
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Т. 17, № 3. 2025 год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Аграрный научный центр «Донской»,
член Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ).
Издается с января 2009 г.

Пахомов В. И. – главный редактор, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, профессор (Зерноград, Россия);
Калинина Н. В. – зам. главного редактора (Зерноград, Россия);
Лобунская И. А. – тех. секретарь (Зерноград, Россия).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Баталова Г. А. – академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (Киров, Россия);
Беспалова Л. А. – академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
Волкова Г. В. – чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, ФГБНУ «ФНЦБЗР» (Краснодар, Россия);
Гончаренко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Давлетов Ф. А. – д-р с.-х. наук, Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН (Уфа, Россия);
Долженко В. И. – академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВИЗР» (Санкт-Петербург, Россия);
Дубина Е. В. – д-р биол. наук, проф. РАН, ФГБНУ «ФНЦ риса» (Краснодар, Россия);
Зезин Н. Н. – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (Екатеринбург, Россия);
Клыков А. Г. – академик РАН, д-р биол. наук, проф. РАН,
ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки» (Уссурийск, Россия);
Костылев П. И. – д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Лобачевский Я. П. – академик РАН, д-р техн. наук, проф. РАН (Москва, Россия);
Лукомец В. М. – академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК» (Краснодар, Россия);
Медведев А. М. – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Паштетский В. С. – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «НИИСХ Крыма» (Симферополь, Россия);
Сандухадзе Б. И. – академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Сотченко В. С. – академик РАН, д-р с.-х. наук, ООО «СП ССК «Кукуруза» (Пятигорск, Россия);
Упадышев М. Т. – чл. корр. РАН, д-р с.-х. наук, проф. РАН, ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Москва, Россия);
Шевченко С. Н. – академик РАН, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «Самарский ФИЦ РАН» (Самара, Россия).

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Урбан Э. П. – член-корр. НАН Беларуси, д-р с.-х. наук, профессор,
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (Жодино, Республика Беларусь);
Усенбеков Б. Н. – канд. биол. наук, проф., РГП «Институт биологии и биотехнологии растений»
(Алматы, Республика Казахстан);
Халил Сурек – д-р наук, Тракийский аграрный НИИ (Эдирне, Турция);
Юсупов Г. Ю. – канд. с.-х. наук, Министерство сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана
(Ашхабад, Туркменистан).

*Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС 77-81134 от 17 мая 2021 г.*

Журнал включен в Перечень ВАК Минобрнауки России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий (категория К1),
выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой
степени доктора и кандидата наук (по научным специальностям: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки), 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(сельскохозяйственные науки). Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ),
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и Белый список. Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбеда О. Н.

Адрес учредителя и издателя: 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3.

Тел.: 8(863)594-17-58; E-mail: zhros.don@yandex.ru

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 27.06.2025

Дата выхода 28.06.2025. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ №

Отпечатано в ООО «Амирит». 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, д. 88.

THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Vol. 17, № 3. 2025

The founder and publisher is Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy",
a member of the Association of Science Editors and Publishers (ASEP)
The journal has been published since January, 2009.

Pakhomov V. I. – chief editor, Dr. Sci. (Technology), professor, corresponding member of RAS (Zernograd, Russia);
Kalinina N. V. – deputy chief editor (Zernograd, Russia);
Lobunskaya I. A. – technical secretary (Zernograd, Russia).

EDITORIAL BOARD:

Batalova G. A., Federal Agricultural Research Center of the East named N. V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture),
professor, academician of RAS (Kirov, Russia);
Bespalova L. A., "P. P. Lukiyenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Volkova G. V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology), corresponding member of RAS (Krasnodar, Russia);
Gontcharenko A. A., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Davletov F. A., Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture) (Ufa, Russia);
Dolzhenko V. I., All-Russian Research Institute of Plant Protection – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (St. Petersburg, Russia);
Dubina E. V., Federal Scientific Rice Centre – Dr. Sci. (Biology), professor of RAS (Krasnodar, Russia);
Zein N. N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Ekaterinburg, Russia);
Klykov A. G., Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika – Dr. Sci. (Biology),
professor of RAS, academician of RAS (Ussuriysk, Russia);
Kostylev P. I., Agricultural Research Center "Donskoy" – Dr. Sci. (Agriculture), professor (Zernograd, Russia);
Lobachevsky Ya. P., Federal Scientific Agroengineering Center VIM – Dr. Sci. (Technique), professor of RAS, academician of RAS
(Moscow, Russia);
Lukomets V. M., Federal Scientific Center "V. S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture),
professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Medvedev A. M., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, corresponding member of RAS (Odintsovo, Russia);
Pashtetskiy V. S. – "Research Institute of Agriculture of Crimea" – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Simferopol, Russia);
Sandukhadze B. I., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Sotchenko V. S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Pyatigorsk, Russia);
Upadyshev M. T., Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery – Dr. Sci. (Agriculture),
professor of RAS, corresponding member of RAS (Moscow, Russia);
Shevchenko S. N., Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture),
academician of RAS (Samara, Russia);

FOREIGN MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

Urban E. P., RUE "The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming" –
Dr. Sci. (Agriculture), professor, corresponding member of NAS (Zhodino, The Republic of Belarus);
Usenbekov B. N., Institute of Plant biology and biotechnology – Cand. Sci. (Biology), professor, (Almaty, The Republic of Kazakhstan)
Khalil Surek, Trakia Agricultural Research Institute – PhD (Edirne, Turkey);
Yusupov G. Yu., Ministry of Agriculture and Water Management of Turkmenistan – Cand. Sci. (Agriculture) (Ashkhabad, Russia);

*The journal has been registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology
and Mass Media (Roskomnadzor). Registration number is PI No. FS 77-81134 dated May 17, 2021*

The science-practical journal is registered in the List of the leading reviewed scientific journals and publications (category K1)
issued in the country approved by the Higher Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian
Federation, where basic scientific results of thesis on Ph.D. and Doctor of Sciences are to be published
(scientific specialties: 4.1.1. General agriculture and plant production (agricultural science), 4.1.2. Plant breeding,
seed production and biotechnology (agricultural science), 4.1.3. Agrochemistry, agricultural soil science, plant protection
and quarantine (agricultural science). The journal is included into Russian Science Citation Index (RSCI)
on the platform Web of Science (RSCI core), Russian Science Citation Index (RSCI), and in the "Whitelist".
The journal is included in the international Directory of Open Access Journals (DOAJ).

English version is of Olga N. Skuybedina.

The official address of the editorial board is 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok street, 3.
Tel.: 8(863)594-17-58; E-mail: zhros.don@yandex.ru
The journal is issued 6 times a year. Signed for publication 27.06.2025
The date of the issue is 28.06.2025. Format 60x84/8. Circulation 300. Order No.
Printed in Ltd "Amirit", 410004, Saratov, Chernyshevsky Str., 88

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Боме Н. А., Салех С., Вайсфельд Л. И. Изменчивость массы 1000 зерен и урожайности мутантных популяций яровой мягкой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.) в условиях Северного Зауралья	5
Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Бадамшина Е. В. Результаты изучения сортов чечевицы (<i>Lens culinaris</i> Medic.) в условиях Предуралья Республики Башкортостан	13
Иванисов М. М., Марченко Д. М., Рыбась И. А., Киринов А. В. Сравнительная характеристика нового сорта озимой мягкой пшеницы Аюта	19
Збраилова Л. П., Лучкина Т. Н., Крат-Кравченко Е. А. Влияние погодных условий на урожайность семян и адаптивность горчицы сарептской в условиях Ростовской области	26
Борадулина В. А., Кузикева А. П., Мусалитин Г. М., Кузиков Ж. В. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта овса ярового Джигит	32
Дубинина О. А., Иванисова А. С., Костыленко О. А. Оценка сортов озимой твердой пшеницы по урожайности и качеству зерна	39
Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н., Ермолаева Т. Я., Нуждина Н. Н., Жиганов Д. А. Влияние условий произрастания на качество пентозанов зерна озимой ржи	46
Ковтунова Н. А., Муслимов М. Г., Ковтунов В. В., Метлина Г. В., Акаева Р. А. Повышение продуктивности сорго на Северном Кавказе агротехническими методами	53
Шарапов И. И., Шарапова Ю. А., Абдраев М. Р. Содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы в различные стадии роста и созревания	59
Донцова В. Ю., Казакова А. С., Юдаев И. В., Брагинцев С. В. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя переменным электрическим полем на урожайность	65
Скворцова Ю. Г., Калинина Н. В., Филленко Г. А. Продуктивность озимой мягкой пшеницы в зависимости от нормы высева и фракционного состава семян	71
Сапунков В. Л., Подгорный С. В. Влияние удобрений на урожайность и качество сортов озимой мягкой пшеницы в засушливой зоне каштановых почвах Волгоградской области	77

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Гоноченко А. В., Гаджимаров Р. Г., Джандаров А. Н., Дригидер В. К. Рост, развитие и урожайность озимой пшеницы в зависимости от интенсификации технологии возделывания в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Ставропольского края	84
Рублюк М. В., Иванов Д. А. Влияние агрофона и осушаемого агроландшафта на продуктивность и показатели экономической эффективности производства зерна яровой пшеницы	91
Казак А. А., Логинов Ю. П., Яценко С. Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения регулятора роста «Росток» в северной лесостепи Тюменской области	99

CONTENTS

PLANT BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

Bome N. A., Salekh S., Vaisfeld L. I. Variability of 1000-grain weight and productivity of mutant populations of spring common WHEAT (<i>Triticum aestivum</i> L.) in the northern Trans-Urals	5
Davletov F. A., Gainullina K. P., Badamshina E. V. Study results of lentil varieties (<i>Lens culinaris</i> Medic.) in the Cis-Urals of the Republic of Bashkortostan	13
Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Rybas' I. A., Kirin A. V. Comparative characteristics of the new winter common wheat variety 'Ayuta'	19
Zbrailova L. P., Luchkina T. N., Krat-Kravchenko E. A. The effect of weather conditions on seed productivity and adaptability of sarepta mustard in the Rostov region	26
Boradulina V. A., Kuzikeeva A. P., Musalitin G. M., Kuzikeev Zh. V. Economic and biological characteristics of the new spring oat variety 'Dzhigit'	32
Dubinina O. A., Ivanisova A. S., Kostylenko O. A. Estimation of winter durum wheat varieties according to grain productivity and quality	39
Kulevatova T. B., Zlobina L. N., Ermolaeva T. Ya., Nuzhdina N. N., Zhiganov D. A. The effect of growing conditions on quality of winter rye grain pentosans	46
Kovtunova N. A., Muslimov M. G., Kovtunov V. V., Metlina G. V., Akaeva R. A. Increasing sorghum productivity in the North Caucasus by agrotechnical methods	53
Sharapov I. I., Sharapova Yu. A., Abdryaev M. R. Protein and starch content in winter wheat grain at different stages of growth and maturation	59
Dontsova V. Yu., Kazakova A. S., Yudaev I. V., Braginets S. V. The effect of pre-sowing treatment of spring barley seeds with an alternating electric field on productivity	65
Skvortsova Yu. G., Kalinina N. V., Filenko G. A. Winter common wheat productivity depending on the seeding rate and the fractional composition of seeds	71
Sapunkov V. L., Podgorny S. V. The effect of fertilizers on productivity and quality of winter common wheat varieties under arid parts of chestnut soils in the Volgograd region	77

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT BREEDING

Gonochenko A. V., Gadzhumarov R. G., Dzhandarov A. N., Dridiger V. K. Winter wheat growth, development and productivity depending on the intensification of cultivation technology under direct seeding on ordinary blackearth of the Stavropol territory	84
Rublyuk M. V., Ivanov D. A. The effect of agricultural background and drained landscape on productivity and economic efficiency of spring wheat grain production	91
Kazak A. A., Loginov Yu. P., Yashchenko S. N. Productivity and grain quality of spring wheat depending on the growth regulator "rostok" in the northern forest-steppe of the Tyumen region	99

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.111.1:58.009:58.087(470.54/.56+.58)

DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-5-12

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАССЫ 1000 ЗЕРЕН И УРОЖАЙНОСТИ МУТАНТНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Н. А. Боме¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры, bomena@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5467-6538;
С. Салех², младший научный сотрудник лаборатории геномных исследований в растениеводстве, samuel.biotech@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0007-6907-7371;

Л. И. Вайсфельд³, главный специалист лаборатории солнечных фотопреобразователей, liv11@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8449-3979

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет»,

625003, Тюменская обл., г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6; e-mail: ceo@utmn.ru;

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья –

филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра
Сибирского отделения Российской академии наук,

625501, Тюменская обл., пос. Московский, ул. Бурлаки, д. 2; e-mail: gnu_niicx@mail.ru;

³Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля Российской академии наук,
119334, г. Москва, ул. Косыгина, д. 4; e-mail: ibcp@sky.chph.ras.ru, golan@sky.chph.ras.ru

Цель исследования – определить изменчивость массы 1000 зерен мутантных образцов пятого (M_5), шестого (M_6) и седьмого (M_7) поколений яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) во взаимосвязи с другими признаками в условиях Северного Зауралья. В течение трех вегетационных периодов (2021–2023 гг.) были протестированы 29 мутантных образцов пятого (M_5), шестого (M_6) и седьмого (M_7) поколений в полевых опытах. Мутации индуцированы с помощью химического мутагена фосфемида после обработки семян сортов Скэнт 3 (Россия), Сага (Мексика) и гибрида F_4 (Сага × Скэнт 3). Были обнаружены значительные различия по массе 1000 зерен и урожайности зерна среди мутантов, превосходящих исходные формы. Высокие показатели массы 1000 зерен отмечены у перспективных мутантов по сравнению с районированными (контрольными, стандартными) сортами (Тюменская 25, Тюменская 29, Новосибирская 31). Установлена достоверная ($p < 0,05$) положительная связь массы 1000 зерен с урожайностью ($r = 0,680–0,760$), массой зерна с колоса ($r = 0,691–0,703$), высотой растений ($r = 0,478–0,586$), шириной ($r = 0,370–0,371$) и площадью ($r = 0,391$) флагового листа, числом растений ($r = 0,342$) и продуктивных побегов ($r = 0,336$) на 1 м², обратной – с длиной колосьев ($r = -0,493$) и числом зерен в колосе ($r = -0,387$). Результаты исследований изменчивости и взаимосвязи между признаками показали, что признак массы 1000 зерен может использоваться в качестве параметра отбора ценных генотипов. Мутанты, выделившиеся по крупности зерна и урожайности, с хорошими показателями белка и стекловидности представляют генетический ресурс для программ селекции яровой мягкой пшеницы в определенных агроэкологических условиях.

Ключевые слова: мутант, генотип, признак, изменчивость, корреляция.

Для цитирования: Боме Н. А., Салех С., Вайсфельд Л. И. Изменчивость массы 1000 зерен и урожайности мутантных популяций яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в условиях Северного Зауралья // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 5–12. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-5-12.



