормку Изагри Форс оказался гибрид кукурузы Росс 140 – прибавка урожайности на таких же фонах питания составила 2,9 т/га зеленой массы с початками молочно-восковой спелости [11, 12].

Выводы. В целях формирования плотного высокорослого агроценоза гибридов кукурузы Нур и Росс 140, с валовым сбором зеленой массы с початками

в молочно-восковой спелости на уровне 60-65 т/га необходимо вносить расчетные нормы минеральных удобрений на планируемую урожайность 60 т/га в сочетании с некорневой подкормкой Изагри Форс в фазе, 4-6 пар настоящих листьев 6 л/га + 300 л/га H₂O.

Литература

1. Таланов И. П., Михайлова М. Ю. Влияние расчетных норм минеральных удобрений на формирование зеленой массы гибридов кукурузы в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 1(35). С. 137-140.
2. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К., Казеева Н. А. Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 107-111.
3. Ганиева Р. М. Теоретические основы и практические приемы устройства земельного поля орошения (на примере СХПК им. Вахитова Кукморского муниципального района Республики Татарстан) // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 26 марта 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 46-52.
4. Эффективность применения различных биологических препаратов при силосовании кукурузы / Ф.Р. Вафин, И.Т. Бикчантаев, Ш.К. Шакиров, Н.А. Балакирев // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 10. С. 77-83.
5. Сотченко Ю. В. Промежуточные итоги испытаний перспективных селекционных образцов кукурузы для условий Республики Татарстан, 2012-14 гг / Ю.В. Сотченко, В.С. Сотченко, О.Л. Шайтанов, М.И. Хуснуллин // Нива Татарстана. 2017. № 1-2. С. 33-36.
6. Заключительное звено селекции кукурузы для северных районов возделывания / Ю. В. Сотченко, Е. Ф. Сотченко, О. Л. Шайтанов, М. И. Хуснуллин // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 11. С. 49-53.
7. Сафиоллин Ф. Н., Хисматуллин М. М., Хисматуллин М. М. Цифровые технологии в орошаемом земледелии // Профессия бухгалтера - важнейший инструмент эффективного управления сельскохозяйственным производством: Сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора В.П. Петрова, Казань, 15-16 марта 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 766-776.
8. Шайтанов О. Л., Тагиров М. Ш., Каримов Х. З. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 4(51). С. 96-102.
9. Михайлова М. Ю. Роль листовых подкормок в формировании зеленой массы кукурузы // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 153-159.
10. Таланов И. П., Михайлова М. Ю., Каримова Л. З. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесения расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 123-127.
11. Михайлова М. Ю., Маркова М. М. Особенности потребления макроэлементов кукурузой на черноземе обыкновенном при внесении минеральных удобрений // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 304-308.
12. Чекмарев П. А., Фомин В. Н., Турнин С. Д. Влияние сорта и удобрений на урожайность кукурузы при возделывании на зерно // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 9. С. 22-24.

Сведения об авторах:

Яхин Ильдар Фаритович - аспирант, email: ildarsuper97@bk.ru
 Габитов Ранис Харисович - соискатель, e-mail: RanisGabitov@tatar.ru
 Хисматуллин Марс Мансурович - д.с-х.н, email: rezi-almet@yandex.ru
 Трофимов Николай Валерьевич - к.с-х.н, доцент, email: nik.trofimow@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

EFFECT OF CALCULATED MINERAL FERTILIZER RATES ON THE YIELD OF IRRIGATED FODDER MAIZE GREY FOREST SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

I. F. Yakhin, R. Kh. Gabitov, M. M. Khismatullin, N. V. Trofimov

Abstract. Corn in the forest-steppe zone of the Russian Federation, which includes the Republic of Tatarstan, is the main fodder crop, the yield of which directly depends on the moisture content of a particular growing season and the nutritional background. The above-mentioned limiting factors for increasing the productivity of fodder corn can be easily controlled by the agrotechnical methods described in this paper. The results of the research showed the high efficiency of irrigation and the introduction of calculated fertilizer rates in combination with foliar feeding of the Isagri Force plant 6 l / ha in the phase of 4-6 pairs of true corn leaves. At the same time, the stem density increased from 51.1 thousand pcs/ha in the control to 59.5 thousand pcs/ha in the NPK variant by 60 t/ha + Isagri Force 6l/ha. Moreover, in the variant of applying mineral fertilizers with the expectation of obtaining 60 t/ha of green mass, the yield of green mass of the Nur hybrid was 61.4 t/ha, and the VNIИ hybrids 64.1 t/ha, which is higher than the control by 66.8 and 67.8% respectively. Additional foliar top dressing Izagri Force with the content of easily digestible amino acids and a complex of chelate forms of microfertilizers providing additional production from each hectare of 1.3 green mass of the studied Nur and Ross 140 corn hybrids.

Key words: corn, mineral fertilizers, moisture supply, irrigation, field germination, stem density, biomass, yield.

References

1. Talanov I. P., Mikhailova M. Yu. Influence of calculated norms of mineral fertilizers on the formation of green mass of corn hybrids in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2015. V. 10. No. 1(35). pp. 137-140.
2. Krupin E. O., Shakirov Sh. K., Kazeeva N. A. Trends in energy and protein nutritional value of corn silage in the Republic of Tatarstan. N.E. Bauman. 2021. V. 246. No. 2. S. 107-111.
3. Ganieva R. M. Theoretical foundations and practical methods for arranging an agricultural irrigation field (on the example of the Vakhitov SHPK of the Kukmorsky municipal district of the Republic of Tatarstan) // *Student science - agricultural production: Materials of the 79th student (regional) scientific conference, Kazan, March 26 2021. Volume 1. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. S. 46-52.*
4. The effectiveness of the use of various biological preparations in the ensiling of corn / F.R. Vafin, I.T. Bikchantaev, Sh.K. Shakirov, N.A. Balakirev // *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*. 2018. No. 10. S. 77-83.
5. Sotchenko Yu. V. Intermediate results of testing promising breeding samples of corn for the conditions of the Republic of Tatarstan, 2012-14 / Yu.V. Sotchenko, V.S. Sotchenko, O.L. Shaitanov, M.I. Khusnullin // *Niva of Tatarstan*. 2017. No. 1-2. pp. 33-36.
6. The final link of maize breeding for the northern regions of cultivation / Yu. T. 30. No. 11. S. 49-53.
7. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Khismatullin M. M. Digital technologies in irrigated agriculture // *The profession of an accountant is the most important tool for effective management of agricultural production: Collection of scientific papers based on the materials of the X International scientific and practical conference dedicated to memory professor V.P. Petrov, Kazan, March 15–16, 2022. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022, pp. 766-776.*
8. Shaitanov O. L., Tagirov M. Sh., Karimov Kh. Z. Results of environmental testing of new maize hybrids in extreme conditions in 2017 // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2018.T. 13. No. 4(51). S. 96 102.
9. Mikhailova M. Yu. The role of foliar feeding in the formation of green mass of corn // *Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Kazan State Agrarian University, Kazan, March 17 2021. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 153-159.*
10. Talanov I. P., Mikhailova M. Yu., Karimova L. Z. Responsiveness of corn hybrids to the application of calculated doses of mineral fertilizers in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2015.T. 10. No. 2(36). pp. 123-127.
11. Mikhailova M. Yu., Markova M. M. Features of consumption of macronutrients by corn on ordinary chernozem when mineral fertilizers are applied // *Modern achievements of agrarian science: Scientific works of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the memory of the honored worker of science and technology of the Russian Federation, professor, academician of the Academy of Agricultural Education, laureate of the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology, Honored Inventor of the USSR Gainanov Khazip Sabirovich, Kazan, February 26, 2021. Volume 1. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. P. 304-308.*
12. Chekmarev P. A., Fomin V. N., Turnin S. D. Influence of varieties and fertilizers on the yield of corn when cultivated for grain. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2017. V. 31. No. 9. S. 22-24.

Authors:

Yakhin Ildar Faritovich – post-graduate student, email: ildarsuper97@bk.ru
 Gabitov Ranis Kharisovich – applicant, e-mail: RanisGabitov@tatar.ru
 Khismatullin Mars Mansurovich – Doctor of Agricultural Sciences, email: rezi-almet@yandex.ru
 Trofimov Nikolay Valerievich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, email: nik.trofimow@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИЗОЛЯТОВ ВИРУСА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ ПО ГЕНЕТИЧЕСКОМУ МАРКЕРУ EP402R

А. К. Сибгатуллова, А. И. Даминова, С. В. Тюлькин

Реферат. В последнее время большой интерес представляет проблема конвергентной эволюции возбудителей (вирусы, бактерии) и макроорганизма. В свою очередь, изучение эволюционной изменчивости, с точки зрения вироцентрической модели эволюции, может стать дополнительным звеном в определении направления эволюции жизни в целом. Дальнейшее изучение генетической вариабельности генов вируса АЧС и определение корреляции между свойствами вируса, территориальной принадлежностью и сроками персистенции позволят получить молекулярно - эпизоотологическую картину распространения заболевания на территории Российской Федерации. Маркерный ген EP402R, кодирующий белок CD2v, как известно, обуславливает гемадсорбирующие свойства вируса АЧС, участвует в клеточной адгезии, а также связан с вирулентностью и модуляцией иммунного ответа. С целью обнаружения изменений в маркерном гене EP402R вируса АЧС нами была произведена выборка из двадцати двух изолятов выделенных в Российской Федерации с 2017 по 2018 гг. ДНК вируса АЧС была выделена из всех выбранных изолятов и проведена ПЦР гена EP402R вируса АЧС с последующей экстракцией полученных нуклеиновых кислот из агарозного геля. Выравнивание последовательностей выполнялось с использованием программы «Bioedit» и алгоритма «ClustalW». Секвенирование нуклеотидных последовательностей проводилось с применением специфических праймеров для фрагмента гена EP402R вируса АЧС. В ходе нашей работы было установлено, что изоляты выделенные от домашних свиней и диких кабанов не содержали генетических изменений по гену EP402R. Эта область генома оказалась идентичной исходному полногеномному референс-штамму «Georgia 2007/1».