VARIABILITY OF 1000-GRAIN WEIGHT AND PRODUCTIVITY OF MUTANT POPULATIONS OF SPRING COMMON WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) IN THE NORTHERN TRANS-URALS

N. A. Bome¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the department of botany, biotechnology and landscape architecture, bomena@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5467-6538;

S. Salekh², junior researcher of the laboratory for genomic research in plant breeding, samuel.biotech@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0007-6907-7371;

L. I. Vaisfeld³, major specialist of the photoconverter laboratory, liv11@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8449-3979

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “University of Tyumen”, 625003, Tyumen region, Tyumen, Volodarsky Str., 6; e-mail: ceo@utmn.ru;

²Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Urals – Branch of Federal State Institution, Federal Research Center, Tyumen Scientific Center of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 625501, Tyumen region, Moskovsky, Burlaki Str., 2; e-mail: gnu_niicx@mail.ru;

³Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS (IBCP RAS),
119334, Moscow, Kosygin Str., 4; e-mail: ibcp@sky.chph.ras.ru, golan@sky.chph.ras.ru

The purpose of the current study was to determine the variability of 1000-grain weight of mutant samples of the fifth (M_5), sixth (M_6) and seventh (M_7) generations of spring common wheat (*Triticum aestivum* L.) in correlation with other traits in the Northern Trans-Urals. During three growing seasons (2021–2023), 29 mutant samples of the fifth (M_5), sixth (M_6), and seventh (M_7) generations were tested in field trials. Mutations were induced using the chemical mutagen phosphemid after treating seeds of the varieties 'Scant 3' (Russia), 'Cara' (Mexico), and the hybrid F_4 ('Cara' x 'Scant 3'). There have been established significant differences in 1000-grain weight and grain productivity among mutants that exceeded the original forms. High indicators of the trait '1000-grain weight' were found in promising mutants compared to zoned (control, standard) varieties ('Tyumenskaya 25', 'Tyumenskaya 29', 'Novosibirskaya 31'). There has been identified a reliable ($p < 0.05$) positive correlation between 1000-grain weight and productivity ($r = 0.680$ – 0.760), grain weight per ear ($r = 0.691$ – 0.703), plant height ($r = 0.478$ – 0.586), width ($r = 0.370$ – 0.371) and area ($r = 0.391$) of a flag leaf, number of plants ($r = 0.342$) and productive shoots ($r = 0.336$) per 1 m^2 , and a negative correlation with length of ears ($r = -0.493$) and number of grains per ear ($r = -0.387$). The study results of variability and correlation between traits has shown that the trait '1000-grain weight' can be used as a parameter for selecting valuable genotypes. The mutants with the best grain size and productivity, with good indices protein and hardness represent a genetic resource for spring common wheat breeding programs in certain agroecological conditions.

Keywords: mutant, genotype, trait, variability, correlation.

Введение. Пшеница является одной из важнейших основных культур и составляет около 21 % мирового производства продовольственных видов растений (FAOSTAT, 2021). Получение стабильной урожайности с хорошим качеством зерна пшеницы в условиях с резкими колебаниями гидротермических показателей в период вегетации достигается подбором и созданием сортов с высокой экологической пластичностью с учетом агроэкологических факторов (Евдокимов и др., 2020).

В условиях меняющегося климата является актуальным увеличение генетического разнообразия сельскохозяйственных растений с целью получения форм с высокой адаптационной способностью по отношению к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды. С помощью физического и химического мутагенеза по различным видам растений создано 3432 сорта, задокументированных в базе данных МАГАТЭ (IAEA, 2023), из них к официальному выпуску в 2023 году предложено 275 мутантных сортов пшеницы. Мутационная селекция рассматривается как относительно быстрый, эффективный и проверенный подход в создании платформы для отбора генотипов с новыми или улучшенными полезными признаками. Однако для получения высокой частоты и спектра мутаций необходим поиск новых мутагенов с разработкой технологии их применения на растениях (Ренгартен, 2022). В данной работе изучается мутагенный эффект химического мутагена фосфемид.

Цель исследования – определить изменчивость массы 1000 зерен мутантных образцов пятого (M_5), шестого (M_6) и седьмого (M_7) поколений яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) во взаимосвязи с другими признаками в условиях Северного Зуралья.

Материалы и методы исследований. Исследование провели в вегетационные периоды 2021–2023 гг. на экспериментальном участке биостанции «Озеро Кучак» ($57^{\circ}20'57.3''N$ $66^{\circ}03'21.8''E$, Тюменская область, Нижнетавдинский район) и в лаборатории биотехнологи-

ческих и микробиологических исследований Школы естественных наук Тюменского государственного университета. Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, содержание гумуса составляет 3,67 %, pH 6,6.

Объекты опытов – 29 мутантных образцов пятого (M_5), шестого (M_6) и седьмого (M_7) поколений, полученных с помощью химического мутагена фосфемид. Семена двух сортов – Скэнт 3 (Россия), Cara (Мексика) и гибрида от скрещивания этих сортов в четвертом (F_4) поколении были обработаны раствором мутагена в концентрациях 0,01 и 0,002 % (экспозиция 3 ч). Фосфемид (phosphemidum), или ди-(этиленмид)пиримидил-2-амидофосфорная кислота, – белый или желтоватый кристаллический порошок, молекулярная масса 137,1 г/моль, растворимый в воде и спирте.

Биологический эффект фосфемиды был доказан полученным спектром мутаций, что позволило выделить и отобрать из мутантных популяций ценные генотипы по ряду хозяйственно-ценных признаков: раннеспелые ($n = 6$), позднеспелые ($n = 3$), пирамидальный колос ($n = 2$), спельтоидный колос ($n = 1$), крупный колос ($n = 3$), желтая окраска соломины и колоса ($n = 4$), высокорослые, устойчивые к полеганию ($n = 2$), широкий флаговый лист ($n = 5$), прочная соломина ($n = 3$). По результатам тестирования мутантных популяций во втором (M_2) и третьем (M_3) поколениях были выявлены образцы, превосходящие по изученным признакам исходные сорта и гибрид. Сравнение мутантных образцов пятого (M_5), шестого (M_6) и седьмого (M_7) поколений выполнено с районированными в Тюменской области сортами и взятыми в качестве стандартов (Тюменская 25, Тюменская 29 и Новосибирская 31).

Полевое испытание было проведено в соответствии с методическими указаниями Всероссийского института генетических ресурсов им. Н. И. Вавилова на делянках с учетной площадью 1 m^2 , глубина посева семян 5–6 см, междурядье 20 см, число высеванных семян – 650 шт./1 m^2 (из расчета 6,5 млн всхожих семян/га), повторность четырехкратная. Посев

выполняли в первой половине мая: 10.05.2021 г.; 07.05.2022 г.; 15.05.2023 г. с помощью сеялки точного высева Wintersteiger Rowseed 1R (Австрия), уборку растений – вручную в фазу полной спелости зерна. Содержание общего хлорофилла в клетках флагового листа измеряли с помощью прибора Spad 502 («Minolta Camera Co, Ltd», Япония). Урожайность рассчитывали после обмолота колосьев на молотилке (Wintersteiger LD 180, Австрия), очистки и взвешивания. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89 с предварительным подсчетом на автоматическом счетчике Wintersteiger Seed Count S-25+ (DATA Detection Technologies, Австрия). Для оценки зерна по стекловидности использовали диафаноскоп ДСЗ-2 (ГОСТ 10987-76). Содержание белка в зерне определяли методом Кельдаля (ГОСТ 10846-91) в Аналитическом центре по определению качества почвы и растениеводческой продукции ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» (Казахстан).

Для статистической обработки полученных данных использовали апробированные методики, табличный процессор Microsoft Excel и программное обеспечение STATISTICA 6.0 («StatSoft», Inc., США). Рассчитывали средние значения ($\bar{x}$), ошибки средних (S_x), коэффициент вариации (CV, %), достоверности различий между средними значениями вариантов с использованием t-критерия Стьюдента; выполняли дисперсионный и корреляционный анализ.

Анализ погодных условий в период вегетации растений проводили на основе метеоданных, полученных с датчиков профессиональной локальной метеостанции IMetos IMT300 («Pessl Instruments», Австрия). Гидротермический ко-

эффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) рассчитывали по формуле:

$$\text{ГТК} = \frac{R}{0,1} \cdot \sum t,$$

где R – сумма осадков за месяц, мм; $\sum t$ – сумма среднесуточных значений температуры воздуха больше 10 °C.

Отмечено неравномерное распределение осадков в каждый вегетационный период исследования, а также при сравнении со средними многолетними значениями. В 2021 г. в течение периода май–август наблюдался значительный недостаток осадков, рост и развитие растений от всходов до налива и созревания зерна проходили в условиях атмосферной и почвенной засухи (ГТК = 0,1–0,9). Вегетационный период 2022 г. характеризовался относительно благоприятными условиями по влаго- и теплообеспеченности в мае (посев и формирование всходов, ГТК = 1,1). Недостаток влаги наблюдался при прохождении растениями фенологической фазы «выход в трубку» (июнь, ГТК = 0,8) и в период налива и созревания зерна (август, ГТК = 0,5). В 2023 г. начальные этапы онтогенеза протекали в условиях водного и теплового стресса (ГТК = 0,2).

В наиболее засушливый из трех вегетационных периодов 2021 г. (с меньшим по сравнению с нормой количеством осадков и высокими значениями среднесуточной температуры воздуха) у мутантных образцов и стандартных сортов яровой пшеницы отмечено более быстрое наступление фенологических фаз развития, также ускорялось прохождение периодов – от посева до колошения и от колошения до спелости зерна (табл. 1).

Таблица 1. Фенологические характеристики роста и развития яровой пшеницы в контрастных условиях вегетационных периодов 2021–2023 годов
Table 1. Phenological characteristics of growth and development of spring wheat in contrasting conditions of the vegetation periods of 2021–2023

Год*	Среднесуточная температура воздуха $\bar{x}$ (°C)	Сумма осадков Σ (мм)	Период «посев – колошение» $\bar{x}$ (сутки)	Период «колошение – спелость» $\bar{x}$ (сутки)
2021	18,4	96,6	51,0	29,5
2022	16,5	195,2	59,8	36,8
2023	17,3	267,8	52,0	33,4
n**	16,0	251,0	–	–

Примечание. * – вегетационный период (май – август); ** – средние многолетние значения осадков и среднесуточной температуры воздуха (условная норма).

В 2022 г. при увеличении количества осадков на фоне пониженной температуры в июне и июле изученным образцам пшеницы потребовалось более длительное время для достижения полной спелости.

Результаты и их обсуждение. Урожайность зерна пшеницы является сложным количественным признаком, который может значительно варьировать под воздействием различных факторов окружающей среды. В работе, выполненной в условиях Республики Тыва, вы-

явлена положительная корреляция урожайности и массы 1000 зерен яровой пшеницы с гидротермическим коэффициентом июня и июля (Донгак, 2024). В связи с этим, отбор ценных генотипов эффективен, если в селекционном материале существует адекватная генетическая изменчивость (Miao et al., 2022).

В нашем исследовании отмечены высокие диапазоны варьирования урожайности как при сравнении средних значений по годам, так и между образцами в пределах каждо-

го года. Самая низкая урожайность у мутантов и контрольных сортов получена в засушливом 2021 г., при сравнении с 2022 и 2023 гг. различия достоверны (табл. 2).

В работах ряда авторов (Chowdhry et al., 2020; Li et al., 2022) показано, что масса 1000 зерен – один из основных признаков, определя-

ющих урожайность пшеницы. Более крупное зерно мутантные образцы и районированные сорта яровой пшеницы формировали в относительно благоприятных метеорологических условиях вегетационного периода 2023 г. (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ мутантных образцов и стандартных сортов яровой пшеницы по массе 1000 зерен и урожайности (2021–2023 гг.)
Table 2. Comparative analysis of mutant samples and standard varieties of spring wheat according to 1000-grain weight and productivity (2021–2023)

Год	Признак	Мутанты				Сорта-стандарты	
		min	max	$\bar{X} \pm Sx$	CV, %	$\bar{X} \pm Sx$	CV, %
2021	Масса 1000 зерен, г	10,4	39,9	27,0 $\pm$ 1,20	26,29	32,3 $\pm$ 2,43	13,07
	Урожайность, г/м ²	7,5	161,3	86,5 $\pm$ 8,08	55,34	128,7 $\pm$ 23,30	31,36
2022	Масса 1000 зерен, г	17,4	38,6	29,75 $\pm$ 1,13	22,44	33,7 $\pm$ 3,48	17,89
	Урожайность, г/м ²	126,5	588,7	278,9 $\pm$ 19,49*	41,35	382,6 $\pm$ 42,45*	19,21
2023	Масса 1000 зерен, г	29,4	43,1	36,0 $\pm$ 0,58*	9,62	35,0 $\pm$ 2,83*	14,04
	Урожайность, г/м ²	100,2	414,4	235,5 $\pm$ 14,12*	35,47	305,8 $\pm$ 56,64*	32,08

Примечание. CV – коэффициент вариации; $\bar{X} \pm Sx$ – среднее значение признака и ошибка среднего. Достоверные отличия по годам $P < 0,05$: * урожайность 2021–2022, 2021–2023; • – масса 1000 зерен 2023–2021, 2023–2022.

В засушливом 2021 г. показатель массы 1000 зерен снижался по сравнению с 2022 г. на 10,2 % у мутантных образцов, на 4,3 % – у сортов, взятых в качестве стандартов, по сравнению с 2023 г. – на 33,3 и 8,4 % соответственно. Следует отметить, что в 2023 г. между средними значениями массы 1000 зерен мутантных генотипов и стандартных сортов достоверных различий не обнаружено, в другие вегетационные периоды данный показатель был выше у стандартов. Степень изменчивости признака у мутантов была слабой в 2023 г. и высокой в два других года исследований, у стандартов – средняя.

В соответствии с Международным классификатором СЭВ рода *Triticum* L. в засушливом 2021 г. по крупности зерна большинство образцов вошли в две группы с массой 1000 зерен: очень малой (10,4–28,2 г) – 22 образца (62,8 %), и малой – 12 образцов (34,3 %); и только один мутантный образец (2,9 %) соответствовал средней крупности (39,9 г).

В стрессовых условиях выделились четыре мутантных образца под номерами 18, 19, 20 (получены на основе сорта Скэнт 3, концентрация мутагена 0,002 %) и номером 26 (на основе сорта Сара, 0,01 %) с массой 1000 зерен 35,8–38,6 г (стандарты 27,6–35,8 г).

В более благоприятных условиях вегетации 2022 г. в группах с очень малой (17,4–29,4 г) и малой (31,3–37,8 г) массой 1000 зерен было 18 (51,4 %) и 17 (48,6 %) номеров соответственно.

У 10 мутантов получено зерно с массой 1000 зерен 35,8–38,6 г, при варьировании этого признака у стандартов от 26,8 до 37,8 г. В данной группе три образца получены после обработки семян сорта Сара раствором с концентрацией фосфемиды 0,01 % (номера 4 и 11) и 0,002 % (номер 32), четыре образца (номера 16, 17, 18, 20) – на основе сорта Скэнт 3 (0,002 %) и три об-

разца (номера 26, 27, 29) – на основе сорта Сара (0,01 %).

Зерно урожая 2023 г. характеризовалось более высокими показателями массы 1000 зерен по сравнению с двумя предыдущими вегетационными периодами. Согласно международному классификатору, увеличилась доля образцов с малой (31,4–38,2 г) и средней (38,4–43,1 г) массой 1000 зерен – 62,7 % и 25,9 % соответственно, у четырех образцов (11,4 %) отмечен наименьший показатель – 29,4–30,4 г.

Выделились четыре образца (номера 1, 9, 23, 31) с максимальным значением признака – 40,2–43,1 г, у стандартов – 29,4–38,7 г. Из них образец под номером 1 – исходный сорт Сара не подвергался мутагенному воздействию, два образца отобраны из мутантной популяции сорта Скэнт 3 (0,002 и 0,01 %), один – из популяции сорта Сара (0,002 %). Следует отметить, что масса 1000 зерен у остальных изученных образцов была 30 г и более, за исключением стандартного сорта Новосибирская 31 – 29,4 г и мутанта (8) Р1 (0,002 %) Сара – 29,9 г.

Для снижения варьирования урожайности пшеницы в различных условиях окружающей среды важное агрономическое значение имеют стабильные показатели крупности зерна (Кинчаров и др., 2020).

Широкий диапазон варьирования массы 1000 зерен у мутантных образцов увеличивает возможности отбора ценных генотипов яровой пшеницы по данному признаку во взаимосвязи с продуктивностью. На основе сравнительного анализа зерна, выращенного в контрастных погодных условиях, к числу перспективных отнесли мутанты яровой пшеницы толерантные к воздействию неблагоприятных факторов по признаку массы 1000 зерен и обеспечившие хороший урожай (табл. 3).

Таблица 3. Масса 1000 зерен и урожайность некоторых мутантов и районированных сортов яровой пшеницы в различных условиях вегетации
Table 3. 1000-grain weight and productivity of some mutants and zoned varieties of spring wheat in different growing conditions

Образец	2021 год	2022 год	2023 год	Среднее 2021–2023 годы	CV, %
Масса 1000 зерен, г					
Тюменская 25	35,8	37,8	38,7	37,4±0,86	3,97
Тюменская 29	33,4	36,6	36,8	35,6±1,10	5,36
Новосибирская 31	27,6	26,8	29,4	27,9±0,77	4,77
(4) F4 (0,01%) Сага х Скэнт 3	20,3	37,7	32,8	30,3±5,18	29,64
(5) F4 (0,01%) Сага х Скэнт 3	23,8	22,3	31,4	25,8±2,82*	18,89
(16) P2 (0,002%) Скэнт 3	33,8	37,5	38,7	36,7±1,47°	6,97
(17) P2 (0,002%) Скэнт 3	34,5	35,5	36,8	35,6±0,67°	3,24
(18) P2 (0,002%) Скэнт 3	37,8	35,8	37,2	36,9±0,59°	2,78
(20) P2 (0,002%) Скэнт 3	39,9	35,8	37,7	37,8±1,18°	5,43
(26) P1 (0,01%) Сага	35,8	37,3	36,3	36,5±0,44°	2,09
(29) P1 (0,01%) Сага	31,4	37,2	38,2	35,6±2,12°	10,31
НСР ₀₅	–	–	–	2,81	–
Урожайность, г/м ²					
Тюменская 25	161,3	464,2	414,4	346,6±93,78	46,86
Тюменская 29	141,2	362,3	279,4	260,9±64,49	42,80
Новосибирская 31	83,5	321,4	223,6	209,5±69,04	57,08
(4) F4 (0,01%) Сага х Скэнт 3	115,6	588,7	335,3	346,5±136,7	68,32
(5) F4 (0,01%) Сага х Скэнт 3	109,4	412,8	364,6	295,6±94,13	55,16
(16) P2 (0,002%) Скэнт 3	146,3	351,6	324,2	274,0±64,35	40,68
(17) P2 (0,002%) Скэнт 3	152,3	428,3	295,5	292,0±79,69	47,27
(18) P2 (0,002%) Скэнт 3	124,6	345,0	259,3	243,2±64,17	45,71
(20) P2 (0,002%) Скэнт 3	104,5	405,3	316,8	275,5±89,25	56,10
(26) P1 (0,01%) Сага	112,9	298,7	356,3	256,0±73,44	49,69
(29) P1 (0,01%) Сага	112,8	395,6	225,8	244,7±82,18	58,16
НСР ₀₅	–	–	–	50,8	–

Примечание. F₄ – гибрид четвертого поколения от скрещивания двух исходных сортов: Сага (P1) и Скэнт 3 (P2). В скобках указаны номер образца и концентрация фосфемиды. CV – коэффициент вариации. Достоверные отличия от стандартов $P \leq 0,05$: *Тюменская 25, /Тюменская 29, Новосибирская 31.

Признак массы 1000 зерен характеризовался стабильностью по годам исследования у стандартных сортов и шести мутантных образцов. У двух мутантов – (4) F4 (0,01 %) Сага х Скэнт 3 и (5) F4 (0,01 %) Сага х Скэнт 3 при близких значениях за два года отмечены существенные отличия в третий год. Анализ данного признака по годам и в сравнении с сортами стандартами показал, что в 2021 г. два мутанта (18) P2 (0,002 %) Скэнт 3 и (20) P2 (0,002 %) Скэнт 3 достоверно превосходили лучший стандарт Тюменская 25, мутант (26) P1 (0,01%) Сага был на уровне с ним. Два мутанта (16) P2 (0,002 %) Скэнт 3 и (29) P1 (0,01 %) Сага были на уровне лучшего стандарта Тюменская 25 в 2022 и 2023 гг., (26) P1 (0,01 %) Сага – в 2021 и 2022 годах.

В среднем за три года исследования масса 1000 зерен составила у восьми мутантных образцов 25,8–37,8 г, при этом шесть из них были на уровне или превышали лучшие стандартные сорта Тюменская 25 и Тюменская 29. Вариабельность признака была слабой у районированных сортов и большинства мутантов, за исключением образцов (4) F4 (0,01 %) Сага х Скэнт 3 и (5) F4 (0,01 %) Сага х Скэнт 3. Увеличение вариабельности у этих мутан-

тов связано со значительным снижением массы 1000 зерен под влиянием стресс-факторов в 2021 году. В то же время максимальные значения признака (31,4–37,7 г) во взаимосвязи с урожайностью позволяют говорить о высоком потенциале этих генотипов.

Урожайность зерна выделенных мутантов пшеницы в среднем за три года составила 244,7–346,5 г/м²; стандартных сортов – 209,5–346,6 г/м². Значительное снижение урожайности отмечено в засушливом 2021 г., что связано с совпадением периодов цветения и формирования зерновок с высокой температурой воздуха и недостатком осадков. Максимальная урожайность 405,3–588,7 г/м² получена у двух мутантов (номера 4, 5), созданных на основе гибрида Сага х Скэнт 3, и двух (номера 17, 20) – на основе сорта Скэнт 3.

Вариабельность средних показателей за три года была высокой как у мутантов, так и стандартов. Урожайность существенно зависела от метеорологических факторов, что подтверждается значениями коэффициента вариации. В то же время выявленные различия между образцами отражают роль генотипа в формировании зерновой продуктивности.

Для оптимального выбора ценных генотипов очень важно, чтобы зерно характеризовалось высокими показателями не только урожайности, но и качества. Учитывая, что максимальная урожайность была получена в 2022 г., провели сравнительный анализ мутантных и стандартных образцов по содержанию белка в зерне. В целом по изученным образцам признак изменялся от 13,05 до 16,38 % при среднем значении $14,57 \pm 0,69$ %. У контрольных сортов количество белка составило: Тюменская 25 – 14,56 %, Тюменская 29 – 13,35 %, Новосибирская 31 – 15,17 %. Зерно перспективных мутантных образцов содержало белка 13,65–14,87 %, что по классификации ГОСТ 43702-2020 соответствовало сильной пшенице или улучшителю.

Стекловидность – один из основных параметров качества, характеризующий прочность связи «крахмал – белок» и определяющий дальнейшую переработку зерна. Наиболее благоприятные условия для формирования стекловидного зерна складывались в вегетационный период 2023 года. У мутантных образцов показатель стекловидности изменялся от 68,8 до 85,7 %, у сортов Тюменская 25, Тюменская 29, Новосибирская 31 составил 73,5; 66,8 и 75,6 % соответственно. При сравнении с лучшим стандартом зерно трех мутантов – (5) F4 (0,01 %) Сага х Скэнт 3; (16) P2 (0,002%) Скэнт 3; (18) P2 (0,002%) Скэнт 3 – характеризовалось более высокими показателями стекловидности (85,7; 81,8 и 80,9 % соответственно). Образцы под номерами 5, 20, 26 были на уровне с сортом Новосибирская 31.

Для понимания взаимосвязей между массой 1000 зерен и другими признаками генотипов яровой пшеницы в контрастных условиях вегетации 2021–2023 гг. был выполнен корреляционный анализ. Установлено, что сила связи между массой 1000 зерен и урожайностью изменялась от слабой в 2023 г. ($r = 0,290$, $p > 0,05$) до высокой в 2021 г. ($r = 0,680$; $p < 0,05$) и 2022 г. ($r = 0,760$; $p < 0,05$).

Известно, что формирование технологических свойств зерна пшеницы зависит от целого ряда факторов, под воздействием которых происходят рост и развитие растений. В работе Е. В. Агеевой с соавторами (2021) показано, что в условиях лесостепи Приобья существенный вклад в урожайность яровой пшеницы вносят масса зерна с колоса и масса 1000 зерен. Авторы отмечают необходимость выявления для селекционных программ источников с хорошей выраженностью данных признаков.

Анализ взаимосвязи между признаками массы 1000 зерен и массы зерна с колоса выявил высокую корреляцию в 2021 г. ($r = 0,703$, $p < 0,05$) и 2022 г. ($r = 0,691$, $p < 0,05$). Ослабевание силы и характера связи в 2023 г. ($r = -0,069$, $p > 0,05$) может быть связано с меньшим диапазоном изменчивости массы зерна с колоса у изученных образцов, что подтверждается коэффициентом вариации – 18,31 % в 2023 г.

против 28,88 % в 2022 г. и 49,23 % в 2021 году. Среднее значение продуктивности одного колоса в среднем по образцам в годы исследования составило $0,42 \pm 0,21$, $0,91 \pm 0,26$ и $1,25 \pm 0,23$ г соответственно.

Установлена положительная средняя связь массы 1000 зерен с высотой растений в фазу колошения во все вегетационные периоды 2021–2023 гг. ($r = 0,561$, $p < 0,05$; $r = 0,586$, $p < 0,05$; $r = 0,478$, $p < 0,05$ соответственно). Почти равное значение коэффициентов корреляции по годам показало, что высота растений имела положительное и прямое влияние на крупность зерна в разных условиях выращивания. В засушливых условиях (2021 г.) растения пшеницы были низкорослыми ($32\text{--}72$ см), среднее значение по образцам составило $55,7 \pm 12,54$ см ($CV = 22,53$ %), в два других вегетационных периода (2022, 2023 гг.) – $76,3 \pm 13,93$ и $68,5 \pm 14,75$ см ($CV = 18,25$ %, $CV = 21,55$ % соответственно).

Отмечено положительное средней силы влияние на массу 1000 зерен в 2021 и 2022 гг. ширины ($r = 0,370$, $r = 0,371$, $p < 0,05$), в 2022 г. площади ($r = 0,391$, $p < 0,05$) флагового листа. С длиной флагового листа корреляция во все годы исследования была недостоверной. Метеорологические факторы наиболее благоприятно для формирования листовой поверхности растений пшеницы складывались в 2022 году. По длине ($16,3 \pm 3,53$ см), ширине ($12,1 \pm 1,35$ мм), площади ($14,2 \pm 2,26$ см²) флагового листа превышение над средними значениями 2021 и 2023 гг. составило 19,0–33,1; 19,8–29,8 и 38,7–54,9 % соответственно.

Прямая связь крупности зерна с содержанием хлорофилла в клетках флагового листа в фазу колошения растений, выявленная в засушливом 2021 г. ($r = 0,192$, $p > 0,05$), в последующие годы ослабевает и становится обратной ($r = -0,060$, $p > 0,05$; $r = -0,124$, $p > 0,05$). Количество пигмента составило $46,8 \pm 3,38$; $43,9 \pm 2,94$; $40,9 \pm 5,58$ ед. Spad.

Длина колоса является важным компонентом урожайности пшеницы, так как на колосе с большей длиной формируется больше колосков и соответственно зерен. По нашим данным связь между массой 1000 зерен и длиной колоса за весь период исследования была обратной, достоверной в 2023 г. ($r = -0,493$, $p < 0,05$). Длина колосьев изученных образцов варьировала от 5 см (2021 г.) до 13 см (2023 г.) при средних значениях $6,0 \pm 1,00$ см и $8,4 \pm 1,84$ см; степень изменчивости признака увеличивалась в 2023 г. ($CV = 21,81$ %) против $CV = 11,62\text{--}16,64$ % в другие годы.

Обнаружена средняя сопряженность массы 1000 зерен в 2021 г. ($r = 0,342$, $p < 0,05$) и слабая в 2022 и 2023 гг. ($r = 0,165$, $p > 0,05$; $r = 0,191$, $p > 0,05$) с выживаемостью растений в течение вегетационного периода и числом продуктивных побегов на 1 м² в фазе полной спелости зерна ($r = 0,336$, $p < 0,05$; $r = 0,209$, $p > 0,05$; $r = 0,219$, $p > 0,05$ соответственно). По усредненным данным, наибольшее число продуктивных побегов

отмечено в 2022 г. ($358 \pm 60,5$ шт./1 м²) при варьировании признака от 253 до 524 шт./1 м².

Выводы. Наши результаты показали, что увеличение генетического разнообразия яровой мягкой пшеницы с помощью химического мутагена фосфемида может снизить неблагоприятное воздействие стресс-факторов на показатели массы 1000 зерен и урожайности.

Выявленные положительные связи массы 1000 зерен с другими селекционно-ценными признаками (урожайность, масса зерна с колоса, высота растений, выживаемость, число побегов на 1 м², ширина и площадь флагового листа), а также диапазоны варьирования признаков в пределах мутантных популяций позволяют рассматривать возможность эф-

фективного отбора ценных генотипов яровой пшеницы с учетом определенных агроклиматических условий.

Генотипы яровой мягкой пшеницы ((18) P2 (0,002 %) Скэнт 3; (20) P2 (0,002 %) Скэнт 3; (26) P1 (0,01 %) Cara), способные формировать высокую массу 1000 зерен и урожайность при недостатке влаги на фоне повышенных температур воздуха (2021 г.), могут обладать высоким уровнем устойчивости к засухе.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № FEWZ-2021-0007 «Адаптивная способность сельскохозяйственных растений в экстремальных условиях Северного Зауралья».