Ключевые слова: африканская чума свиней, ген EP402R, изоляты, штаммы, домашние свиньи, дикие кабаны, маркерный ген.

Введение. Африканская чума свиней (АЧС) – это геморрагическая болезнь домашних свиней и диких кабанов (Suidae). Вирус АЧС представляет собой крупный икосаэдрический, двухцепочечный ДНК вирус, содержащий 170-190 тыс. п.н. в зависимости от штамма [1, 2].

Высокая смертность среди домашних свиней приводит к серьезным экономическим потерям в свиноводстве [3].

Домашние свиньи и европейские дикие кабаны высоко восприимчивы к заболеванию и при первичном ее попадании в их популяцию отмечают, как правило, острую и подострую формы болезни, с высокой летальностью, достигающей 100% [4]. Контроль вируса АЧС органичен применением диагностических тестов и противоэпизоотическими мероприятиями в связи с отсутствием безопасных и эффективных средств защиты животных от этой болезни [5, 6].

На сегодняшний день известно, что вирус АЧС имеет 24 генотипа [7]. На данный момент на территории Российской Федерации циркулирует вирус АЧС, относящийся ко II генотипу и 8 сероиммунотипу [4].

Изучение различных штаммов и изолятов относящихся к различным генотипам вируса АЧС с применением филогенетического анализа и молекулярно-генетического анализа близких по структуре генов в дальнейшем позволит изучить связи между вирусами и их распространением в пространстве и времени [8]. Изучение молекулярно-генетических характеристик позволит лучше изучить и контролировать процессы генетической изменчивости и разнообразия вируса

АЧС и подобрать изоляты и штаммы, которые могли быть использованы при разработке вакцин [9].

Цель исследования – провести анализ нуклеотидных последовательностей отечественных изолятов вируса африканской чумы свиней по гену EP402R.

Условия, материалы и методы. Исследование осуществлялось на базе ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии». Объектами исследования являлись 20 отечественных изолятов вируса АЧС выделенных на территории Российской Федерации в 2017 г. Материалом для выделения ДНК вируса АЧС были использованы селезенка, лимфоузлы и костный мозг. Подтверждали наличие генома вируса АЧС в образцах с помощью ПЦР в режиме реального времени. Для выделения ДНК из патматериала использовали набор «ДНК-сорб» (Интерлабсервис, Россия), согласно инструкции производителя. Геном вируса АЧС выявляли методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР РВ) на амплификаторе CFX96 (BioRad, США) с помощью праймеров и зонда [10]. Оптимальный температурный режим и количество циклов для прибора «CFX 96» составлял: 3 мин денатурации при температуре 94°C; отжиг праймеров при 53°C – 30 сек, элонгация при 72°C – 45 сек. (40 циклов).

Анализ продуктов амплификации осуществляли методом электрофореза в 1,5 % агарозном геле, содержащим интеркалирующий краситель бромистый этидий с последующим учетом на ChemiDoc MP («BioRadLaboratories», США). Электрофорез

проводили при силе тока 50 мА и напряжении 150 В течение 40 минут. ДНК визуализировали на документирующей системе «ChemiDoc MP» («Bio-RadLaboratories», США) в ультрафиолетовом свете с длиной волны 254 нм.

Выделение нуклеиновых кислот из геля, в дальнейшем используемых для постановки ПЦР, секвенирования и рестрикции, проводили согласно методике производителя набора «Cleanup – standard» («Евроген», Россия). Сиквенсовая реакция фрагментов была осуществлена при помощи компонентов «BigDye X Terminator v.3.1.» («AppliedBiosystems», США) в соответствии с инструкцией производителя. Постановку реакции проводили с использованием специфических для определенного фрагмента генома праймеров:

EP402R(ga4124F)-
(5'CTGAATCTAATGAAGAAGA3');
EP402R(ga4698R)-
(5'AAGTCTTTGTAGGTTTTTCGTT) [11].

Анализ нуклеотидных последовательностей гена B602L вируса АЧС проводили в автоматическом секвенаторе «GeneticAnalyzer 3130» («AppliedBiosystems», США) согласно рекомендациям изготовителя.

Сборку и выравнивание полученных нуклеотидных последовательностей фрагментов гена EP402R изолятов вируса АЧС осуществляли с использованием компьютерной программы «BioEdit v.7» [12].

Далее осуществляли сравнение полученных нуклеотидных последовательностей с последовательностями гена EP402R вируса АЧС взятых из базы данных «GenBank» с использованием программы «BLASTN» (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) [13].

Результаты и обсуждение. Маркерный ген EP402R участвует в кодировании вирусного трансмембранного белка CD2v, обладающий структурным и функциональным сходством с мембранным антигеном лимфоцитов CD2, который принимает участие в адгезии клеток и модуляции иммунного ответа [14]. Ген EP402R транскрибируется в инфицированных вирусом клетках свинных макрофагов и культуре клеток Vero в поздние сроки инфекционного цикла.

Известно, что CD2v отвечает за способность к гемадсорбции вируса АЧС, а возникающие делеции в этом гене снижает число эритроцитов, вокруг инфекционной клетки [15].

Принимая участие в клеточной адгезии CD2v способствует повышению вирулентности и модуляции иммунного ответа.

В экспериментах на животных была продемонстрирована его ведущая роль в патогенезе инфекции, тканевом тропизме, иммунном «уклонении» и усилении репликации вируса [16].

Удаление маркерного гена EP402R может привести к различным фенотипическим

результатам *in vivo* в зависимости от штамма вируса АЧС.

Однако возникающая делеция в гене EP402R приводит к полному ослаблению многих вирулентных штаммов у домашних свиней. Обнаруженная делеция этого гена у штамма MalawiLil-20/1 и CN/GS/2018 не привела к ослаблению вирулентности у свиней [17, 18, 19].

В своей работе А. Мазлум с соавт. использовали ген EP402R для изучения распространения вируса АЧСII генотипа среди изолятов циркулировавших в Российской Федерации [20].

Авторами было проведено сравнение нуклеотидных последовательностей пяти отечественных изолятов выделенных на территории РФ в 2014-2016 гг. и пяти польских изолятов взятых из международной базы GenBank. Штамм «Georgia 2007/1» использовали для сравнительного анализа т.к. он являлся родоначальным штаммом, давшим начало распространению вируса АЧС в странах Кавказа и Европы [20].

В результате проведенных исследований, были выявлены изменения в нуклеотидных последовательностях участка гена EP402R у польских и отечественных изолятов вируса АЧС. У изолята «Krasnodar 07/15» были обнаружены замены нуклеотидов с Т/А.

А у изолятов выделенных на территории Польши в ходе анализа были выявлены единичные замены Т/С в позиции 596 и дополнительный нуклеотид С в позиции 605 участка гена EP402R вируса АЧС. Польский изолят Case 42 не содержал замены Т/С.

С целью обнаружения изменений в маркерном гене EP402R вируса АЧС нами была произведена выборка из двадцати двух изолятов выделенных в 2017-2018 годах в трех Федеральных округах (Центральном, Приволжском, и Южном) РФ.

Среди двадцати двух выбранных отечественных изолятов 10 образцов было выделено от домашних свиней и 12 от диких кабанов (табл. 1).

Далее следующим этапом нашей работы являлось выделение ДНК вируса АЧС из всех отечественных изолятов и проведение ПЦР фрагментов генома вируса АЧС, содержащих ген EP402R.

Полученные нуклеотидные последовательности секвенировали с использованием специфических праймеров к маркерному гену EP402R и анализировали с применением программы «Bioedit» и алгоритма «ClustalW». Для сравнения нуклеотидных последовательностей гена EP402R восемнадцати отечественных изолятов был использован полногеномный референс-штамм «Georgia 2007/1» (FR682468.2), который впервые был обнаружен в 2007 году. Этот референтный штамм относится ко II генотипу и 8 серотипу.

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Таблица 1 – Изоляты вируса АЧС использованные в работе

п/п	Дата	Изолят	Место	Вид животного
1.	06.01.2017	Республика Крым	Советский р-н, с. Дмитровка, ГБУ "Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория"	домашняя свинья
2	02.02.2017	Саратовская область	Энгельсовский р-н, Кр. Партизан	домашняя свинья
3.	18.02.2017	Саратовская область	Романовский р-н, М. Карай	домашняя свинья
4.	20.02.2017	Орловская область	Мценский район, д. Хапово	дикий кабан
5	16.03.2017	Самарская область	Хворостянский р-н, с. Гремячка	домашняя свинья
6.	04.04.2017	Московская область	Раменский р-н, с. Константиновское	домашняя свинья
7.	05.04.2017	Московская область	Ленинский р-н, с.п. Молоковское	домашняя свинья
8.	05.06.2017	Волгоградская область	Среднеахтубинский, р-н, х. Бакалда	домашняя свинья
9.	01.08.2017	Белгородская область	г. Белгород, ООО «Муромский лес»	дикий кабан
10.	26.10.2017	Белгородская область	Прохоровский р-н, с. Ржавец	дикий кабан
11	27.10.2017	Белгородская область	Корочанский р-н, с. Соколовка	дикий кабан
12.	13.11.2017	Белгородская область	Шебекинский р-н, с. Шамино	дикий кабан
13.	17.11.2017	Белгородская область	Валуйский р-н,п. Нижние Мельницы	дикий кабан
14.	23.11.2017	Белгородская область	Корочанский р-н, с. Мазино	домашняя свинья
15.	28.11.2017	Белгородская область	Корочанский р-н, с. Мазикино 28/04/18	дикий кабан
16.	08.12.2017	Белгородская область	Шебекинский р-н, с. Зимовное х. Новая заря	дикий кабан
17.	08.12.2017	Белгородская область	Корочанский р-н, с. Ивица	дикий кабан
18.	04.04.2018	Белгородская область	Новооскольский р-н	дикий кабан
19.	10.04.2018	Саратовская область	Хвалынский р-н, с. Елшанка.	домашняя свинья
20.	12.04.2018	Республика Крым	Белогорский район, с. Межгорье	дикий кабан
21.	28.04.2018	Белгородская область	Щебекинский р-н, с. Батрацкая Дача	дикий кабан
22.	18.07.2018	Белгородская область	Щебекинский р-н, с. Булановка.	домашняя свинья