Библиографический список

1. Агеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко И. Е., Советов В. В. Масса зерна колоса и масса тысячи зерен как признаки продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в условиях лесостепи Приобья // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 7(1). С. 5–11. DOI: 10.18699/LettersVJ2021-7-0
2. Донгак М. С. М. Влияние гидротермического режима на урожайность яровой пшеницы в условиях Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 10–15. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-10-15
3. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5. С. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31
4. Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Демина Е. А., Чекмасова К. Ю. Селекционная оценка признака «масса 1000 зерен» в засушливых условиях // Успехи современного естествознания. 2020. № 5. С. 7–12.
5. Ренгартен Г. А. Использование химического мутагенеза в селекции растений в России и за рубежом // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 42–46.
6. Chowdhry M. A., Ali M., Subhani G. M., Khaliq I. Path Coefficient Analysis for Water Use Efficiency, Evapo-Transpiration Efficiency, Transpiration Efficiency and Some Yield Related Traits in Wheat // Pakistan Journal of Biological Sciences. 2000. Vol. 3, P. 313–317. DOI: 10.3923/pjbs.2000.313.317
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and agriculture organization of the United Nations (Rome, Italy). 2021. URL: <http://faostat.fao.org/> (дата обращения: 20.02.25).
8. IAEA International Atomic Energy Agency (Mutant Varieties Database). IAEA. 2023. URL: <https://nucleus.iaea.org/> (дата обращения: 05.02.25).
9. Li Y., Hou R., Liu X., Chen Y., Tao F. Changes in wheat traits under future climate change and their contributions to yield changes in conventional vs. conservation tillage systems // Science of the Total Environment. 2022. Vol. 815, Article number: 152947. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.152947
10. Miao Y., Jing F., Ma J., Liu Y., Zhang P., Chen T., Che Z., Yang D. Major genomic regions for wheat grain weight as revealed by QTL linkage mapping and meta-analysis. // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 13, DOI: 10.3389/fpls.2022.802310

References

1. Ageeva E. V., Leonova I. N., Likhenco I. E., Sovetov V. V. Massa zerna kolosa i massa tysyachi zeren kak priznaki produktivnosti u sortov yarovoi myagkoi pshenitsy raznykh grupp spelosti v usloviyakh lesostepi Priob'ya [Grain weight per ear and 1000-grain weight as productivity traits in spring common wheat varieties of different maturity groups in the Ob forest-steppe] // Pis'ma v Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2021. № 7(1). S. 5–11. DOI: 10.18699/LettersVJ2021-7-0
2. Dongak M. S. M. Vliyanie gidrotermicheskogo rezhima na urozhainost' yarovoi pshenitsy v usloviyakh Respubliki Tyva [The effect of hydrothermal regime on spring wheat productivity in the Republic of Tyva] // Vestnik KrasGAU. 2024. № 10. S. 10–15. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-10-15
3. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V. Zavisimost' urozhainosti i kachestva zerna tverdoi yarovoi pshenitsy ot meteorologicheskikh faktorov v yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [Dependence of productivity and grain quality of spring durum wheat on meteorological factors in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 5. S. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31
4. Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Demina E. A., Chekmasova K. Yu. Selektionnaya otsenka priznaka massa 1000 zeren v zasushlivykh usloviyakh [Breeding estimation of the trait '1000-grain weight' in arid conditions] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2020. № 5. S. 7–12.
5. Rengarten G. A. Ispol'zovanie khimicheskogo mutageneza v selektsii rastenii v Possii i za rubezhom [mutagenesis in plant breeding in Russia and abroad] // Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2022. № 4. S. 42–46.
6. Chowdhry M. A., Ali M., Subhani G. M., Khaliq I. Path Coefficient Analysis for Water Use Efficiency, Evapo-Transpiration Efficiency, Transpiration Efficiency and Some Yield Related Traits in Wheat // Pakistan Journal of Biological Sciences. 2000. Vol. 3, P. 313–317. DOI: 10.3923/pjbs.2000.313.317

7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and agriculture organization of the United Nations (Rome, Italy). 2021. URL: <http://faostat.fao.org/> (data obrashcheniya: 20.02.25).
8. IAEA International Atomic Energy Agency (Mutant Varieties Database). IAEA. 2023. URL: <https://nucleus.iaea.org/> (data obrashcheniya: 05.02.25).
9. Li Y., Hou R., Liu X., Chen Y., Tao F. Changes in wheat traits under future climate change and their contributions to yield changes in conventional vs. conservation tillage systems // Science of the Total Environment. 2022. Vol. 815, Article number: 152947. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.152947
10. Miao Y., Jing F., Ma J., Liu Y., Zhang P., Chen T., Che Z., Yang D. Major genomic regions for wheat grain weight as revealed by QTL linkage mapping and meta-analysis. // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 13, DOI: 10.3389/fpls.2022.802310

Поступила: 04.03.25; доработана после рецензирования: 31.03.25; принята к публикации: 09.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Боме Н. А. – концептуализация, проектирование исследования, выполнение полевых опытов, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи. Салех С. – выполнение полевых опытов, сбор и статистическая обработка экспериментальных данных, подготовка рукописи. Вайсфельд Л. И. – анализ литературных источников, обобщение и интерпретация данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ (*LENS CULINARIS MEDIC.*) В УСЛОВИЯХ ПРЕДУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ф. А. Давлетов^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и первичного семеноводства зернобобовых и крупяных культур, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кормовых и зерновых культур, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;

К. П. Гайнуллина^{1,3}, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кормовых и зерновых культур, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;

Е. В. Бадамшина², кандидат технических наук, старший научный сотрудник аналитической лаборатории, evbadamshina@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-0788-7260

¹Опытная станция «Уфимская» – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450535, Республика Башкортостан, Уфимский район, с. Чернолесовский, ул. Тополиная, д. 1;

²Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450059, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, д. 19;

³Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450054, Республика Башкортостан, г. Уфа, пр-т Октября, д. 71/1Е

Чечевица является ценной зернобобовой культурой, широко распространенной во всем мире. В Республике Башкортостан у сельхозтоваропроизводителей отсутствует выраженный интерес к возделыванию чечевицы по причине ее невысокой урожайности, связанной, прежде всего, с недостаточным количеством сортов, адаптивных к условиям региона. В связи с этим целью нашего исследования стала оценка сортов чечевицы по важнейшим признакам и свойствам для подбора наиболее приспособленных из них к условиям Предуралья. Опыты проводили в 2022–2024 годах. Метеорологические условия были контрастными по годам: 2023 и 2024 гг. характеризовались как засушливые (ГТК = 0,52 и ГТК = 0,71 соответственно), 2022 г. – благоприятный по влагообеспеченности и температурному режиму (ГТК = 1,30). Оценки, учеты и измерения проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Материалом для исследования послужили сорта чечевицы Веховская 1, Екатериновская, Рауза, Даная, Октава, Пикантная, Невеста, Лира. Результаты наших опытов показали, что в среднем за 2022–2024 гг. наиболее скороспелыми оказались сорта Пикантная, Даная, Веховская 1 с продолжительностью вегетационного периода 74,3±1,5; 74,0±2,0; 75,3±2,5 сут. соответственно. Технологичностью характеризовались сорта с высоким прикреплением нижних бобов Екатериновская, Октава, Невеста, Даная, Пикантная. Высокой семенной продуктивностью отличались сорта – Екатериновская, Октава, Невеста с массой семян с растения 2,06±0,11; 1,94±0,04; 1,94±0,09 г соответственно. По данным конкурсного сортоиспытания в среднем за 3 года наибольшую прибавку урожая зерна показали сорта Невеста (+0,16 т/га), Екатериновская (+0,15 т/га), Октава (+0,12 т/га). Полученные нами результаты позволяют рекомендовать к возделыванию в условиях Республики Башкортостан сорта чечевицы Екатериновская, Невеста, Октава как наиболее адаптивные и высокоурожайные.

Ключевые слова: чечевица, сорт, адаптивность, семенная продуктивность, урожайность.

Для цитирования: Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Бадамшина Е. В. Результаты изучения сортов чечевицы (*Lens culinaris Medic.*) в условиях Предуралья Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 13–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-13-18.



STUDY RESULTS OF LENTIL VARIETIES (*LENS CULINARIS MEDIC.*) IN THE CIS-URALS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

F. A. Davletov^{1,2}, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory for breeding and primary seed production of legumes and groats, senior researcher of the laboratory for breeding and primary seed production of feed and grain crops, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;

K. P. Gainullina^{1,3}, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for plant genomics, senior researcher of the laboratory for breeding and primary seed production of feed and grain crops, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;

E. V. Badamshina², Candidate of Technical Sciences, senior researcher of analytical laboratory, evbadamshina@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-0788-7260

¹Experimental Station “Ufimskaya”, a separate structural subdivision of the FSBSI of the Ufa Federal Research Center of the RAS, 450535, Republic of Bashkortostan, Ufa region, v. of Chernolesovsky, Topolinaya Str., 1;

²*Bashkiria Research Institute of Agriculture, a separate structural subdivision of the FSBSI of the Ufa Federal Research Center of the RAS, 450059, Republic of Bashkortostan, Ufa, Rikhard Zorge Str., 19;*

³*Institute of Biochemistry and Genetics, a separate structural subdivision of the FSBSI of the Ufa Federal Research Center of the RAS, 450054, Republic of Bashkortostan, Ufa, Oktyabrya Avenue, 71, lit. 1E*

Lentil is a valuable legume, widely spread throughout the world. In the Republic of Bashkortostan, agricultural producers do not have much interest in cultivating lentil due to its low productivity, primarily due to the insufficient number of varieties adaptable to the conditions of the region. In this regard, the purpose of the current study was to estimate lentil varieties by the most important traits and properties to select the most suitable ones for the Cis-Urals. The trials were conducted in 2022–2024. Weather conditions were contrasting by the years, since 2023 and 2024 were arid ($HTC = 0.52$ and $HTC = 0.71$, respectively), 2022 was favorable due to moisture supply and temperature conditions ($HTC = 1.30$). The estimation, records and measurements were carried out in accordance with the Methodology of the state variety testing of agricultural crops. The lentil varieties 'Vekhovskaya 1', 'Ekaterinovskaya', 'Rauza', 'Danaya', 'Oktava', 'Pikantnaya', 'Nevesta', 'Lira' were the material for the current study. The results of our trials have shown that in 2022–2024, the earliest ripening varieties were 'Pikantnaya', 'Danaya', 'Vekhovskaya 1' with the length of a vegetation period of 74.3 ± 1.5 ; 74.0 ± 2.0 ; 75.3 ± 2.5 days, respectively. The technologically efficient varieties with high attachment of lower beans were 'Ekaterinovskaya', 'Oktava', 'Nevesta', 'Danaya', 'Pikantnaya'. High seed productivity was established in the varieties 'Ekaterinovskaya', 'Oktava', 'Nevesta' with 2.06 ± 0.11 ; 1.94 ± 0.04 ; 1.94 ± 0.09 g of seed per plant, respectively. According to the Competitive Variety Testing data, on average over 3 years, the greatest grain yield increase was given by the varieties 'Nevesta' ($+0.16$ t/ha), 'Ekaterinovskaya' ($+0.15$ t/ha), 'Oktava' ($+0.12$ t/ha). The results obtained allow recommending the most adaptive and highly productive lentil varieties 'Ekaterinovskaya', 'Nevesta', 'Oktava' for cultivation in the Republic of Bashkortostan.

Keywords: lentil, variety, adaptability, seed productivity, productivity.

Введение. Чечевица (*Lens culinaris Medic.*) – важная продовольственная культура, которая возделывается в странах Европы, Азии, Африки, Латинской Америки. Наибольшие по площади посевы чечевицы расположены в Канаде, Индии, Турции, Чили (Шихалиева и др., 2018). В 2023 г. общая площадь посевов этой ценной культуры в мире составила более 6 млн. га, в России – 354,1 тыс. га. В нашей стране чечевицу выращивают в Алтайском крае, Саратовской, Воронежской, Омской, Оренбургской, Рязанской, Пензенской областях (Наумкина и др., 2015; Давлетов и др., 2024).

Царская Россия в начале XX века была одним из крупнейших производителей и экспортеров зерна чечевицы. На внешний мировой рынок поставлялось около 4 млн. пудов чечевицы, что составляло 85 % мирового экспорта (Кулыгин и др., 2012). В семенах этой высокобелковой культуры содержится в среднем 30,4 % протеина (Пимонов и др., 2020). По белковости и разваримости семян она превосходит горох, нут, фасоль. Особенно ценится крупносемянная чечевица (Тимошкин и Прахова, 2017; Беляева и др., 2016). Чечевица служит хорошим предшественником для зерновых и кормовых культур, а также может использоваться в качестве парозанимающего растения (Вошедский и Кулыгин, 2020; Вошедский и др., 2021).

Низкий интерес сельхозтоваропроизводителей к возделыванию чечевицы объясняется ее низкой урожайностью (в среднем по стране – $0,7\text{--}1,0$ ц/га) и отсутствием сортов, хорошо приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям. Для выращивания в Республике Башkortostan рекомендованы сорта Невеста, КДЦ Рэдбоу, Айда, Веховская 1, Надежда и др. Тем не менее, масштабное внедрение этой культуры в сельскохозяйственное производство пока в значительной степени

сдерживается недостаточной технологичностью, продуктивностью и адаптивностью ряда сортов чечевицы к местным условиям. В связи с этим актуальной задачей является подбор сортов данной зернобобовой культуры, перспективных для возделывания в Республике Башkortostan.

Целью работы стало изучение продолжительности вегетационного и межфазных периодов, элементов структуры урожая и определение потенциальной продуктивности сортов чечевицы в условиях Предуралья Республики Башkortostan. В задачи исследования входило: 1 – определение продолжительности фаз развития растений чечевицы; 2 – оценка изучаемого материала по элементам продуктивности; 3 – выделение лучших сортов чечевицы по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Чишминском селекционном центре по растениеводству Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН в 2022–2024 годах. Количество осадков и температурный режим значительно варьировали по годам, что способствовало более объективной оценке изучаемых сортов чечевицы (рис. 1). Так, по сумме осадков, запасам продуктивной влаги в почве и температуре воздуха за вегетационный период наиболее благоприятным был 2022 г. ($ГТК = 1,30$), 2023 и 2024 гг. были засушливыми ($ГТК = 0,51$ и $ГТК = 0,71$ соответственно).

Почва опытного участка – карбонатный чернозем средней мощности, с содержанием гумуса в верхнем слое 8,2 %. На 100 г почвы приходится 42,2 мг подвижного калия, 23,6 мг окиси фосфора, сумма поглощенных оснований составляет 48 мг-экв. Кислотность почвенного раствора – нейтральная ($pH = 6,9$). Содержание гумуса в почве определяли по Тюрину (ГОСТ 26213-91), фосфора и калия – по Мачигину (ГОСТ 26205-91).

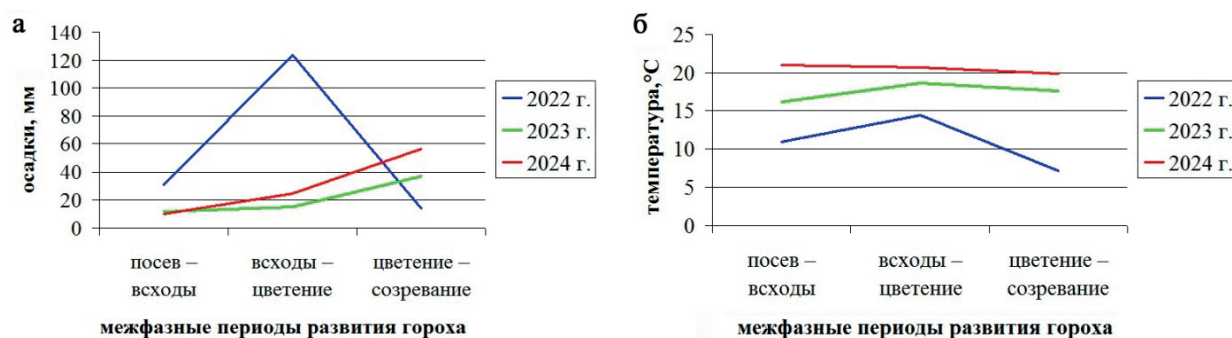


Рис. 1. Метеорологические факторы в период вегетации гороха (2022–2024 гг.):

а – количество выпавших осадков, б – среднесуточная температура воздуха

Fig. 1. Weather factors during the vegetation period of lentil (2022–2024):

a – amount of precipitation, b – mean daily air temperature

Объектами изучения являлись сорта чечевицы Веховская 1, Екатериновская, Рауза, Даная, Октава, Пикантная, Невеста, Ли́ра. Предшествующая культура – озимая пшеница. Опыты закладывали в трехкратной повторности, посев осуществляли сеялкой СН-10Ц. Площадь делянки 25 м², норма высева – 2 млн шт. всхожих семян на 1 га. Стандарт – сорт Веховская 1. Уборка однофазная, селекционным комбайном «Хеге 125». Посев и уход за посевами – общепринятые для зоны.

Фенологические наблюдения, учет урожая проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019), анализ элементов продуктивности – в соответствии с Методическими указаниями по изучению коллекции зерновых бобовых культур (1975). Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2014).

Результаты и их обсуждение. Продолжительность фаз развития является одним из важнейших биологических свойств растений. В наших исследованиях у чечевицы данный признак зависел от генотипа сорта и от условий выращивания. Как видно из данных, представленных в таблице 1, продолжительность межфазного периода «всходы – цветение» у изученных нами сортов чечевицы в 2022–2024 гг. в зависимости от сортовых особенностей колебалась в пределах 43,3±1,2 – 49,0±2,0 сут., от условий года – 42,0±1,0 – 50,0±2,0 сут.

Чечевица особенно требовательна к теплу в межфазный период «цветение – созревание»: нижний предел температуры в это время не должен соответствовать 17–18 °С, оптимальный уровень – 19–21 °С (Вернер, 2019). В нашем исследовании колебания продолжительности данного межфазного периода у изученных сортов составили 31,3±0,6 – 36,3±1,2 сут. в 2022 г., 30,3±1,5 – 34,0±2,0 сут. в 2023 г., 30,7±0,6 – 35,3±0,6 сут. в 2024 г. (табл. 1).

Продолжительность полного вегетационного периода у сортов чечевицы в наших опытах также варьировала по годам в зависимости от среднесуточных температур и количества выпавших атмосферных осадков. Так, погодные условия, сложившиеся в 2022 г., привели к удлинению периода «всходы – созревание» до 75,7±0,6 – 86,0±2,0 сут. В относительно сухой и жаркий 2023 г., когда в межфазные периоды «всходы – цветение» и «цветение – созревание» выпало соответственно 15,0 и 37,0 мм осадков, или 20,0 и 86,0% от среднемноголетней нормы, продолжительность полного вегетационного периода у сортов чечевицы сократилась до 72,0±1,0 – 82,3±1,5 сут. (табл. 1).

В среднем за 3 года наименьшей продолжительностью периода «всходы – цветение» характеризовались сорта Даная и Пикантная (43,3±1,5 сут.), наибольшей – сорта Ли́ра (47,3±1,5 сут.), Невеста и Рауза (48,0±1,0 сут.), Екатериновская (49,0±1,0 сут.) (табл. 2).

Таблица 1. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов у сортов чечевицы (2022–2024 гг.)

Table 1. The length of vegetation and interphase periods of lentil varieties (2022–2024)

Сорт	Продолжительность периода, сут.								
	всходы – цветение			цветение – созревание			всходы – созревание		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Веховская 1, st	45,7±1,2	42,0±1,0	44,3±0,6	31,7±0,6	31,3±0,6	31,0±1,0	78,3±0,6	73,0±1,0	75,0±1,0
Екатериновская	50,0±2,0*	47,7±1,5*	49,0±2,0*	36,0±1,0*	33,7±1,2*	33,7±1,5*	86,0±2,0*	82,3±1,5*	82,7±0,6*
Рауза	49,3±0,6*	47,3±0,6*	48,0±1,0*	36,3±1,2*	34,0±2,0*	35,3±0,6*	84,7±1,2*	81,0±1,0*	83,0±2,0*
Даная	45,3±1,2	42,3±1,2	43,3±1,5	35,3±1,2*	31,0±1,0	31,3±1,5	76,3±0,6*	73,3±0,6	73,7±0,6
Октава	47,7±1,2	45,7±1,5*	47,7±0,6*	34,0±1,0*	33,7±0,6*	32,7±1,2	82,0±1,0*	80,3±0,6*	81,3±1,5*
Пикантная	45,0±1,0	42,0±1,0	43,3±1,2	31,3±0,6	30,3±1,5	30,7±0,6	75,7±0,6*	72,0±1,0	73,7±0,6
Невеста	48,7±1,5*	47,3±1,2*	48,0±1,0*	35,7±1,5*	33,0±1,0*	34,0±2,0	85,3±1,5*	79,7±1,2*	81,7±1,5*
Ли́ра	49,0±2,0*	46,0±1,0*	47,3±0,6*	35,0±1,0*	33,7±1,5*	35,3±0,6*	84,3±1,2*	79,7±0,6*	82,0±2,0*

Примечание. * – различия достоверны в сравнении со стандартом Веховская 1 при $p < 0,05$.

Таблица 2. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов у сортов чечевицы в среднем за 2022–2024 годы
Table 2. The length of vegetation and interphase periods of lentil varieties on average in 2022–2024

Сорт	Продолжительность периода, сут.			Отклонение продолжительности вегетационного периода от стандарта, ± сут.
	всходы – цветение	цветение – созревание	всходы – созревание	
Веховская 1, st	44,0±2,0	31,3±0,6	75,3±2,5	–
Екатериновская	49,0±1,0	34,7±1,2	83,7±2,1	+8,4
Пауза	48,0±1,0	35,0±1,0	83,0±2,0	+7,7
Даная	43,3±1,5	32,3±2,3	74,3±1,5	-1,0
Октава	47,3±1,2	33,7±0,6	81,0±1,0	+5,7
Пикантная	43,3±1,5	30,7±0,6	74,0±2,0	-1,3
Невеста	48,0±1,0	34,3±1,5	82,3±2,5	+7,0
Ли́ра	47,3±1,5	34,7±0,6	82,0±2,0	+6,7

В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения Республики Башкортостан особенно важно иметь сорта чечевицы со стабильной по годам продолжительностью межфазного периода «всходы – цветение». В соответствии с полученными нами данными, этому требованию удовлетворяют сорта Октава, Веховская 1, Невеста. В среднем за 2022–2024 гг. самый короткий период «цветение – созревание» по сравнению со стандартом – сортом Веховская 1 был отмечен у сорта Пикантная (30,7±0,6 сут.), самый про-

должительный – у сортов Пауза (35,0±1,0 сут.), Екатериновская (34,7±1,2 сут.), Ли́ра (34,7±0,6), Невеста (34,3±1,5 сут.). Наиболее скороспелыми оказались сорта Пикантная, Даная и Веховская 1 (табл. 2).

Сравнительное изучение длины стебля и элементов структуры урожая у сортов чечевицы в условиях Предуралья Республики Башкортостан в 2022–2024 гг. показало, что исследуемый материал значительно различается по данным признакам (табл. 3).

Таблица 3. Показатели морфобиологических и хозяйственно ценных признаков у сортов чечевицы в среднем за 2022–2024 годы
Table 3. Indicators of morphobiological and economically valuable traits of lentil varieties on average in 2022–2024

Сорт	Высота, см		Число, шт.		Масса, г	
	стебля	прикрепления нижних бобов	бобов на растении	семян с растения	1000 семян	семян с растения
Веховская 1, st	34,3±1,5	19,7±0,6	23,0±1,0	27,0±1,0	65,3±1,5	1,75±0,07
Екатериновская	47,0±1,0*	22,3±0,6*	26,7±1,2*	31,0±1,0*	66,3±3,2	2,06±0,11*
Пауза	38,3±1,2*	20,3±0,6	26,3±1,2*	31,0±1,0*	58,3±1,5*	1,81±0,10
Даная	43,3±1,5*	21,3±0,6*	23,7±2,5	28,0±2,6	67,0±8,7	1,86±0,08
Октава	48,0±2,0*	22,3±0,6*	24,0±1,0	28,7±0,6*	67,7±0,6*	1,94±0,04*
Пикантная	42,0±2,0*	21,0±1,0	27,7±2,5*	45,3±1,5*	37,0±1,0*	1,68±0,06
Невеста	47,0±1,7*	21,7±0,6*	25,7±1,5*	29,3±0,6*	65,3±3,1	1,94±0,09*
Ли́ра	38,0±1,0*	20,3±0,6	27,0±1,0*	49,0±2,0*	35,7±2,5*	1,75±0,11

Примечание. * – различия достоверны в сравнении со стандартом Веховская 1 при $p < 0,05$.

Как видно из данных, представленных в таблице 3, в среднем за 2022–2024 гг. максимальной длиной стебля отличались сорта Октава (48,0±2,0 см), Екатериновская (47,0±1,0 см) и Невеста (47,0±1,7 см). Высоту прикрепления нижних бобов более 21 см имели сорта Екатериновская, Октава, Невеста, Даная, Пикантная (табл. 3). Эти относительно длинностебельные сорта чечевицы с высоким прикреплением нижних бобов являются наиболее технологичными и пригодными для возделывания.

Одним из признаков, формирующих продуктивность растения, является число бобов на растении. Данный признак зависит от генетических особенностей сорта и условий выращивания (Маракаева, 2019). В нашем исследовании наибольшим числом

бобов на растении характеризовались мелкосемянные сорта Пикантная (27,7±2,5 шт.), Ли́ра (27,0±1,0 шт.), а наименьшим – сорта Веховская 1 (23,0±1,0 шт.), Даная (23,7±2,5 шт.), Октава (24,0±1,0 шт.) (табл. 3).

Число семян с растения – важнейший показатель оценки сортов чечевицы, который также зависит от генотипа сорта и метеорологических условий. В наших опытах максимальными значениями данного признака отличались мелкосемянные сорта Ли́ра (49,0±2,0 шт.), Пикантная (45,3±1,5 шт.), а минимальными – сорта Веховская 1 (27,0±1,0 шт.), Даная (28,0±2,6 шт.) (табл. 3).

Масса 1000 семян (крупность) играет важную роль в формировании урожайности чечевицы. В условиях Предуральской степной зоны Республики Башкортостан в среднем за 3 года

изучения крупносемянными оказались сорта Октава, Даная, Екатериновская с массой 1000 семян соответственно $67,7 \pm 0,6$; $67,0 \pm 8,7$; $66,3 \pm 3,2$ г, мелкосемянными – Лира, Пикантная с массой 1000 семян соответственно $35,7 \pm 2,5$; $37,0 \pm 1,0$ г (табл. 3).

Семенная продуктивность чечевицы (масса семян с растения) определяется комплексом морфологических, биологических признаков и свойств. На этот признак оказывают большое влияние такие элементы структуры урожая, как число семян с растения и масса 1000 семян. В нашем исследовании в среднем за 2022–2024 гг. наибольшей массой семян с растения выделились сорта Екатериновская ($2,06 \pm 0,11$ г), Октава ($1,94 \pm 0,04$ г), Невеста ($1,94 \pm 0,09$) (табл. 3).

В целом изученные нами сорта чечевицы в условиях Предуралья Республики Башкортостан характеризовались большим числом бобов и семян с растения и имели среднекрупные либо мелкие семена. В соответствии с полученными нами данными семенная продуктивность этой ценной зернобобовой культуры в значительной степени возрастает при увеличении продолжительности периода «всходы – созревание» и высоты растений.

В наших исследованиях значительное влияние на показатели элементов структуры урожая и на продуктивность чечевицы в целом оказывали погодные условия. В годы проведения опытов изученные нами сорта формировали сравнительно невысокую урожайность зерна (табл. 4).

Таблица 4. Данные конкурсного испытания сортов чечевицы в 2022–2024 годах
Table 4. The Competitive Variety Testing data of lentil varieties in 2022–2024

Сорт	Урожайность зерна, т/га				Отклонение от стандарта	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	среднее	$\pm$ т/га	%
Веховская 1, st	1,30	1,03	1,22	$1,18 \pm 0,14$	–	–
Екатериновская	1,48	1,22	1,30	$1,33 \pm 0,13$	+0,15	112,7
Рауза	1,34	1,02	1,21	$1,19 \pm 0,16$	+0,01	100,8
Даная	1,39	1,07	1,23	$1,23 \pm 0,16$	+0,05	104,2
Октава	1,41	1,19	1,31	$1,30 \pm 0,11$	+0,12	110,2
Пикантная	1,26	1,00	1,20	$1,15 \pm 0,14$	-0,03	97,5
Невеста	1,46	1,24	1,31	$1,34 \pm 0,11$	+0,16	113,6
Лира	1,27	1,01	1,20	$1,16 \pm 0,13$	-0,02	98,3
НСР ₀₅ , т/га	0,10	0,11	0,07	–	–	–

Как видно из данных, представленных в таблице 4, в 2023 г. из-за сухой и жаркой погоды, установившейся в период вегетации, урожайность зерна чечевицы была ниже, чем в 2022 и 2024 годах. Наибольшую прибавку урожая семян в среднем за 3 года показали сорта Невеста (+0,16 т/га), Екатериновская (+0,15 т/га), Октава (+0,12 т/га). Урожайность остальных изученных нами сортов была на уровне стандартного сорта Веховская 1 и варьировала от 1,15 до 1,23 т/га.

Итак, результаты нашего исследования показали, что для условий Предуралья Республики Башкортостан наибольшую хозяйственную ценность имеют сорта чечевицы Октава, Невеста, Екатериновская со средней урожайностью зерна $1,30 \pm 0,11$ – $1,34 \pm 0,11$ т/га, созревающие в течение 81–84 суток.

Выводы. Благоприятные погодные условия обеспечивают достаточно высокий уровень семенной продуктивности чечевицы, однако следует отметить, что в засушливых условиях происходит сокращение продолжительности вегетации этой культуры и растения не могут сформировать полноценное зерно, в результате чего снижается масса 1000 семян. Для пополнения белковых ресурсов посевы зернобобовых культур в Предуральской степи Республики Башкортостан следует расширить, внедрив в производство наиболее урожайные и адаптивные сорта чечевицы. Для производственного освоения перспективными являются сорта чечевицы Невеста, Екатериновская, Октава.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России № 1022040500031-4.