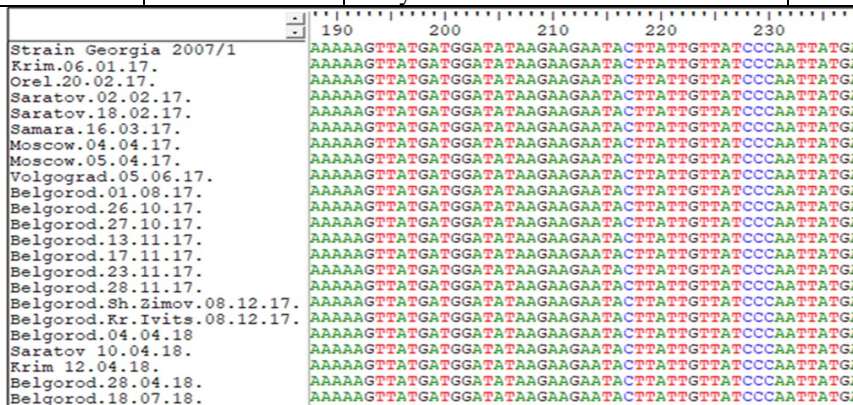


Рис. 1 – Выравненные фрагменты нуклеотидных последовательностей гена EP402R изолятов с 2017 по 2018 гг. вируса АЧС

Анализ нуклеотидных последовательностей представленных изолятов по фрагменту гена EP402R не выявил изменений по сравнению с референтным штаммом «Georgia2007/1» (FR682468.2) (рис. 1).

Таким образом, в результате проведенного нами исследования всего было проанализировано двадцать два отечественных изолятов вируса АЧС. Полученные нами данные в ходе анализа по маркерному гену EP402R позволяют утверждать о том, что изоляты циркулировавшие на территории России с 2017 по 2018 гг. не обладали генетической вариабельностью данного гена.

Выводы. Таким образом, исследования в данном направлении являются реальным шагом на пути к формированию системы

геномных маркеров, которые можно использовать для обнаружения и отслеживания эволюции возбудителя АЧС. Отечественные изоляты вируса АЧС циркулировавшие с 2017 по 2018 гг. в трех Федеральных округах (Центральном, Приволжском, и Южном) являются генетически стабильными по фрагменту маркерного гена EP402R.

Резюмируя вышесказанное, основными направлениями в области изучения биологии вирусов являются изучение функций отдельных генов, их роли во взаимодействии с клеткой-хозяином и влияние на эволюционную изменчивость, как самого вируса, так и восприимчивого организма.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-2000.2017.11 от 22.02.17.

Литература

1. Current status of African swine fever virus in a population of wild boar in Eastern Poland (2014–2015) / G. Wozniakowski, E. Kozak, A. Kowalczyk et al. // Arch. Virol. 2016. Vol. 161. P.189–195.DOI: 10.1007/s00705-015-2650-5.
2. Африканская чума свиней на территории Российской Федерации: экономические последствия / В.М. Гуленкин, И.М. Клиновицкая, О.Н. Петрова и др. // Ветеринария сегодня. 2017. №4. С. 23 – 27.
3. Груздев К. Н., Закутский Н. И., Диев В. И. Африканская чума свиней: современное состояние, эпидемиология и меры борьбы (аналитический обзор) // Ветеринарный врач. 2017. №5. С. 3-10.
4. ICTV Virus Taxonomy Profile: Asfarviridae / C. Alonso, M. Borca, L. Dixon et al. // J. Gen. Virol. 2018. Vol. 99, № 5. P. 613-614.
5. Макаров В.В. Африканская чума свиней / Макаров В. В. – М.: РУДН, 2011. 268 с.
6. Изотова О. Г., Горячева М. М. Африканская чума свиней как угроза отечественному свиноводству// Современные проблемы инновационного развития науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: ОМЕГА–САЙНС, 2017. С.274-276.
7. Mazur–Panasiuk, N. The first complete genomic sequences of African swine fever virus isolated in Poland / N. Mazur–Panasiuk, G. Woźniakowski, K. Niemczuk // Scientific Reports. 2019. Vol. 9. № 1. P. 4556.
8. Genetic characterization of African swine fever virus isolates from soft ticks at the wildlife/domestic interface in Mozambique and identification of a novel genotype / Quembo C.J., Jori F., Vosloo W. et al.// Transbound. Emerg.Dis. 2018.Vol. 65, № 2. P. 420-431.
9. Phylogeographic analysis of African swine fever virus, Western Europe, 2018 / M. Garigliany, Desmecht D., Tignon M. et al. // Emerg. Infect. Dis. 2019. Vol. 25, P. 184 –186.
10. Кудряшов Д.А., Бурмакина Г.С., Титов И.А. и др. Олигонуклеотидные праймеры и флюоресцентный зонд с внутренним газителем, комплементарные участку гена P30 (CP204L) вируса африканской чумы свиней, для использования в полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. МПК7С12Q 1/68 // Патент РФ № 2606253, 10.01.2017
11. African swine fever virus CD2v and C- type lectin gene loci mediate serological specificity / A. Malogolovkin, G. Burmakina, E.R. Tulman et al. // The J. Gen.Virol. 2015. Vol. 96, P. 866-873.
12. Hall T. A. BioEdit: a user–friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucleic Acids Symp. Ser. 1999. Vol. 41. P. 95 – 98. DOI:10.14601/Phytopathol_Mediterr-14998u1.29.
13. A greedy algorithm for aligning DNA sequences / Z. Zhang, S. Schwartz, L. Wagner et al. // Journal of Computational Biology. 2000. Vol. 7, P. 203-214.
14. An African swine fever virus gene with similarity to the T-lymphocyte surface antigen CD2 mediates hemadsorption / M.V. Borca, G.K. Kutish, C.L. Afonso et al. // Virology. 1994b. Vol. 199. P. 463-468.
15. Standardization of pathological investigations in the framework of experimental ASFV infections / I. Galindo-Cardiel, M. Ballester, D. Solanes et al. // J. Virus Res. 2013. P. 11.
16. The CD2v protein enhances African swine fever virus replication in the tick vector, Ornithodoroserraticus / R.J. Rowlands et al. // Virology. 2009. Vol. 393, № 2. P. 319-328.
17. BA71ΔCD2: A New Recombinant Live Attenuated African Swine Fever Virus with Cross-Protective Capabilities // P.L. Monteagudo, A. Lacasta, E. López et al. // J. Virol. 2017. Vol. 91. DOI: 10.1128/JVI.01058-17.
18. A Seven-Gene-Deleted African Swine Fever Virus Is Safe and Effective as a Live Attenuated Vaccine in Pigs / W. Chen, D. Zhao, X. He et al. // Sci. China Life Sci. 2020.Vol. 3. P. 623–634. DOI: 10.1007/s11427-020-1657-9.
19. Deletion of a CD2-Like Gene, 8-DR, from African Swine Fever Virus Affects Viral Infection in Domestic Swine / M.V. Borca, C. Carrillo, L. Zsak // Virol. 1998. Vol.72. P. 2881–2889. DOI: 10.1128/JVI.72.4.2881-2889.1998.
20. Вирус африканской чумы свиней: использование генетических маркеров при анализе путей его распространения / А. Мазлум, А.С. Иголкин, Н.Н. Власова и др. // Ветеринария сегодня. 2019. №3. С. 3-14.

Сведения об авторах:

Сибгатуллова Адыля Камилевна – ассистент, e-mail: sibgatullova92@mail.ru

Даминова Аниса Илдаровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: danis14@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

Тюлькин Сергей Владимирович – доктор биологических наук, старший научный сотрудник,

e-mail: tulsv@mail.ru

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

ANALYSIS OF THE DOMESTIC ISOLATES OF THE AFRICAN SWINE FEVER VIRUS BY THE EP402R GENETIC MARKER

A. K. Sibgatullova, A. I. Daminova, S. V. Tyulkin

Abstract. Recently, the problem of convergent evolution of pathogens (viruses, bacteria) and macroorganism has been of great interest. In turn, the study of evolutionary variability, from the point of view of the virocentric model of evolution, can become an additional link in determining the direction of the evolution of life as a whole. Further study of the genetic variability of the ASF virus genes and the determination of the correlation between the properties of the virus, territorial affiliation and duration of persistence will provide a molecular epizootological picture of the spread of the disease in the Russian Federation. The EP402R marker gene encoding the CD2v protein is known to determine the hemadsorbing properties of the ASF virus, is involved in cell adhesion, and is also associated with virulence and modulation of the immune response. In order to detect changes in the marker gene EP402R of the ASF virus, we made a sample of twenty-two isolates isolated in the Russian Federation from 2017 to 2018. DNA of the ASF virus was isolated from all selected isolates and PCR of the EP402R gene of the ASF virus was performed, followed by extraction of the resulting nucleic acids from agarose gel. Sequence alignment was performed using the Bioedit program and the ClustalW algorithm. Sequencing of nucleotide sequences was carried out using specific primers for the EP402R gene fragment of the ASF virus. In the course of our work, it was found that isolates isolated from domestic pigs and wild boars did not contain genetic changes in the EP402R gene. This region of the genome was found to be identical to the original genome-wide reference strain "Georgia 2007/1".

Key words: african swine fever, EP402R gene, isolates, strains, domestic pigs, wild boars, marker gene

References

1. Current status of African swine fever virus in a population of wild boar in Eastern Poland (2014–2015) / G. Wozniakowski, E. Kozak, A. Kowalczyk et al. // Arch. Virol. 2016. Vol. 161. P.189–195. DOI: 10.1007/s00705-015-2650-5.
2. African swine fever in the territory of the Russian Federation: economic consequences / V.M. Gulenkin, I.M. Klinovitskaya, O.N. Petrova and others // Veterinary science today. 2017. No. 4. pp. 23 - 27.
3. Gruzdev K. N., Zakutsky N. I., Diev V. I. African swine fever: current state, epizootology and control measures (analytical review) // Veterinary doctor. 2017. No. 5. pp. 3-10.
4. ICTV Virus Taxonomy Profile: Asfarviridae / C. Alonso, M. Borca, L. Dixon et al. // J. Gen. Virol. 2018 Vol. 99, No. 5.P. 613-614.
5. Makarov V.V. African swine fever / Makarov V.V. - M.: RUDN, 2011. 268 p.
6. Izotova O. G., Goryacheva M. M. African swine fever as a threat to domestic pig breeding // Modern problems of innovative development of science. Collection of articles of the International scientific-practical conference. - Ufa: OMEGA-SINES, 2017. P.274-276.
7. Mazur–Panasiuk, N. The first complete genomic sequences of African swine fever virus isolated in Poland / N. Mazur–Panasiuk, G. Woźniakowski, K. Niemczuk // Scientific Reports. 2019 Vol. 9. No. 1. P. 4556.
8. Genetic characterization of African swine fever virus isolates from soft ticks at the wildlife/domestic interface in Mozambique and identification of a novel genotype / Quembo C.J., Jori F., Vosloo W. et al.// Transbound. Emerge.Dis. 2018 Vol. 65, No. 2. P. 420-431.
9. Phylogeographic analysis of African swine fever virus, Western Europe, 2018 / M. Garigliany, Desmecht D., Tignon M. et al. // Emerge. Infect. Dis. 2019 Vol. 25, pp. 184-186.
10. Kudryashov D.A., Burmakina G.S., Titov I.A. Oligonucleotide primers and an internal quencher fluorescent probe complementary to the P30 (CP204L) gene region of African swine fever virus for use in real-time polymerase chain reaction. MPK7C12Q 1/68 // RF Patent No. 2606253, 01/10/2017
11. African swine fever virus CD2v and C- type lectin gene loci mediate serological specificity / A. Malogolovkin, G. Burmakina, E.R. Tulman et al. // The J. Gen Virol. 2015. Vol. 96, P. 866-873.
12. Hall T. A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucleic Acids Symp. Ser. 1999 Vol. 41. R. 95 – 98. DOI: 10.14601/Phytopathol_Mediterr-14998u1.29.
13. A greedy algorithm for aligning DNA sequences / Z. Zhang, S. Schwartz, L. Wagner et al. // Journal of Computational Biology. 2000 Vol. 7, P. 203-214.
14. An African swine fever virus gene with similarity to the T-lymphocyte surface antigen CD2 mediates hemadsorption / M.V. Borca, G.K. Kutish, C.L. Afonso et al. // Virology. 1994b. Vol. 199. P. 463-468.
15. Standardization of pathological investigations in the framework of experimental ASFV infections / I. Galindo-Cardiel, M. Ballester, D. Solanes et al. // J. Virus Res. 2013. P. 11.
16. The CD2v protein enhances African swine fever virus replication in the tick vector, Ornithodoroserraticus / R.J. Rowlands et al. // Virology. 2009 Vol. 393, No. 2. P. 319-328.
17. BA71ΔCD2: A New Recombinant Live Attenuated African Swine Fever Virus with Cross-Protective Capabilities // P.L. Monteagudo, A. Lacasta, E. Lopez et al. // J. Virol. 2017 Vol. 91. DOI: 10.1128/JVI.01058-17.
18. A Seven-Gene-Deleted African Swine Fever Virus Is Safe and Effective as a Live Attenuated Vaccine in Pigs / W. Chen, D. Zhao, X. He et al. //Sci. China Life Sci. 2020 Vol. 3. P. 623–634. DOI: 10.1007/s11427-020-1657-9.
19. Deletion of a CD2-Like Gene, 8-DR, from African Swine Fever Virus Affects Viral Infection in Domestic Swine / M.V. Borca, C. Carrillo, L. Zsak // Virol. 1998. Vol.72. P. 2881–2889. DOI: 10.1128/JVI.72.4.2881-2889.1998.
20. African swine fever virus: the use of genetic markers in the analysis of its spread / A. Mazlum, A.S. Igolkin, N.N. Vlasova and others // Veterinary science today. 2019. №3. pp. 3-14.

Authors:

Sibgatullova Adilya Kamilevna – Assistant, e-mail.ru: sibgatullova92@mail.ru

Daminova Anisa Ildarovna – Candidate of Agricultural Sciences, e-mail. ru: danis14@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Tyulkin Sergei Vladimirovich – Doctor of Biological Sciences, Senior researcher, e-mail: tulsv@mail.ru

V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences.

**МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ДОЧЕРЕЙ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
РАЗНЫХ ЛИНИЙ И ГЕНОТИПА КАППА-КАЗЕИНА**

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

Реферат. Целью исследования явилось изучение молочной продуктивности коров дочерей быков-производителей, имеющих разную линейную принадлежность и генотип каппа-казеина. Проведен анализ продуктивности у коров черно-пестрой породы, происходящих от 60 быков-производителей разных линий и оцененных по гену каппа-казеина, которые использовались в АО «Красный Восток Агро». Установлено, что коровы линии Р. Соверинга характеризуются наиболее высокими показателями хозяйственно-полезных признаков, при преимуществе по удою на 65-281 кг, по живой массе на 6-24 кг, по индексу молочности на 1-8 кг, по интенсивности молокоотдачи на 0,01-0,12 кг/мин. Худшие показатели, продуктивности выявлены у животноводческих линий Говернера. В целом, межлинейные различия не высокие и продуктивные показатели находятся в пределах нормы. При анализе молочной продуктивности дочерей быков-производителей, носителей различных генотипов каппа-казеина выявлено, что коровы отцов, имеющих генотип AA по каппа-казеину, имеют более высокие количественные показатели молочной продуктивности и достоверно ($P < 0,05-0,001$) превышают группы CSN3 AB и CSN3 EE по удою на 254-715 кг, по количеству молочного жира на 8,5-23,9 кг, по количеству молочного белка на 9,2-27,2 кг. При этом дочери быков с генотипом CSN3 AA характеризуются максимальной долей молочного белка в молоке, при преимуществе над другими группами на 0,03-0,12% ($P < 0,05-0,001$). Группа CSN3 EE характеризуется высоким содержанием жира в молоке (4,11%) и превышает другие группы на 0,07-0,10% ($P < 0,01-0,001$). Таким образом, дочери быков, имеющих генотип CSN3 AA, обладали более высокой молочной продуктивностью.

Ключевые слова: линия, корова, бык, каппа-казеин, молочная продуктивность.

Введение. При совершенствовании молочного скота в России активно используются быки-производители голштинской породы европейской и североамериканской селекции [1, 2]. Происходят они из популяций, использующих селекционные программы, с неравнозначным давлением отбора и, соответственно, с разной выраженностью продуктивных, экстерьерных и функциональных признаков у животных [3, 4].

Повышение генетического потенциала молочной продуктивности на перспективу малоэффективно без использования в качестве отцов зарубежных быков-лидеров голштинской породы [5, 6]. При этом, следует завозить племенной материал только от ценных производителей, обладающих высоким генетическим потенциалом, и использовать его на предприятиях с прочной кормовой и технологической базой [7, 8].

Генетическая структура породы складывается в зависимости от соответствующего вклада каждого из потомков в линии, поэтому особенно важно для повышения генетического потенциала животных в подборках использовать быков-лидеров, а также их потомков [9].

В целях повышения эффективности селекционной работы сегодня большое значение отводится методам биотехнологии. Прежде всего, молекулярно-генетические методы позволяют выявить маркерные гены, связанные с продуктивностью и диагностировать генетические аномалии. В связи с этим, должно быть обязательное тестирование племенных животных.

Одним из резервов увеличения генетического потенциала крупного рогатого скота, повышения конкурентоспособности молока за

счет снижения его себестоимости и улучшения качества является в настоящее время – селекция, направленная как на использование лучшего генофонда молочного скота, так и ДНК-технологии при совершенствовании отечественных пород [10, 11, 12].

Одним из наиболее распространенных потенциальных ДНК-маркеров признаков молочной продуктивности крупного рогатого скота являются ген каппа-казеина. Гены белков молока являются высоко полиморфными и существуют в нескольких аллельных вариантах. Много исследований было посвящено изучению полиморфизма гена каппа-казеина и его влияния на молочную продуктивность коров [13, 14, 15, 16].

Таким образом, для эффективного развития молочного скотоводства в Российской Федерации необходимо осваивать современные методы эффективного производства животноводческой продукции и новые селекционно-генетические приемы рационального использования ресурсов племенного животноводства [17].

Цель исследований – изучение молочной продуктивности коров дочерей быков-производителей, имеющих разную линейную принадлежность и генотип каппа-казеина.