Библиографический список

- Беляева И. А., Коверченко А. А., Холодова Е. Н. Использование чечевицы для повышения биологической ценности продуктов питания // Современная наука и инновации. 2016. № 3. С. 94–101.
- Вернер А. В. Влияние погодно-климатических условий на возделывание чечевицы при различных технологиях посева и способах обработки // Молодой ученый. 2019. № 40(278). С. 185–188.
- Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность чечевицы в богарных условиях Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 11. С. 43–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11106
- Вошедский Н. Н., Ильинская И. И., Кулыгин В. А., Пасько С. В., Федюшкин А. В., Гаева Э. А. Технология возделывания чечевицы в агроландшафтах Ростовской области. Рассвет: АзовПринт, 2021. 120 с.
- Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Юлдыбаев И. Р. Сравнительная оценка урожайности зерна и зеленой массы зернобобовых культур в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 2. С. 13–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-13-20

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп., стереотип. М.: Альянс, 2014. 352 с.
7. Кулыгин В. А., Клименко А. И., Вошедский Н. Н., Гринько А. В., Целуйко О. А. Приемы возделывания чечевицы в богарных условиях Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4(36). С. 47–54. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11204
8. Маракаева, Т. В. Взаимосвязь урожайности и элементов продуктивности чечевицы // Вестник НГАУ. 2019. № 3(52). С. 40–47. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-52-3-40-47
9. Наумкина Т. С., Грядуннова Н. В., Наумкин В. В. Чечевица – ценная зернобобовая культура // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 2(14). С. 42–45.
10. Пимонов К. И., Дворянинов С. А., Коржов С. И. Продуктивность чечевицы культурной, возделываемой в условиях восточной зоны Краснодарского края // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 29–33. DOI: 10.28983/asj.y2020i9pp29-33
11. Тимошкин О. А., Прахова Т. Я. Перспективный способ повышения урожайности чечевицы тарелочной // Земледелие. 2017. № 5. С. 21–24.
12. Шихалиева К. Б., Аббасов М. А., Рустамов Х. Н., Бабаева С. М., Акперов З. И. Роль генфонда чечевицы (*Lens culinaris* Medik.) из коллекции зернобобовых культур в решении задач селекции в Азербайджане // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 36–43. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10013

References

1. Belyaeva I. A., Koverchenko A. A., Kholodova E. N. Ispol'zovanie chechevitsy dlya povysheniya biologicheskoi tsennosti produktov pitaniya [Using lentils to increase the biological value of food products] // Sovremennaya nauka i innovatsii. 2016. № 3. S. 94–101.
2. Verner A. V. Vliyaniye pogodno-klimaticheskikh uslovii na vozdeliyaniye chechevitsy pri razlichnykh tekhnologiyakh poseva i sposobakh obrabotki [The effect of weather and climate conditions on the cultivation of lentils with various sowing technologies and processing methods] // Molodoi uchenyi. 2019. № 40(278). S. 185–188.
3. Voshedskii N. N., Kulygin V. A. Vliyaniye elementov tekhnologii vozdeliyaniya na urozhainost' chechevitsy v bogarnykh usloviyakh Rostovskoi oblasti [The effect of cultivation technology elements on lentil productivity in the arid conditions of the Rostov region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34, № 11. S. 43–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11106
4. Voshedskii N. N., Il'inskaya I. I., Kulygin V. A., Pas'ko S. V., Fedyushkin A. V., Gaevaya E. A. Tekhnologiya vozdeliyaniya chechevitsy v agrolandshaftakh Rostovskoi oblasti [Technology of lentil cultivation in agrolandscapes of the Rostov region]. Rassvet: AzovPrint, 2021. 120 s.
5. Davletov F. A., Gainullina K. P., Yuldybaev I. R. Sravnitel'naya otsenka urozhainosti zerna i zelenoi massy zernobobovykh kul'tur v usloviyakh Yuzhnoi lesostepi Respubliki Bashkortostan [Comparative estimation of grain and green mass productivity of leguminous crops in the Southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2024. T. 16, № 2. S. 13–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-13-20
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 6-e izd., pererab. i dop., stereotip. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
7. Kulygin V. A., Klimenko A. I., Voshedskii N. N., Grin'ko A. V., Tseluiko O. A. Priemy vozdeliyaniya chechevitsy v bogarnykh usloviyakh Rostovskoi oblasti [Lentil cultivation techniques in rainfed conditions of the Rostov region] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 4(36). S. 47–54. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11204
8. Marakaeva, T. V. Vzaimosvyaz' urozhainosti i elementov produktivnosti chechevitsy [The correlation between productivity and productivity elements of lentils] // Vestnik NGAU. 2019. № 3(52). S. 40–47. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-52-3-40-47
9. Naumkina T. S., Gryadunova N. V., Naumkin V. V. Chechevitsa – tsennaya zernobobovaya kul'tura [Lentils are a valuable leguminous crop] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2015. № 2(14). S. 42–45.
10. Pimonov K. I., Dvoryaninov S. A., Korzhov S. I. Produktivnost' chechevitsy kul'turnoi, vozdeliyaeмой v usloviyakh vostochnoi zony Krasnodarskogo kraya [Productivity of cultivated lentils in the eastern part of the Krasnodar Territory] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2020. № 9. S. 29–33. DOI: 10.28983/asj.y2020i9pp29-33
11. Timoshkin O. A., Prakhova T. Ya. Perspektivnyi sposob povysheniya urozhainosti chechevitsy tarelochnoi [A promising method for improving productivity of plate lentils] // Zemledelie. 2017. № 5. S. 21–24.
12. Shikhalieva K. B., Abbasov M. A., Rustamov Kh. N., Babaeva S. M., Akperov Z. I. Rol' genofonda chechevitsy (*Lens culinaris* Medik.) iz kollektsii zernobobovykh kul'tur v reshenii zadach selektsii v Azerbaidzhane [The role of the lentil gene pool (*Lens culinaris* Medik.) from the collection of legumes in solving breeding problems in Azerbaijan] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 2(26). S. 36–43. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10013

Поступила: 24.02.25; доработана после рецензирования: 25.03.25; принята к публикации: 26.03.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Давлетов Ф. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Бадамшина Е. В. – выполнение опытов и сбор данных; Гайнуллина К. П. – выполнение опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ АЮТА

М. М. Иванисов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

И. А. Рыбась, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

А. В. Кирин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, sasha.kirin2015@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2144-3818

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Одним из основных направлений селекционной работы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» по озимой мягкой пшенице является создание универсальных сортов, сочетающих в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков и свойств: высокую и стабильную урожайность при возделывании в различных условиях выращивания, короткостебельность, комплексную устойчивость к неблагоприятным факторам среды и качество продукции, соответствующее ценным и сильным пшеницам. Целью данной работы являлась оценка нового сорта озимой мягкой пшеницы Аюта по хозяйственно ценным признакам в сравнении с коммерческими сортами селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». В опыте изучалось 10 сортов зерноградской селекции в 2020–2024 гг. по предшественникам: кукуруза на зерно, сидеральный пар, горох и подсолнечник. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Аюта включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2024 года по Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому регионам. В годы исследования сформировал высокую урожайность в сравнении со стандартом по всем изученным предшественникам: кукуруза на зерно (7,90; +0,63 т/га), сидеральный пар (9,88; +0,60 т/га), горох (8,11; +0,29 т/га), подсолнечник (6,08; +0,24 т/га). Наиболее стабильными, с высокой экологической устойчивостью в опыте оказались сорта Дон 107, Лидия и Аюта (размах урожайности – 26,5–28,8 %; фактор стабильности – 1,36–1,40). Новый сорт отвечает основным требованиям сельскохозяйственного производства: низкорослый (84,1 см), устойчивый к полеганию (5 баллов), бурой ржавчине (0–5 %), мучнистой росе (1,5 балла). Занесен в списки ценных пшениц по качеству зерна.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, предшественник, урожайность, короткостебельность, качество.

Для цитирования: Иванисов М. М., Марченко Д. М., Рыбась И. А., Кири А. В. Сравнительная характеристика нового сорта озимой мягкой пшеницы Аюта // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 19–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-19-25.



COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE NEW WINTER COMMON WHEAT VARIETY 'AYUTA'

M. M. Ivanisov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of semi-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of semi-intensive type, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

I. A. Rybas, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of semi-intensive type, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

A. V. Kirin, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of semi-intensive type, sasha.kirin2015@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2144-3818

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchnyy gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

One of the main trends of winter common wheat breeding at the FSBSI "ARC "Donskoy" is the development of universal varieties that combine a set of economically valuable traits and properties, such as high and stable productivity at various growing conditions, short stems, complex resistance to unfavorable environmental factors and product quality corresponding to valuable and strong wheat. The purpose of the current work was to estimate the new winter common wheat variety 'Ayuta' according to economically valuable traits in comparison with commercial varieties bred by the FSBSI "ARC "Donskoy". There have been studied 10 varieties of Zernograd breeding in 2020–2024 after such forecrops as maize for grain, green manure fallow, peas and sunflower. The new winter common wheat variety 'Ayuta' has been included in the State List of Breeding Achievements of the Russian

Federation since 2024 for the Central Blackearth and North Caucasus regions. During the years of study, the variety formed large productivity in comparison with the standard after all studied forecrops, namely maize for grain (7.90; +0.63 t/ha), green manure fallow (9.88; +0.60 t/ha), peas (8.11; +0.29 t/ha), sunflower (6.08; +0.24 t/ha). The most stable varieties with high ecological resistance in the trial were 'Don 107', 'Lidiya' and 'Ayuta' (productivity range of 26.5–28.8 %; stability factor of 1.36–1.40). The new variety meets the main requirements of agricultural production, such as a low height (84.1 cm), lodging resistant (5 points), resistant to brown rust (0–5 %), powdery mildew (1.5 points). The variety was included in the lists of "valuable wheat" due to grain quality.

Keywords: winter common wheat, variety, forecrop, productivity, short stem, quality.

Введение. Посевные площади озимой пшеницы в Российской Федерации ежегодно составляют свыше 15 млн. га. Разнообразие почвенно-климатических условий в зонах возделывания культуры вызывает необходимость районирования большого количества сортов, обеспечивающих в определенных условиях получение устойчиво высоких урожаев (Алабушев, 2019; Кузенко, 2021).

Одним из главных требований производства зерна и актуальной селекционной проблемой является ускоренное создание высокоурожайных сортов зерновых культур, устойчивых к полеганию, болезням и вредителям, отзывчивых на удобрения, приспособленных к современной технологии возделывания, экологически пластичных, с высоким качеством продукции (Golovko and Kuvshinova, 2022).

Селекция растений является важнейшим фактором ускорения научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Сорт – это одно из основных средств сельскохозяйственного производства. При использовании лучших сортов повышается урожайность сельскохозяйственных культур и улучшается качество продукции, ради которой они возделываются. Проблема совмещения в одном генотипе важнейших хозяйственно-биологических свойств и признаков чрезвычайно важна, а практическое ее решение полностью зависит от успехов селекционной работы (Малкандуев и др., 2022).

Цель исследований – оценка нового сорта озимой мягкой пшеницы Аюта по хозяйственно-ценным признакам в сравнении с коммерческими сортами селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований.

Полевые исследования проведены на базе НПБ № 1 ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2020–2024 гг. по предшественникам кукуруза на зерно, сидеральный пар, горох, подсолнечник. В опыте изучали 10 сортов озимой мягкой пшеницы, районированных в разные годы (2001–2024 гг.), стандарт – Дон 107. Повторность по кукурузе на зерно 6-кратная, по остальным предшественникам 3-кратная. Учетная площадь делянки 10 м².

Морозостойкость определяли путем подсчета количества сохранившихся растений и выраженного в процентах после промораживания в холодильных установках при температуре -19 °C в течение 20 ч. Оценку повреждения растений бурой ржавчиной проводили по методике Э. Э. Гешеле (1978), мучнистой росой – по методике С. И. Ригиной-Трайниной, И. Г. Одинцовой (1974) в условиях искусствен-

ного заражения. Значения качественных показателей определяли в лабораторных условиях согласно Методическим рекомендациям (1977) и ГОСТ 9353-2016. Закладку опыта, анализ структурных элементов и оценку фенологических наблюдений проводили согласно Методике полевого опыта (2014) и Методике государственного сортоиспытания (1989).

На основе данных по урожайности рассчитывались следующие показатели стабильности: коэффициент вариации (V) (Доспехов, 2014), реализация потенциальной урожайности (Неттевич, 2018), размах урожайности (d) (Зыкин, 1984), фактор стабильности (S.F.) (Lewis, 1954).

Погодно-климатические условия в 2020–2024 гг. складывались неодинаково. Несмотря на оптимальные условия при посеве, 2019/2020 с.-х. год отличался существенным недобором осадков (463,7 мм, 79,6 % от нормы). 2020/2021 с.-х. год отмечен повышенным температурным режимом (2,0 °C) и неравномерным распределением осадков в течение вегетационного периода. 2021/2022 с.-х. год отличался неблагоприятными условиями при посеве (недостаток продуктивной влаги в почве). 2022/2023 и 2023/2024 с.-х. годы оказались самыми благоприятными для формирования высокой урожайности по всем изучаемым предшественникам.

Результаты и их обсуждение. В 2020 г. на государственное сортоиспытание был передан новый сорт озимой мягкой пшеницы Аюта. В качестве исходных форм использовали сорт селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Краса Дона и сорт австрийской селекции Люпус. Скрещивание проведено в 2010 г., отбор элитного растения – в 2013 г. в третьем поколении. Основной задачей при выведении нового сорта было создание универсального, низкорослого, устойчивого к полеганию и основным стресс-факторам среды, со стабильно высокой продуктивностью и качеством зерна генотипа при возделывании в различных условиях выращивания. Разновидность – *lutescens*, колос – цилиндрический, средней длины и плотности (рис. 1).

Новый сорт озимой мягкой пшеницы Аюта успешно прошел испытания на государственных сортоучастках Российской Федерации в 2021–2023 гг. и с 2024 г. допущен для использования в производстве по Центрально-Черноземному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам РФ.

Различные сорта с хозяйственной точки зрения отличаются друг от друга, прежде всего тем, что в одних и тех же условиях они мо-

гут давать разные урожаи. Урожайность – это сложное сочетание многих хозяйственно-биологических признаков и свойств растения (Каменева и др., 2018). Размах варьирования

урожаи по изучаемым сортам в годы исследования изменялся от 4,78 т/га (Станичная) до 9,46 т/га (Аюта) (табл. 1).



Рис. 1. Зерно, колос и массив сорта озимой мягкой пшеницы Аюта
Fig. 1. Grain, ear and array of winter common wheat variety 'Ayuta'

Таблица 1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику кукуруза на зерно, т/га (2020–2024 гг.)
Table 1. Productivity of winter common wheat varieties sown after maize for grain, t/ha (2020–2024)

Сорт	Год включения в реестр	Урожайность, т/га				V*, %	РПП**, %	d***, %	S.F.****
		min	max	средняя	± к стандарту				
Дон 107, st	2010	6,10	8,30	7,27	—	11,3	87,6	26,5	1,36
Ермак	2001	6,26	9,14	7,61	0,34	14,0	83,3	31,5	1,46
Станичная	2002	4,78	9,12	7,40	0,13	22,0	81,1	47,6	1,91
Аскет	2011	5,40	8,39	7,22	-0,05	15,8	86,1	35,6	1,55
Лидия	2014	6,50	9,13	8,02	0,75	12,4	87,8	28,8	1,40
Лилит	2016	6,06	8,81	7,63	0,36	13,2	86,6	31,2	1,45
Краса Дона	2018	5,49	8,69	7,64	0,37	17,4	87,9	36,8	1,58
Жаворонок	2020	5,24	9,03	7,49	0,22	18,4	82,9	42,0	1,72
Амбар	2022	6,25	9,25	7,66	0,39	16,6	82,8	32,4	1,48
Аюта	2023	6,78	9,46	7,90	0,63	13,2	83,5	28,3	1,40
НСР ₀₅	—	—	—	—	0,35	—	—	—	—

Примечание. * – коэффициент вариации; ** – реализация потенциальной продуктивности; *** – размах урожайности; **** – фактор стабильности.