Условия, материалы и методы. Исследования проведены в племенном репродукторе АО «Красный Восток Агро». Для исследования влияния линейной принадлежности отцов на продуктивность их дочерей была проанализирована молочная продуктивность коров черно-пестрой породы за последнюю законченную лактацию, происходящие от 60 быков-производителей разных линий, которые использовались в АО «Красный Восток Агро»,

из них 28 относятся к линии В.Б. Айдиала, 19 – Р. Соверинга, 3 – М. Чифтейна и 2 П. Говернера. Были использованы данные зоотехнического и племенного учета сельскохозяйственных предприятий – карточки племенных коров и быков (формы: 1-МОЛ, 2-МОЛ), а также каталоги и племенные свидетельства быков-производителей.

Также анализ происхождения и продуктивности коров был произведен с помощью программного пакета АРМ «СЕЛЭКС 3.3» («Плинор»).

Для исследования влияния генотипа каппа-казеина быков на продуктивность их дочерей были отобраны 45 быков-производителей голштинской породы, оцененные по гену каппа-казеина. Была проанализирована молочная продуктивность их дочерей за первую лактацию. Для этого сформированы шесть групп с генетическими вариантами гена

каппа-казеина, в группу с генотипом АА вошли 14 быков, с генотипом АВ – 17, с генотипом ВВ – 4, с генотипом АЕ – 5, с генотипом ВЕ – 4, с генотипом ЕЕ – 1 бык.

Результаты и обсуждение. При анализе дойного стада АО «Красный Восток Агро» по хозяйственно-полезным признакам коровы линии Р. Соверинга характеризуются наиболее высокими показателями хозяйственно-полезных признаков (табл. 1). Их преимущество над животными остальных линий составило: по удою - 65-281 кг, по живой массе – 6-24 кг, по индексу молочности – 1-8 кг, по интенсивности молокоотдачи – 0,01-0,12 кг/мин, по возрасту первого отела – 0,3-1,7 месяца. Представители данной линии несколько уступают по продолжительности сервис- и сухостойного периода животным линии М. Чифтейна, но в целом они находятся в пределах нормы.

Таблица 1 - Характеристика коров разных линий по комплексу признаков в целом по АО «Красный Восток Агро»

Показатель	Линия			
	Айдиала	Соверинга	Чифтейна	Говернер
n	7716	5327	486	42
Удой за 305 дней лактации, кг	5594 ± 9	5659 ± 17	5470 ± 58	5378 ± 124
Живая масса, кг	547 ± 0,8	553 ± 0,9	539 ± 1,5	529 ± 3,0
Индекс молочности	1022 ± 4,8	1023 ± 6,3	1015 ± 6,8	1016 ± 12,8
Интенсивность молоковыведения, кг/мин	1,98 ± 0,01	2,00 ± 0,01	1,99 ± 0,03	1,88 ± 0,05
Возраст первого отела, мес.	28,1 ± 0,1	27,8 ± 0,1	29,0 ± 0,2	29,5 ± 0,5
Сервис-период, дн.	118 ± 2,8	117 ± 3,0	115 ± 3,8	117 ± 7,1
Сухостойный период, дн.	67 ± 0,4	66 ± 0,4	65 ± 0,7	68 ± 2,0

Худшие показатели, как и при предыдущем анализе, выявлены у животных линии Говернера.

По индексу молочности животные всех анализируемых линий имеют хорошие показатели и соответствуют молочному направлению продуктивности. Интенсивность молоковыведения в разрезе линий отличается незначительно и является достаточно высокой, что обеспечивает быстрое выдаивание.

Продолжительность сервис-периода у коров оцениваемых линий составляет менее

120 дней, что приближается к оптимальному показателю. Сухостойный период колеблется в пределах от 65 до 68 дней, что также соответствует норме.

Имеющиеся различия по воспроизводительным качествам животных могут быть обусловлены не столько линейной принадлежностью, сколько сложившимися хозяйственными условиями эксплуатации маточного поголовья стада.

Была проанализирована молочная продуктивность дочерей быков-производителей.

Таблица 2 - Молочная продуктивность дочерей быков-производителей, носителей различных генотипов каппа-казеина

Генотип быков по CSN3	Кол-во быков	Кол-во дочерей	Продуктивность дочерей				
			Удой, кг	МДЖ, %	Молочный жир, кг	МДБ, %	Молочный белок, кг
АА	14	354	5663 ± 74	4,01 ± 0,01	228,5 ± 3,2	3,09 ± 0,01	174,5 ± 2,4
АВ	17	914	5409 ± 34	4,04 ± 0,01	220,0 ± 1,6	3,06 ± 0,01	165,3 ± 1,1
ВВ	4	75	5544 ± 74	4,10 ± 0,01	228,7 ± 3,2	3,04 ± 0,01	168,5 ± 2,5
АЕ	5	196	5483 ± 72	4,01 ± 0,02	221,2 ± 3,4	3,08 ± 0,01	168,6 ± 2,3
ВЕ	4	90	5369 ± 144	4,02 ± 0,02	217,0 ± 6,3	3,03 ± 0,01	162,6 ± 4,6
ЕЕ	1	16	4948 ± 186	4,11 ± 0,02	204,6 ± 8,9	2,97 ± 0,02	147,3 ± 6,6

Дочери быков с генотипом AA по гену каппа-казеина имеют более высокие количественные показатели молочной продуктивности и превышают потомков других производителей по удою на 119-715 кг, молочному жиру - на 7,3-23,9 кг, молочному белку - на 5,9-27,2 кг, при этом разница достоверна при сравнении с дочерьми быков с генотипом CSN3 EE ($P<0,05-0,001$) (табл. 2).

В молоке дочерей быков с данным генотипом (CSN3 AA) содержание массовой доли белка достоверно выше, по сравнению с другими группами (кроме представителей, имеющих генотип CSN3 AE). Но, по величине массовой доли жира в молоке эта группа уступает другим.

Также выявлена достоверная разница между животными с генотипом CSN3 AA и CSN3 AB в пользу гомозиготных первотелок по удою на 254 кг ($P<0,01$), по выходу молочного жира на 8,5 кг ($P<0,05$), по выходу

молочного белка на 9,2 кг ($P<0,01$). Особенно значительная и высокодостоверная разница по всем показателям, наблюдается между группами потомков быков с генотипом CSN3 AA и CSN3 EE.

Дочери быков с генотипом CSN3 EE имеют максимальное содержание жира в молоке – 4,11%, при этом достоверно превосходят другие группы на 0,07-0,10% ($P<0,01-0,001$), за исключением гомозиготных животных по аллелю В каппа-казеина.

Вывод. Таким образом, дочери быков, гомозиготных по аллелю А (генотип CSN3 AA), обладали более высоким удоем, белково-молочностью, выходом молочного жира и белка, но отличались меньшими показателями жирномолочности. Нежелательно использовать быков, имеющих генотип CSN3 EE, ввиду более низких показателей, не удовлетворяющих среднему уровню продуктивности в данном стаде.

Литература

1. Кузнецов В. М. Селекция коров голштинской породы разного генеалогического происхождения // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003. №3. С. 59–62.
2. Генетические ресурсы ОАО «Московское» по племенной работе / И.Н. Янчуков, А.Н. Ермилов, С.Н. Харитонов и др. // Генетические ресурсы ОАО «Московское» по племенной работе». М.: ОАО «Московское» по племенной работе», 2015. С. 22–26.
3. Абдулаев А. У. Эффективность использования в высокопродуктивных стадах потомков голштинских быков европейской и североамериканской селекции // Молочное и мясное скотоводство. 2020. №1. С. 7–10.
4. Тележенко Е. В., Смирнова О. В. Опыт стран Северной Европы в селекции молочного скота на повышение рентабельности производства // Тваринництвосьогодні. 2014. № 2. С. 28–33.
5. Суллер И. Л. Отбор быков для станций искусственного осеменения // Молочное и мясное скотоводство. 2002. №5. С.10- 11.
6. Прохоренко П. Голштинская порода и ее влияние на генетический прогресс продуктивности черно-пестрого скота европейских стран и Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. 2013. №2. С. 2-6.
7. Особенности селекции крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в РФ / Х. Амерханов, И. Янчуков, А. Ермилов, С. Харитонов // Молочное и мясное скотоводство. 2012. Спецвыпуск. С.15-17
8. Филиппов Д. И., Труфанов В. Г. Оплодотворяющая способность семени импортного и отечественного производства, полученного от быков-производителей голштинской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2015. №8. С. 6-9.
9. Кузнецов В. М. Сахалинская популяция голштинской породы: Монография. Чебоксары: ИД «Среда», 2020. 248 с.
10. Пустогина Г. Ф. Эффективность производства молока от коров разных генотипов // Вестник Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 9. С. 303-307
11. Эффективность использования коров ярославской породы разных генотипов по голштинам / Н.П. Сударев, Д. Абылкасымов, О.В. Абрампальская, Е.А. Воронина, П.С. Бугров, А.Г. Юдина // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 20-24.
12. Абельдинов Р.Б., Бексеитов Т.К. Биологический статус коров симментальской породы казахстанской селекции с различным генотипом по генам-кандидатам белкового обмена // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (148). С.81-87.
13. Полиморфизм генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы у черно-пестрой породы скота / Л.Р. Загидуллин, Р.Р. Шайдуллин, Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин // Молочнохозяйственный вестник. 2020. №1(37). С.24-34.
14. Доля и достоверность влияния гена каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на показатели молочной продуктивности коров / Л.Р. Загидуллин, Р.Р. Шайдуллин, Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, И.Н. Камалдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 88-92
15. Межлинейный полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров / Р.Р. Шайдуллин, Г.С. Шарифудинов, А.Б. Москвичёва, Б.Г. Зиганшин, С.В. Тюлькин // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 51-55.
16. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin / S.V. Tyulkin, R.R. Vafin, L.R. Zagidullin [et al.] // Foods and Raw Matetials 2018. Vol. 6. No 1. P. 154-162.
17. Сысуйев В.А., Василенко Т.Ф., Русаков Р.В. Проблемы развития молочного животноводства в России и современные подходы к их решению // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 3. С. 20-24

Сведения об авторах:

Харисова Чулпан Ахметовна – ассистент, e-mail: harisova.chulpan@mail.ru
Ахметов Тахир Мунавирович – доктор биологических наук, заведующий кафедрой,

e-mail: ahmetov-tahir@mail.ru

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, г. Казань, Россия
Шайдуллин Радик Рафаилович* – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: tppi-kgau@bk.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS OF DAUGHTERS OF BULLS OF DIFFERENT LINES AND GENOTYPE OF KAPPA-CASEIN
C. A. Kharisova, R. R. Shaidullin, T. M. Akhmetov

Abstract. The aim of the study was to study the milk productivity of cows of daughters of sires with different linear affiliation and kappa-casein genotype. An analysis was made of the productivity of Black-and-White cows, originating from 60 sires of different lines, as well as those evaluated by the kappa-casein gene, which were used in Krasny Vostok Agro JSC. It has been established that cows of the R. Sovering line are characterized by the highest rates of economically useful traits, with an advantage in milk yield by 65-281 kg, in live weight by 6-24 kg, in terms of milk production index by 1-8 kg, in terms of milk yield by 0.01-0.12 kg/min. The worst indicators of productivity were found in animals of the Governer line. In general, interstrain differences are not high and productive indicators are within the normal range. When analyzing the milk productivity of the daughters of sires, carriers of various kappa-casein genotypes, it was revealed that cows of fathers with the AA genotype for kappa-casein have higher quantitative indicators of milk productivity and significantly ($P < 0.05-0.001$) exceed the CSN3 AB and CSN3 EE by milk yield per 254-715 kg, by the amount of milk fat by 8.5-23.9 kg, by the amount of milk protein by 9.2-27.2 kg. At the same time, daughters of bulls with the CSN3 AA genotype are characterized by the maximum proportion of milk protein in milk, with an advantage over other groups by 0.03-0.12% ($P < 0.05-0.001$). The CSN3 EE group is characterized by a high fat content in milk (4.11%) and exceeds other groups by 0.07-0.10% ($P < 0.01-0.001$). Thus, the daughters of bulls with the AA CSN3 genotype had a higher milk production.

Key words: line, cow, bull, kappa-casein, milk productivity.

References

1. Kuznetsov V. M. Selection of cows of the Holstein breed of different genealogical origin // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2003. No. 3. pp. 59–62.
2. Genetic resources of OAO Moskovskoye for breeding work / I.N. Yanchukov, A.N. Ermilov, S.N. Kharitonov et al. // Genetic resources of OAO Moskovskoye for breeding work. M.: OAO Moskovskoye for breeding work, 2015. pp. 22–26.
3. Abdulaev A. U. Efficiency of using descendants of Holstein bulls of European and North American selection in highly productive herds // Dairy and meat cattle breeding. 2020. №1. pp. 7–10.
4. Telezhenko E. V., Smirnova O. V. The experience of the countries of Northern Europe in the selection of dairy cattle to increase the profitability of production. 2014. No. 2. S. 28–33.
5. Suller I. L. Selection of bulls for artificial insemination stations // Dairy and meat cattle breeding. 2002. No. 5. P.10–11.
6. Prokhorenko P. Holstein breed and its influence on the genetic progress of the productivity of black-and-white cattle in European countries and the Russian Federation // Dairy and meat cattle breeding. 2013. No. 2. pp. 2-6.
7. Amerkhanov Kh., Yanchukov I., Ermilov A., Kharitonov S. Peculiarities of dairy cattle breeding in the Russian Federation // Dairy and meat cattle breeding. 2012. Special issue. pp.15-17
8. Filippov D. I., Trufanov V. G. Fertilizing ability of imported and domestically produced semen obtained from Holstein bulls // Dairy and meat cattle breeding. 2015. No. 8. pp. 6-9.
9. Kuznetsov V. M. Sakhalin population of the Holstein breed: Monograph. Cheboksary: Publishing House "Sreda", 2020. 248 p.
10. Pustotina G. F. Efficiency of milk production from cows of different genotypes // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2006. No. 9. S. 303-307
11. Efficiency of using cows of the Yaroslavl breed of different Holstein genotypes / N.P. Sudarev, D. Abylkasymov, O.V. Abrampalskaya, E.A. Voronina, P.S. Bugrov, A.G. Yudina // Dairy and meat cattle breeding. 2020. No. 7. S. 20-24.
12. Abeldinov R.B., Bekseitov T.K. Biological status of cows of the Simmental breed of Kazakhstan selection with different genotypes for protein metabolism candidate genes // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2017. No. 2 (148). S.81-87.
13. Polymorphism of kappa-casein and diacylglycerol O-acyltransferase genes in black-and-white cattle / L.R. Zagidullin, R.R. Shaidullin, T.M. Akhmetov, S.V. Tyulkin // Dairy Bulletin. 2020. No. 1 (37). S.24-34.
14. The share and reliability of the influence of the kappa-casein gene and diacylglycerol O-acyltransferase on the indicators of milk production of cows / L.R. Zagidullin, R.R. Shaidullin, T.M. Akhmetov, S.V. Tyulkin, I.N. Kamaldinov // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. N.E. Bauman. 2020. V. 243. No. 3. S. 88-92
15. Interlinear polymorphism of the kappa-casein gene and its effect on the milk production of cows / R.R. Shaidullin, G.S. Sharafutdinov, A.B. Moskvicheva, B.G. Ziganshin, S.V. Tyulkin // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2019. No. 5. S. 51-55.
16. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin / S.V. Tyulkin, R.R. Vafin, L.R. Zagidullin [et al.] // Foods and Raw Matetials 2018. Vol. 6. No 1. R. 154-162.
17. Sysuev V.A., Vasilenko T.F., Rusakov R.V. Problems of the development of dairy farming in Russia and modern approaches to their solution // Achievements of Science and Technology of APK. 2017. V. 31. No. 3. S. 20-24

Authors:

Kharisova Chulpan Akhmetovna – Assistant, e-mail: harisova.chulpan@mail.ru

Akhmetov Tahir Munavirovich – Doctor of Biological Sciences, head of department, e-mail: ahmetov-tahir@mail.ru
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia

Shayduллин Радик Рафаилович – Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: tppi-kgau@bk.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ПРОВЕДЕНИЕ КАЛИБРОВКИ НЕМЕТРИЧЕСКОЙ ФОТОКАМЕРЫ
В БЕСПИЛОТНОМ ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ**
С. В. Сочнева, Н. А. Логинов, Н. В. Трофимов, Д. С. Филимоненко

Реферат. В последнее время в нашей стране и в мире широко применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Это обуславливается непрерывностью, выносливостью, возможностью работы в условиях перегрузки и исключения человеческого фактора. За последние года произошёл революционный скачок в развитии БПЛА, что позволило делить данный сегмент рынка на абсолютно разные ценовые категории. Увеличение сфер использования БПЛА сделало данный продукт действительно востребованным и смогло внедрить его в различные сферы жизни. Также это коснулось и геодезических измерений. Методы фотограмметрии стали тесно сотрудничать с методами лёгких в управлении беспилотных летательных аппаратов. Но вместе с тем растёт спрос на съёмочное оборудование, ценовая политика которого порой изрядно превышает стоимость самого летательного аппарата, что усложняет проведение фотограмметрических работ. Данный аспект стал причиной возникновения исследований возможность использования недорогих непрофессиональных камер на БПЛА для фотограмметрии, обусловленной получение точных измерений. Для таких камер существует такое понятие, как калибровка, которая включает в себя определение элементов внутреннего ориентирования. В данной статье рассмотрено применение неметрических камер на БПЛА в целях уменьшения стоимости проведения работ для мониторинга сельскохозяйственных земель. В качестве исходных данных в данной работе использовались следующие материалы: тестовые снимки с БПЛА на тестируемом полигоне; программные обеспечения такие, как SAS.Planet, MATLAB, MdCockpit V2.6.2.6, PHOTOMOD. Для выполнения данной работы использовалось следующее оборудование: беспилотный летательный аппарат; неметрическая цифровая камера. Для калибровки камеры съёмка местности производилась с помощью Zala 421-21.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты (БПЛА), фотограмметрия, мониторинг, неметрическая фотокамера, калибровка.

Введение. Мониторинг земель необходим не только в сельском хозяйстве, но и в кадастре. Для кадастровых целей он выступает как источник информации об использовании земель и его границах, а также результаты съёмки с БПЛА являются отличной основой для создания топографических карт и планов. Кроме того, по результатам съёмки с беспилотных летательных аппаратов можно составить 3D-модель или BIM-модель, что очень важно в градостроительстве [1, 2, 3].

На сегодняшний день используется два основных вида БПЛА – самолётного типа (дроны) и вертолётного типа. Они внедряются во многие сферы, начиная от военных нужд и заканчивая доставкой различных товаров, и это показывает высокую значимость и перспективу развития аппаратов.

Перспектива внедрения БПЛА в мониторинг земель имеет большой ряд преимуществ: быстрое улучшение имеющихся геодезических данных (карт, планов, сетей и т.п.); создание новых карт, планов, банков пространственных данных и трёхмерных моделей; ускорение процесса инвентаризации, а также постоянный контроль за землями.

Любое замещение человеческой работы роботами всегда сопровождалось увеличением производительности труда. В данном контексте аппараты позволят увеличить не только производительность, но и мобильность, которая является крайне важной в условиях масштабов нашей страны.

Современный мир открыт к новым технологиям в любых сферах, но важно не забывать

о том, что нужно регламентировать их использование [4, 5, 6, 7].

Цель исследования заключается в изучении возможностей неметрической камеры для использования в беспилотных летательных аппаратах в рамках мониторинга сельскохозяйственных земель.