Высоким нижним порогом урожайности отличаются Лидия (6,50 т/га) и новый сорт Аюта (6,78 т/га) при продуктивности 6,10 т/га стандарта Дон 107. Средняя за пять лет (2020–2024 гг.) урожайность по предшественнику кукуруза на зерно изменялась в пределах от 7,22 т/га (Аскет) до 8,02 т/га (Лидия). Достоверная прибавка по данному признаку (НСР₀₅ = 0,35 т/га) получена у пяти изучаемых сортов: Лидия (+0,75 т/га), Лилит (+0,36 т/га), Краса Дона (+0,37 т/га), Амбар (+0,39 т/га) и Аюта (+0,63 т/га).

Анализ коэффициента вариации показал, что все изучаемые сорта отличались средней изменчивостью урожайности по годам ($V = 11,3–18,4\%$), и только сорт Станичная в сильной степени ($V = 22,0\%$) реагировал на годовые изменения условий выращивания. При расчете показателя «реализация потенциальной продуктивности» отмечено, что представленные в таблице сорта способны ста-

бильно реализовывать свой потенциал урожайности (более 81 %) при возделывании в различные по складывающимся условиям годы.

Размах урожайности по изучаемым сортам варьировал от 26,5 до 47,6 %, фактор стабильности – от 1,36 до 1,91. Минимальные значения данных расчетных показателей отмечены у стандарта Дон 107, а также у сортов Лидия и Аюта – 26,5; 28,8 и 28,3 %; 1,36; 1,40 и 1,40 соответственно, что говорит об их стабильности и высокой экологической устойчивости.

Основными признаками, слагающими продуктивность озимой пшеницы, являются количество продуктивных стеблей на единицу площади, количество зерен и их масса с колоса, масса 1000 зерен (Кузенко, 2021; Иванисова, 2022). Количество продуктивных стеблей с м² изменялось от 502,0 до 594,9 шт./м², только сорт Аюта достоверно (НСР₀₅ = 30 шт./м²) превысил стандарт по густоте продуктивного стеблестоя (+40,4 шт./м²) (табл. 2).

Таблица 2. Основные элементы структуры урожайности сортов озимой мягкой пшеницы, предшественник – кукуруза на зерно (2020–2024 гг.)
Table 2. Main yield structure elements of the winter common wheat varieties sown after maize for grain (2020–2024)

Сорт	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
Дон 107, st	554,5	38,8	1,50	38,4	8,32
Ермак	511,6	40,0	1,63	41,6	8,34
Станичная	529,3	37,7	1,63	40,8	8,63
Аскет	566,6	39,2	1,51	41,0	8,56
Лидия	552,1	40,6	1,77	42,4	9,77
Лилит	516,7	40,4	1,69	39,4	8,73
Краса Дона	530,3	39,8	1,67	42,0	8,86
Жаворонок	502,0	39,3	1,68	42,6	8,43
Амбар	506,5	46,7	1,87	41,7	9,47
Аюта	594,9	38,6	1,66	43,5	9,88
НСР ₀₅	30,0	2,5	0,11	1,5	0,49

Большинство изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы сформировали количество зерен в колосе на уровне сорта Дон 107 (38,6–40,6 шт.), Амбар показал максимальное значение признака – 46,7 шт. (+7,9 шт. к стандарту). Масса зерна с колоса стандартного сорта в среднем за годы исследования составила 1,50 г, высокие значения данного признака отмечены у следующих генотипов: Ермак (1,63 г), Станичная (1,63 г), Лидия (1,77 г), Лилит (1,69 г), Краса Дона (1,67 г), Жаворонок (1,68 г), Амбар (1,87 г) и Аюта (1,66 г). Минимальную массу 1000 зерен в 2020–2024 гг. показали стандарт Дон 107 и Лилит (38,4–39,4 г), у остальных

сорт она составила свыше 40 г, максимальное значение отмечено у сорта Аюта (43,5 г). По биологической урожайности достоверно (НСР₀₅ = 0,49 т/га) превысили Дон 107 (8,32 т/га) четыре сорта озимой мягкой пшеницы: Лидия (9,77 т/га), Краса Дона (8,86 т/га), Амбар (9,47 т/га), Аюта (9,88 т/га).

В годы исследования (2020–2024) новый сорт Аюта также сформировал высокую урожайность в сравнении со стандартом по другим изученным предшественникам: сидеральный пар (9,88; +0,60 т/га; НСР₀₅ = 0,28 т/га), горох (8,11; +0,29 т/га; НСР₀₅ = 0,24 т/га), подсолнечник (6,08; +0,24 т/га; НСР₀₅ = 0,23 т/га) (рис. 2).

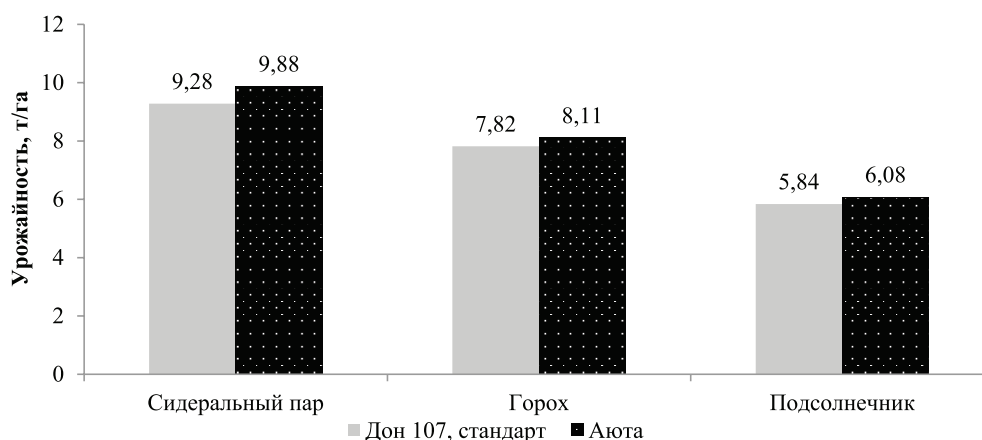


Рис. 2. Урожайность нового сорта озимой мягкой пшеницы по различным предшественникам (2020–2024 гг.)
Fig. 2. Productivity of the new winter common wheat variety sown after various forecrops (2020–2024)

Важное, а зачастую решающее значение в повышении устойчивости к неблагоприятным условиям возделывания принадлежит сорту. В ряде случаев устранить или даже снизить вредное действие некоторых неблагоприятных условий не удается никакими другими приемами и средствами, кроме селекционных (Самофалова и др., 2017). Изучаемые в опыте сорта относятся к различным группам спелости: раннеспелые – Станичная, Жаворонок (ко-

лошение 12–13 мая), среднеранние – Дон 107, Ермак, Аскет, Лидия, Лилит, Краса Дона (колошение 16–18 мая), среднеспелые – Аюта (колошение 19 мая), среднепоздние – Амбар (колошение 23 мая) (табл. 3).

Морозостойкость представленных в таблице сортов составила от 45,1 (Амбар) до 84,1 % (Аскет) при температуре промораживания -19 °С. Новый сорт Аюта в среднем сохранял 51,0 % живых растений.

Таблица 3. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по некоторым хозяйственно ценным признакам, предшественник – кукуруза на зерно (2020–2024 гг.)
Table 3. Characteristics of winter common wheat varieties according to some economically valuable traits, forecrop is maize for grain (2020–2024)

Сорт	Дата колошения, май	Морозо-стойкость, %	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Поражение болезнями (инфекционный фон)	
					бурая ржавчина, %	мучнистая роса, балл
Дон 107, st	16	80,2	90,3	4,9	80–100	2,0–2,5
Ермак	17	81,5	90,9	4,9	10–15	2,0–2,5
Станичная	13	75,3	92,9	4,7	0–5	1,5–2,0
Аскет	17	84,1	100,2	4,5	0–5	2,0
Лидия	16	71,2	90,0	4,9	0–5	1,5
Лилит	16	51,6	88,6	4,9	30–40	2,5–3,0
Краса Дона	18	66,5	85,5	5,0	0–5	1,5–2,0
Жаворонок	12	74,4	96,5	4,8	0–5	1,5–2,0
Амбар	23	45,1	93,3	5,0	80–100	2,0
Аюта	19	51,0	84,1	5,0	0–5	1,5
НСР ₀₅	3	14,1	4,8	0,2	–	–

Одна из главных задач селекции – выведение короткостебельных неполегающих сортов озимой пшеницы (Кауа and Аксура, 2014). Сорта селекции АНЦ «Донской» отвечают данному требованию: высота растений 84,1–100,2 см, устойчивость к полеганию 4,5–5,0 балла. Стоит отметить сорта Краса Дона и Аюта, обладающие самой короткой соломиной (84,1–85,5 см) и высокой устойчивостью к полеганию (5,0 балла).

Изучаемые сорта проявляют различный уровень устойчивости к поражению болезнями: бурой ржавчиной – от 5 до 100 %; мучни-

стой росой – от 1,5 до 3,0 балла. Комплексной устойчивостью к двум патогенам обладают сорта Лидия и Аюта.

Селекция имеет большое значение в повышении качества продукции сельскохозяйственных культур (Кравченко и др., 2022). Согласно ГОСТ 9353-2016 по содержанию белка и клейковины изучаемые сорта относились к третьему классу качества (содержание белка – 12,00–13,50 %, содержание клейковины – 23,0–28,0 %), сорт Аскет – ко второму классу (содержание белка – 13,50–14,50 %, содержание клейковины – 28,0–32,0 %) (табл. 4).

Таблица 4. Качество зерна и хлебопекарная оценка сортов озимой мягкой пшеницы, предшественник – кукуруза на зерно (2020–2024 гг.)
Table 4. Grain quality and baking estimation of winter common wheat varieties, forecrop is maize for grain (2020–2024)

Сорт	Содержание, %		Стекловидность, %	Натура зерна, г/л	Объемный выход хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл
	белка	клейковины				
Дон 107, st	12,89	25,3	68	816	718	4,3
Ермак	13,30	25,5	68	801	660	4,2
Станичная	13,55	27,3	64	797	692	4,4
Аскет	13,67	28,1	73	809	728	4,7
Лидия	13,23	25,2	63	792	694	4,5
Лилит	12,37	25,7	66	808	685	4,2
Краса Дона	12,27	24,4	66	791	658	4,1
Жаворонок	13,34	27,6	66	801	690	4,3
Амбар	13,05	25,2	68	800	686	4,2
Аюта	12,78	26,9	69	777	692	4,2

Все сорта, представленные в таблице 4, сформировали высокие значения стекловидности и натуры зерна соответствующие первому классу качества (стекловидность >60 %, натура >750 г/л).

Пробная выпечка – наиболее точный и информативный метод оценки хлебопекарных качеств (Gromova et al., 2022). Средний объемный выход хлеба в опыте изменялся от 658 до 728 см³, общая хлебопекарная оценка –

от 4,1 до 4,7 балла, что говорит о хорошем качестве хлеба сортов зерноградской селекции.

Выводы. Интенсификация земледелия выдвинула перед селекцией в качестве одной из первоочередных задач создание сортов высокопродуктивных, неполегающих, устойчивых к стресс-факторам среды. С 2024 г. допущен для использования в производстве по Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому регионам РФ универсальный

среднеспелый сорт озимой мягкой пшеницы Аюта, созданный на основе сортов Краса Дона и Люпус. Достоинством нового сорта является высокий нижний порог урожайности (6,78 т/га) по предшественнику кукуруза на зерно в годы исследования относительно всех изученных генотипов (4,78–6,50 т/га), что говорит о его стабильности и высокой экологической устойчивости. Он сочетает к себе комплекс хозяйственно-полезных признаков: высокую

и стабильную урожайность по паровым и непаровым предшественникам (6,08–9,88 т/га), морозостойкость (51,0 %), короткостебельность (84,1 см), устойчивость к полеганию (5 баллов) и болезням (бурая ржавчина – 0–5 %, мучнистая роса – 1,5 балла), хорошее качество зерна (ценная пшеница).

Финансирование. Работа выполнена по теме государственного задания № 0505-2025-0006.

Библиографический список

1. Алабушев А. В. Экспортные поставки и современное состояние рынка зерна пшеницы в России и мире // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 33(2). С. 68–70. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10216
2. Иванисова А. С. Оценка элементов структуры урожая коллекционных образцов озимой твердой пшеницы на юге Ростовской области // Аграрная наука. 2022. № 2. С. 62–66. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-356-2-62-66
3. Каменева А. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Хронюк В. Б. Изучение сортов и линий озимой твердой пшеницы в конкурсном сортоиспытании // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1. С. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-24-28
4. Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Подгорный С. В. Изучение селекционного материала озимой мягкой пшеницы по основным критериям качества // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-39-45
5. Кузенко, М. В. Некоторые аспекты продуктивности озимой пшеницы // Новые технологии. 2021. № 17(3). С. 71–76. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-71-76
6. Малкандуев Х. А., Шамурзаев Р. И., Малкандуева А. Х. Формирование урожая и качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и условий возделывания // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 3(107). С. 40–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50
7. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Костыленко О. А., Дубинина О. А., Каменева А. С., Игнатьева Н. Г., Дерова Т. Г. Использование яровых сортов в селекции озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 64–68.
8. Golovko A. S., Kuvshinova E. K. Cultivation efficiency of new varieties of winter soft wheat in the north-eastern zone of the Krasnodar Territory // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 52, Article number: 00003. DOI: 10.1051/bioconf/20225200003
9. Kaya Y., Akcura M. Effects of genotypes and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.) // Food Science and Technology (Campinas). 2014. Vol. 34(2), P. 386–393. DOI: 10.1590/fst.2014.0041
10. Gromova S. N., Skripka O. V., Podgorny S. V., Kravchenko N. S. Estimation of productivity, grain, and flour quality of the winter common wheat varieties when sown after peas in the south of the Rostov region // Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security. 2022. Vol. 372, S. 19–26. DOI: 10.1007/978-3-030-93155-1_3

References

1. Alabushev A. V. Eksportnye postavki i sovremennoe sostoyanie rynka zerna pshenitsy v Rossii i mire [Export deliveries and the current state of the wheat grain market in Russia and the world] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. № 33(2). S. 68–70. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10216
2. Ivanisova A. S. Otsenka elementov struktury urozhaya kollektсионnykh obraztsov ozimoi tverdoi pshenitsy na yuge Rostovskoi oblasti [Estimation of the yield structure elements of the collection samples of winter durum wheat in the south of the Rostov region] // Agrarnaya nauka. 2022. № 2. S. 62–66. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-356-2-62-66
3. Kameneva A. S., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Kostylenko O. A., Khronyuk V. B. Izuchenie sortov i linii ozimoi tverdoi pshenitsy v konkursnom sortoispytanii [Study of winter durum wheat varieties and lines in the competitive variety testing] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2018. № 1. S. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-24-28
4. Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G., Oldyreva I. M., Podgorny S. V. Izuchenie selektsionnogo materiala ozimoi myagkoi pshenitsy po osnovnym kriteriyam kachestva [Study of breeding material of winter common wheat according to the main quality criteria] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. T. 14, № 4. S. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-39-45
5. Kuzenko, M. V. Nekotorye aspekty produktivnosti ozimoi pshenitsy [Some aspects of winter wheat productivity] // Novye tekhnologii. 2021. № 17(3). S. 71–76. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-71-76
6. Malkanduev Kh. A., Shamurzaev R. I., Malkandueva A. Kh. Formirovanie urozhaya i kachestva zerna sortov ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov i uslovii vozdel'yvaniya [Formation of yield and grain quality of winter wheat varieties depending on forecrops and cultivation conditions] // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2022. № 3(107). S. 40–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50
7. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Kostylenko O. A., Dubinina O. A., Kameneva A. S., Ignat'eva N. G., Derova T. G. Ispol'zovanie yarovykh sortov v selektsii ozimoi tverdoi pshenitsy [Use of spring varieties in breeding of winter durum wheat] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 64–68.