Условия, материалы и методы. В работе использовались следующие методы исследования: картографический анализ, визуальное дешифрирование и компьютерная классификация ДЗЗ, математико-статистический, геоинформационный, методы пространственного и геостатистического анализа. В качестве исходных данных в данной работе использовались следующие материалы: тестовые снимки с БПЛА сделанные в Высокогорском районе Республики Татарстан на небольшом полигоне аэродрома Куркачи (координаты 55°57' северной широты, 49°29' восточной долготы); программные обеспечения такие, как SAS.Planet, MATLAB, MdCockpit V2.6.2.6, PHOTOMOD. Координаты опорных точек были определены с помощью ГНСС оборудования заранее в режиме RTK с точностью 1,5-2 см. Для выполнения данной работы использовалось следующее оборудование: беспилотный летательный аппарат БПЛА Zala 421-21; неметрическая цифровая камера Sony XNite DSC-W300; автономный беспилотный летательный аппарат БПЛА ТБ-29В вместе с камерой модели DST Control OTUS-U135 весом в 1,2 кг. Обработка снимков была произведена в программе MATLAB (<https://www.tutorialspoint.com/>

execute_matlab_online.php) с использованием стандартных формул фотограмметрии. Расчёт координат опорных точек в плоскости снимка производился вручную в ПО Irfan View. При проведении оценки точности был использован метод наименьших квадратов.

Результаты и обсуждение. Объектное пространство для калибровки камеры удобнее расположить на определённом полигоне, поскольку необходимо создание и поддержание опорных фоториангуляционных пунктов. Связь снимков с системой координат пространства происходит на основе построения одиночной модели в результате проведения обратной фотограмметрической засечки. С другой стороны, множество способов калибровки камеры позволяет выделить среди них наиболее подходящий задаче исследования. В качестве примера можно привести получение координат центра и радиуса для сооружений круглой формы фотограмметрическими методами.

Решением данной задачи может стать фотографирование с нивелирной рейкой возле сооружения, что позволит масштабировать снимки. Расстояние от объекта до камеры можно измерить наземными методами –

высокоточными или обычной рулеткой. Данный способ можно отнести к наземной калибровке камеры, что допускается даже при использовании БПЛА: параметры калибровки камеры остаются стабильными, поэтому откалиброванное устройство можно использовать и с технологией беспилотных полётов [8, 9, 10].

Была проведена калибровка неметрической камеры Sony XNite DSC-W300, установленной на беспилотный летательный аппарат БПЛА Zala 421-21 (рисунок 1) с помощью формул уравнений коллинеарности Лобанова А.Н. методом итераций. Важной характеристикой фотоаппарата является его небольшой вес в 156 г, что позволяет использовать камеру с целью установки на БПЛА. Её габариты составляют 96x55x25 мм и эти параметры являются оптимальными. Sony XNite DSC-W300 обладает разрешением матрицы 4224x3168 пикселей, а также фокусным расстоянием 7,6-22,8 см и выдержкой от 4 до 1/2000 с. Разрешение камеры – 13,6 мегапикселей. При таких небольших габаритах объём встроенной памяти камеры составляет 21 Мб, но может быть легко расширен картой памяти с большим объёмом.



Рис. 1 - БПЛА Zala 421-21

В результате были получены значения координат главной точки снимка, фокусного расстояния и два коэффициента радиальной дисторсии.

Планирование полёта является важной частью процесса калибровки. БПЛА Sony XNite DSC-W300 при покупке оснащаются программным обеспечением MdCockpit V2.6.2.6. Данное ПО можно установить также на планшет, позволяющим производить расчёт и планирование полёта. Данное ПО основано на использовании модели поверхности Земли Google Earth, что позволяет задать маршрут полёта в виде поворотных точек в системе координат WGS-84 и реализовать его с помощью системы спутниковой навигации, установленной на аппарате.

При использовании данной программы

необходимо учитывать разницу между высотами для территорий с большими перепадами, однако, в данной работе перепадов схожих с горными, не было.

Для калибровки камеры был определён маршрут, содержащий 12 путевых точек. Область фотографирования была выбрана таким образом, чтобы в ней находилось несколько опорных точек, а спланированная высота составляла 30 м над поверхностью земли.

При планировании полёта было учтено, что взлёт и посадка аппарата должны быть ручными, а полёт с процессом съёмки – автоматическими.

Спланированная площадь калибровки камеры составила 15x15 м, на которой были расположены географические точки (отметки) в общем количестве 67 точек. При калибровке

фокусное расстояние было определено на бесконечность, а размер изображения составил 3648 на 2736 пикселей.

Съемка производилась в Высокогорском районе Республики Татарстан на небольшом

полигоне аэродрома Куркачи на северо-востоке от города Казань.

Данная площадка имеет координаты $55^{\circ}57'$ северной широты, $49^{\circ}29'$ восточной долготы (рис. 2).



Рис. 2 - Общий вид полигона, используемого для калибровки камеры (высота – 78 м)

Координаты опорных точек были определены с помощью ГНСС оборудования заранее в режиме RTK с точностью 1,5-2 см.

Обработка снимков была произведена в программе MatLab с использованием стандартных формул фотограмметрии.

Расчёт координат опорных точек в плоскости снимка производился вручную в ПО Irfan View. Например, на снимке №6 содержатся следующие опорные точки в системе координат снимка, которые

расположены на рисунке 3.

Расчёт координат опорных точек в плоскости снимка производился вручную в ПО Irfan View.

Порядок действий при проведении калибровки был следующим. В первую очередь для каждого снимка были рассчитаны элементы внешнего ориентирования по опорным точкам и с учётом координат, полученных встроенной инерциальной системой беспилотного летательного аппарата.



Рис. 3 - Снимок №6 с изображёнными опорными точками

Затем с учётом элементов внешнего ориентирования были вычислены элементы внутреннего ориентирования итерационным методом по следующему принципу.

Каждый снимок был пронумерован, и вычисление проводилось для них поочередно. В первом прогоне для первого снимка элементы внутреннего ориентирования были приняты как 0 и вычислялись только коэффициенты дисторсии (коэффициент k_1 , так как k_2 был также принят как 0).

Под итерационным вычислением коэффициентов подразумевается вычисление одного коэффициента приближённо относительно другого. В самой первой итерации мы задаём координаты главной точки снимка 0, коэффициенты дисторсии – 0. Затем присваиваем коэффициенту дисторсии k_1 значение 0,000001 и начинаем итерационные расчёты коэффициентов, для снимков, с каждым разом обновляя значения как координат главной точки снимка и фокусного расстояния, так и

самих коэффициентов. Далее производились вычисления координат главной точки снимка, фокусного расстояния и уточнение коэффициентов дисторсии. Каждый снимок содержал 15-20 опорных точек, каждая из которых участвовала в уточнении координат. Определение параметров калибровки камеры содержало 6 итераций.

При проведении оценки точности был использован метод наименьших квадратов.

В результате обработки данных были вычислены фокусное расстояние, координаты главной точки снимка, а также коэффициенты радиальной дисторсии.

Таблица 1 - Результаты калибровки камеры с помощью программы MatLab и ПО PHOTOMOD

Параметр	Калибровка с помощью программы MatLab	Калибровка с помощью ПО PHOTOMOD
Фокусное расстояние	$f = 8,094 \pm 0.04$ мм	$f = 8,221 \pm 0.034$ мм
Главная точка снимка	$x_0 = 3,77 \pm 0.073$ мм $y_0 = 2,62 \pm 0.096$ мм	$x_0 = 3,715 \pm 0.009$ мм $y_0 = 2,552 \pm 0.061$ мм
Радиальная дисторсия	$K_1 = 0,00161 \pm 0.000082$ $K_2 = -0.00015 \pm 0.0000053$	$K_1 = 0,002728 \pm 0.000049$ $K_2 = -0.000307 \pm 0.000064$
Нецентрированная дисторсия		$P_1 = 0,00005155 \pm 0,000012$ $P_2 = -0.000214 \pm 0.000064$

Различие коэффициентов дисторсии связано с тем, что формулы для расчёта в данной работе были упрощёнными для облегчения математических вычислений и не учитывали нецентрированную дисторсию. С другой стороны, можно отметить, что фокусное расстояние и координаты главной точки снимка совпадают с расчётами в программе с точностью до десятых или сотых долей мм.

Проводя сравнения для обоих БПЛА, делаем вывод, что для выполнения мониторинга для тестовой площадки размером 50x50 км БПЛА ТБ-29В справится с этой задачей быстрее практически в 2 раза, нежели БПЛА Zala 421-21, однако стоимость работ будет больше на 10 тысяч рублей. Стоит заметить, что стоимость выполнения тестовой работы уже является стоимостью половины

Полученные результаты были сравнены с результатами обработки снимков в ПО PHOTOMOD (табл. 1), что стало гарантом правильности выполненной программы. Расхождение было незначительным: порядка десятых долей мм для фокусного расстояния и координат главной точки снимка. Однако, коэффициенты дисторсии отличались. Это связано с тем, что при помощи данного программного обеспечения была учтена только радиальная дисторсия, а объектив камеры считался центрированным. На практике оказалось, что нецентрированная дисторсия также имеет место для данного объектива.

самого комплекта БПЛА, что является отличной самокупаемостью для беспилотника.

Тем не менее, стоит принять во внимание, на сколько разнится стоимость комплектации для этих БПЛА, поэтому стоимость реализации проекта для БПЛА Zala 421-21 считается отличной, практически не уступающей дорогостоящему оборудованию. Данное исследование говорит о том, что на небольших территориях доступна съёмка при помощи БПЛА Zala 421-21, что позволяет не тратить больших денег для качественного выполнения работ (рисунок 4).

Проведённая работа дала возможность использовать неметрическую относительно недорогую камеру с целью фотограмметрических измерений, хоть и ограниченной точности.



Рис. 4 - Фотоплан БПЛА ТБ-29В и БПЛА Zala 421-21 на тестируемой территории

Выводы. Анализируя оба беспилотных летательных аппарата для мониторинга сельскохозяйственных земель Татарстана (или же для любой большой территории), возможно выполнение работы только БПЛА ТБ-29В.

Но поскольку БПЛА Zala 421-21 снимает

на более низкой высоте это позволяет получать снимки более крупного масштаба на необходимую территорию, что удобно для спорных участков местности.

Таким образом, для мониторинга земельных ресурсов идеально использование обоих

БПЛА в арсенале, БПЛА ТБ-29В будет обеспечивать съемку для большой территории, а БПЛА Zala 421-21 идеально подойдет для укрупнения съемки при необходимости.

Также использование недорогого

беспилотника позволит небольшим частным компаниям добавить в свой арсенал такой вид работ, как мониторинг, что увеличит спектр предоставляемых услуг.

Литература

1. Беспилотная авиация / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова, В. В. Адамовский и др. Уфа: ФОТОН, 2014. 217 с.
2. Башилов А. М., Королев В. А. Автономные беспилотные летательные аппараты в точных системах агропроизводства // Вестник аграрной науки Дона. 2018. №3(43). С. 76-82.
3. Неверова А. Р. Использование беспилотных летательных аппаратов в кадастре, землеустройстве и градостроительстве // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. №1 С. 265-268.
4. Гарипов И. Р., Сулейманов С. Р. Использование аэро-фото и космической съемки при проведении мониторинга земель // Студенческая наука - аграрному производству: материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции. Казань: Казанский государственный аграрный университет. 2021. С. 53-58.
5. GIS-technology and data of earth remote sensing to identify and predict ravine erosion development / A. Sabirzyanov, M. Panasyuk, N. Trofimov, S. Sochneva // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). Vol. 27. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00113
6. Логинов Н. А., Сабирзянов А. М. Применение ДЗЗ при точечном внесении минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы // Экономика в меняющемся мире: сборник научных статей, Казань, 17–26 апреля 2019 года. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет. 2019. С. 14-16.
7. Мусина Г. А., Ожигин Д. С., Ожигина С. Б. Экологический мониторинг на основе снимков, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. №1 С. 196-204.
8. Семенов А. В., Никитин В. Н. Сравнение результатов калибровки камер, полученных с использованием различных методик и моделей дисторсии // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. т. 4. №4. С. 17-23.
9. Куштин В. И., Добрынин Н. Ф., Пиминова Т. М. Влияние фотограмметрической и внутренней рефракции на определение линейных элементов внешнего ориентирования // Инженерный вестник Дона. 2018. №4 С. 1-9.
10. Быков А. Л., Быков В. Л., Быков Л. В. Исследования методики калибровки снимков на равнинном испытательном полигоне // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. №4. С. 47-52.

Сведения об авторах:

Сочнева Светлана Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru
 Логинов Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: loginov_2311@mail.ru
 Трофимов Николай Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: nik.trofimov@mail.ru
 Филимонов Дмитрий Сергеевич – ассистент
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

CONDUCTING THE CALIBRATION OF A NON-METRIC CAMERA IN THE UNMANNED AERIAL VEHICLE DURING LAND MONITORING

S. V. Sochneva, N. A. Loginov, N. V. Trofimov, D. S. Filimonenko

Abstract. Recently, unmanned aerial vehicles (UAVs) have been widely used in our country and in the world. This is due to continuity, endurance, the ability to work under overload conditions and the exclusion of the human factor. In recent years, there has been a revolutionary leap in the development of UAVs, which made it possible to divide this market segment into completely different price categories. The increase in the use of UAVs has made this product really in demand and was able to introduce it into various areas of life. This also applies to geodetic measurements. Photogrammetry methods began to work closely with methods of easy-to-control unmanned aerial vehicles. But at the same time, the demand for filming equipment is growing, the pricing policy of which sometimes considerably exceeds the cost of the aircraft itself, which complicates photogrammetric work. This aspect has led to research on the possibility of using inexpensive non-professional cameras on UAVs for photogrammetry, due to obtaining accurate measurements. For such cameras, there is such a thing as calibration, which includes the definition of interior orientation elements. This article discusses the use of non-metric cameras on UAVs in order to reduce the cost of work to monitor agricultural land. The following materials were used as initial data in this work: test images from the UAV at the test site; software such as SAS.Planet, MatLab, MDCockpit V2.6.2.6, PHOTOMOD. To perform this work, the following equipment was used: unmanned aerial vehicle; non-metric digital camera. To calibrate the camera, the terrain was surveyed using Zala 421-21.

Key words: unmanned aerial vehicles (UAVs), photogrammetry, monitoring, non-metric camera, calibration.

References

1. Unmanned aircraft / V. S. Fetisov, L. M. Neugodnikova, V. V. Adamovsky et al. Ufa: FOTON, 2014. 217 p.
2. Bashilov A. M., Korolev V. A. Autonomous unmanned aerial vehicles in precise systems of agricultural production. Bulletin of Agrarian Science of the Don. 2018. No. 3 (43). pp. 76-82.
3. Neverova A. R. The use of unmanned aerial vehicles in the cadastre, land management and urban planning // Inter-expo Geo-Siberia. 2017. No. 1 P. 265-268.
4. Garipov I. R., Suleimanov S. R. The use of aerial photography and space photography in land monitoring // Student science - agricultural production: materials of the 79th student (regional) scientific conference. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. S. 53-58.
5. GIS-technology and data of earth remote sensing to identify and predict ravine erosion development / A. Sabirzyanov, M. Panasyuk, N. Trofimov, S. Sochneva // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020) : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). Vol. 27. Kazan:

EDP Sciences, 2020. P. 00113

6. Loginov N. A., Sabirzyanov A. M. Application of remote sensing for spot application of mineral fertilizers on spring wheat crops // Economics in a changing world: collection of scientific articles, Kazan, April 17–26, 2019. Kazan: Kazan (Volga Region) Federal University. 2019. S. 14-16.

7. Musina G. A., Ozhigin D. S., Ozhigina S. B. Environmental monitoring based on images obtained with the help of unmanned aerial vehicles // Interexpo Geo-Siberia. 2019. No. 1 P. 196-204.

8. Sementsov A. V., Nikitin V. N. Comparison of camera calibration results obtained using various techniques and distortion models // Interexpo Geo-Siberia. 2015. v. 4. No. 4. pp. 17-23.

9. Kushtin V. I., Dobrynin N. F., Pimina T. M. Influence of photogrammetric and internal refractions on the determination of linear elements of external orientation // Engineering Bulletin of the Don. 2018. No. 4 P. 1-9.

10. A. L. Bykov, V. L. Bykov, and L. V. Bykov, "Investigation of the method of image calibration on a flat test site," Interexpo Geo-Siberia. 2012. No. 4. From 47-52.

Authors:

Sochneva Svetlana Viktorovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru

Loginov Nikolai Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: loginov_2311@mail.ru

Trofimov Nikolay Valerievich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: nik.trofimow@mail.ru

Filimonenko Dmitry Sergeevich – Assistant

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 – ВИ-НиТИ).

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

3. Затем жирными строчными буквами – фамилия и инициалы автора(ов). Пропускается одна строка. **Количество авторов не более 5.** Список авторов содержит только действительных авторов и в него не внесены те, кто не имеет отношения к данной работе, а также те, 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

В завершении представляются выводы и рекомендации.

Подзаголовки и заголовки набираются жирным шрифтом с заглавной буквы. Нумерация ссылок на библиографический список в тексте располагается в порядке упоминания источников. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например: [1].

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

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

Все источники должны иметь ссылку в тексте статьи.

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

Примеры оформления ссылок в конце документа.

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

Пропускается одна строка.

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

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

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

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

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

Простые формулы, не содержащие специальных символов (отсутствующих на клавиатуре), должны быть набраны символами с клавиатуры без использования специальных редакторов. Формулы, содержащие специальные символы (отсутствующие на клавиатуре), а также сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул Microsoft Equation 2.0, 3.0 или Math Typeequation. Не допускается набор части формулы символами, а части – в редакторе формул. Не рекомендуется вставлять в текст формулы в виде рисунков. Ссылка на формулы в основном тексте оформляется в скобках, например: (1). В тексте обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные формулы. Если в тексте статьи формулы нумеруются, то эту нумерацию следует выполнить ручным набором чисел. Автоматическая нумерация не допускается.

Авторы предоставляют в редакцию (одновременно):

– электронная версия статьи (по электронной почте: agrobiotech@kazgau.com) **Шаблон ниже.** Файл со статьей следует называть по фамилии первого автора (Иванов И.И. – Опрделение силы);

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

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

– аспиранты предоставляют справку подтверждающую место учебы.

Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию, представленная автором рукопись статьи рецензируется, согласно установленного порядка

рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлекцией в целом.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать статьи, не отвечающие настоящим требованиям, а также право на воспроизведение материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража. Рукописи статей подвергаются редакционной обработке. Редакция оставляет за собой право вносить изменения, имеющие редакционный характер и не затрагивающие содержания статьи. Все статьи проходят институт рецензирования (экспертной оценки), по результатам которого редакционная коллегия принимает окончательное решение о целесообразности опубликования. За содержание статей юридическую и иную ответственность несут авторы. Статьи, направленные в редакцию без выполнения основных требований к публикуемым статьям, не рассматриваются. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

Публикация статей в журнале бесплатно.

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

Научный журнал

**Агробιοтехнологии
и цифровое земледелие**
№ 4 (4), 2022 г.

Редактор – Михайлова Л.В.
Технический редактор – Файзрахманов И.И.
Коррекция переводов – Галлямова Н.Р.
Корректор – Барсукова Р.С.

Формат 60x84/8. Тираж 500. Дата выхода в свет: 29.12.2022 г.
Печать офсетная. Усл. п. л. 8,75 Заказ 138. 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