8. Golovko A. S., Kuvshinova E. K. Cultivation efficiency of new varieties of winter soft wheat in the north-eastern zone of the Krasnodar Territory // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 52, Article number: 00003. DOI: 10.1051/bioconf/20225200003

9. Kaya Y., Akcura M. Effects of genotypes and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.) // Food Science and Technology (Campinas). 2014. Vol. 34(2), P. 386–393. DOI: 10.1590/fst.2014.0041

10. Gromova S. N., Skripka O. V., Podgorny S. V., Kravchenko N. S. Estimation of productivity, grain, and flour quality of the winter common wheat varieties when sown after peas in the south of the Rostov region // Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security. 2022. Vol. 372, S. 19–26. DOI: 10.1007/978-3-030-93155-1_3

Поступила: 06.03.25; доработана после рецензирования: 27.03.25; принята к публикации: 27.03.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Иванисов М. М. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Марченко Д. М. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Рыбась И. А., Кирилл А. В. – выполнение полевых опытов, сбор данных. **Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН И АДАПТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. П. Збраилова, научный сотрудник, zbrailovalyudmila@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0002-6201-2408;

Т. Н. Лучкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Luchkina.tanya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

Е. А. Крат-Кравченко, младший научный сотрудник, krat-krawchenko.elena@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0001-7478-1717

*Донская опытная станция – филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур
имени В. С. Пустовойта»,*

346754, Ростовская обл., Азовский р-н, п. Опорный, ул. Жданова, 2; e-mail: gnudos@mail.ru

Цель исследований: оценить селекционный материал горчицы сарептской яровой по основным параметрам продуктивности и адаптивности к условиям возделывания в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области, выделить высокопродуктивные, экологически пластичные, стрессоустойчивые сорта, пригодные и востребованные в регионах России с аналогичными погодно-климатическими условиями. Проведена оценка селекционного материала горчицы сарептской яровой в предварительном сортоиспытании по основным параметрам продуктивности и адаптивности к условиям возделывания в зоне недостаточного увлажнения. Выделены высокопродуктивные, экологически пластичные, стрессоустойчивые сортообразцы для дальнейшей селекционной работы при создании новых сортов горчицы сарептской. Описаны погодные условия за годы исследования (2020–2022). Отмечен 2022 г., наиболее благоприятный для роста и развития растений горчицы сарептской, имеющий положительное значение индекса условий среды ($I_j = +0,16$), средняя урожайность образцов составила 2,08 т/га. Анализ полученных данных позволил выделить наиболее стрессоустойчивые, обладающие высокой генетической гибкостью, стабильностью и пластичностью сортообразцы горчицы сарептской. По показателю стрессоустойчивости отмечен сортообразец № 2466 (-0,1), остальные сортообразцы, созданные в условиях Донской опытной станции, находились в пределах (-0,2) – (-0,5). С высокой генетической гибкостью и пластичностью отмечены образцы № 2547, 2466 и 67505. Стабильность проявили сортообразцы № 2466 и № 2497 с показателями $sd^2 = 0,29$ и $sd^2 = 0,42$. Высокой степенью адаптивности (104,7 и 105,7 %) характеризуются образцы: № 67505 и 2466. Сорт-стандарт Люкс и № 2547 приближены к 100 %. В результате проведенных исследований выделены сортообразцы № 67505, № 2466, № 2547, № 2497 с разным уровнем проявления основных хозяйственных признаков, обладающих селекционной ценностью.

Ключевые слова: сортообразцы, горчица сарептская, индекс среды, стрессоустойчивость, взаимосвязь признаков, погодные условия, урожайность.

Для цитирования: Збраилова Л. П., Лучкина Т. Н., Крат-Кравченко Е. А. Влияние погодных условий на урожайность семян и адаптивность горчицы сарептской в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-26-31.



THE EFFECT OF WEATHER CONDITIONS ON SEED PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF SAREPTA MUSTARD IN THE ROSTOV REGION

L. P. Zbrailova, researcher, zbrailovalyudmila@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6201-2408;

T. N. Luchkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, Luchkina.tanya@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

E. A. Krat-Kravchenko, junior researcher, krat-krawchenko.elena@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0001-7478-1717

*Don Experimental Station is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds
named after V. S. Pustovoi",*

346754, Rostov region, Azov district, p. Oporny, Zhdanov str., 2; e-mail: gnudos@mail.ru

The purpose of the current study was to estimate the breeding material of spring Sarepta mustard according to the main parameters of productivity and adaptability to cultivation under insufficient moisture of the Rostov region, to identify highly productive, ecologically adaptable, stress-resistant varieties suitable and in demand in the regions with similar weather and climate conditions. There has been conducted an estimation of the breeding material of spring Sarepta mustard in the preliminary variety testing according to the main parameters of productivity and adaptability to cultivation in the area with insufficient moisture. Highly productive, ecologically plastic, stress-resistant cultivars have been identified for further breeding work when creating new varieties of Sarepta mustard. There have been described weather conditions in the years of the study (2020–2022). The year of 2022 was the most favorable for the growth and development of Sarepta mustard plants, having a positive value of the environmental index ($I_j = +0,16$), the mean productivity of the samples was 2.08 t/ha. The analysis of the obtained data allowed identifying the most stress-resis-

tant varieties of Sarepta mustard with high genetic flexibility, stability and adaptability. According to the stress resistance index, the variety sample № 2466 was the best one (-0.1), the other variety samples developed in the conditions of the Don Experimental Station were within the range of (-0.2) – (-0.5). The samples № 2547, № 2466 and № 67505 were found to be of high genetic flexibility and adaptability. The samples № 2466 and № 2497 demonstrated stability with $\sigma_d^2 = 0.29$ and $\sigma_d^2 = 0.42$. The samples № 67505 and № 2466 were characterized by a high degree of adaptability (104.7 % and 105.7 %). The standard variety 'Luks' and the variety '2547' were close to 100 %. As a result, there have been identified such samples № 67505, № 2466, № 2547, № 2497 with different levels of manifestation of the main economic traits that have breeding value.

Keywords: variety samples, Sarepta mustard, environmental index, stress resistance, correlation of traits, weather conditions, productivity.

Введение. В России большое значение уделяется производству растительного масла, одним из источников которого является горчица. Из всех видов горчицы особо востребована в сельскохозяйственном производстве горчица сарептская (*Brassica juncea* L.). Культуру выращивают в основном для получения масла, горчичного порошка и зеленого удобрения. Наиболее широко семена горчицы применяются в виде порошка при изготовлении столовой горчицы, майонезов, соусов, консервировании овощей, в медицине для приготовления горчичников, водный раствор клейковины горчицы проявляет высокую антиоксидантную активность (Wu et al., 2016). Горчичный жмых принадлежит к числу концентрированных кормов. Его можно использовать для силосования зеленых кормов и компонента комбикормов для сельскохозяйственных животных. Мощная корневая система обогащает почву органическими веществами, восстанавливает ее структуру и пористость (Картамышева и др., 2019).

Горчица сарептская (*Brassica juncea* L.) относится к семейству капустных – Brassicaceae L. В севообороте она обладает фитомелиоративными и фитосанитарными свойствами; являясь засухоустойчивой культурой, способна выносить кратковременные заморозки в фазе формирования листьев до -5–6 °C, не требовательна к почвам, но отзывчива на внесение удобрений. Характеризуется коротким вегетационным периодом, рано уходит с поля, позволяя качественно подготовить почву под посев озимых зерновых культур. В настоящее время меняющиеся климатические условия на юге России в направлении дефицита влаги и повышения температур оказывают отрицательное влияние на рост и развитие растений, определяя длину вегетационного периода, потребление элементов питания, и значительно ограничивают производство основных сельскохозяйственных культур.

Универсальных сортов горчицы, одинаково подходящих для выращивания во всех регионах страны пока не создано. Селекционный процесс долгий и трудоемкий, включающий в себя многолетнее изучение и исследование. Селекция современных сортов горчицы направлена на увеличение продуктивности, улучшение качества масла, создание сортов, приспособленных к меняющимся климатическим условиям. Учеными отмечено, что из-за экологических стрессов потенциальная урожайность сортов не реализуется в полном объеме (Прахова, 2022). В связи с этим при создании

новых сортов необходимо учитывать широкую экологическую пластичность и приспособленность растений к возделыванию в любых агроэкологических условиях (Картамышева и др., 2019). В последнее время большое внимание уделяется изучению проблем потенциальной продуктивности культурных растений и их экологической устойчивости (Игнатъев и др., 2022). Цель работы: оценить селекционный материал горчицы сарептской яровой по основным параметрам продуктивности и адаптивности к условиям возделывания в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области, выделить высокопродуктивные, экологически пластичные, стрессоустойчивые сорта, пригодные и востребованные в регионах России с аналогичными погодно-климатическими условиями.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях Донской опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Для изучения было вовлечено 60 сортообразцов горчицы сарептской. Опыты были заложены согласно методике предварительного сортоиспытания, в качестве стандарта взят сорт Люкс. Площадь делянки составила 18,9 м², ширина междурядья – 0,15 см. Посев проводили сеялкой СН-16. Для оценки естественного увлажнения рассчитали гидротермический коэффициент (ГТК) по Г. Т. Селянинову, выделяющему следующие зоны: избыточного увлажнения, или зону дренажа (ГТК > 1,3); обеспеченного увлажнения (1,0–1,3); засушливую (0,7–1,0); сухого земледелия (0,5–0,7); ирригации (ГТК < 0,5). Дальнейшую статистическую обработку данных проводили по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell. Были рассчитаны: средняя урожайность по сортам ($\bar{Y}_i$) и по годам ($\bar{Y}_j$), сумма показателя урожайности сортообразцов по сортам ($\Sigma \bar{Y}_i$) и по годам исследований ($\Sigma \bar{Y}_j$), стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$), генетическая гибкость ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2$), индекс условий среды (I_j), коэффициент пластичности (b_j), коэффициент стабильности (σ_d^2) (Децина и др., 2020). Коэффициент адаптивности сортообразцов горчицы сарептской рассчитали по методу Л. А. Животкова.

Коэффициент корреляции определили по методу Пирсона. Теснота корреляционной связи между признаками определяется по величине коэффициента корреляции. При $r > 0,70$ наблюдается сильная связь между признаками, при $0,5 < |r_{xy}| < 0,69$ – средняя, при $0,30 < |r_{xy}| < 0,49$ – умеренная, при $0,20 < |r_{xy}| < 0,29$ – слабая, при $|r_{xy}| < 0,19$ – очень слабая. Измерения и учеты проведены по мето-

дике агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами (Лукомец и др., 2022).

Изучая сортообразцы, важно выделить наиболее приспособленные к меняющимся погодным условиям, обладающие высокой продуктивностью, устойчивые к биотическим и абиотическим стресс-факторам.

Погодные условия были различными, о чем свидетельствует гидротермический ко-

эффициент вегетационного периода горчицы. Учитывая классификацию Г. Т. Селянинова по ГТК, 2020 и 2022 гг. характеризуются засушливым земледелием – ГТК составил 0,90 и 0,77 соответственно; 2021 г. с ГТК 1,41 по классификации является влагообеспеченным. На рисунке 1 представлен график осадков, выпавших за вегетационный период горчицы сарептской в годы исследований.

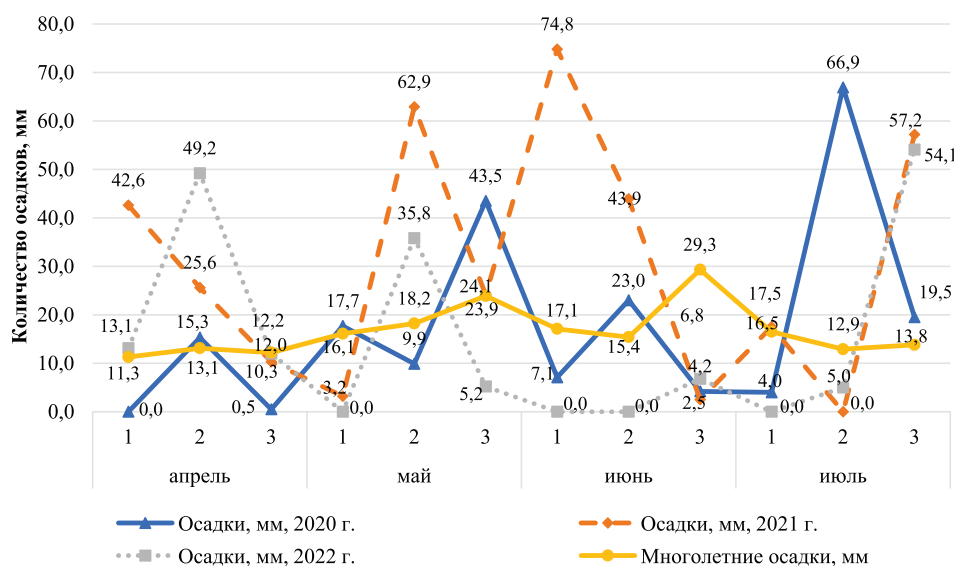


Рис. 1. Характеристика распределения осадков за вегетационный период горчицы (Метеопост ДОС, 2020–2022 гг.)

Fig. 1. Characteristics of precipitation distribution during the vegetation period of mustard (Meteopost DOS, 2020–2022)

Посев в 2020 г. проводили во второй декаде марта. Ранний посев горчицы обусловлен сложившимися погодными условиями. Большой разрыв между ночными и дневными температурами от $-8,0^{\circ}\text{C}$ до $18,1^{\circ}\text{C}$ в сочетании с ветрами сильно иссушили почву. Общее количество осадков за вегетационный период горчицы сарептской составило 192 мм, за осенне-зимний период (с октября по февраль) – 184,4 мм. Средняя урожайность была 1,82 т/га. Гидротермический коэффициент вегетационного периода составил 0,90.

Посев горчицы в 2021 г. проводили во второй декаде апреля, когда температура воздуха была в пределах $10,4^{\circ}\text{C}$. Общее количество осадков за вегетационный период составило 321,9 мм, за осенне-зимний период – 178,8 мм. Средняя урожайность горчицы – 1,85 т/га. ГТК равен 1,41.

Посев горчицы в 2022 г. проведен в третьей декаде марта. На момент посева среднесуточная температура воздуха составила $12,9^{\circ}\text{C}$. Общее количество осадков за вегетационный период – 181 мм. За осенне-зимний период (с октября по февраль) выпало 393,8 мм, что способствовало накоплению влаги в почве и появлению дружных всходов. Средняя урожайность составила 2,08 т/га. ГТК равен 0,77.

Результаты и их обсуждение. В последние годы период выращивания сельскохозяйствен-

ных культур характеризуется высокими температурами воздуха и дефицитом осадков. Такие погодные условия ставят перед селекционерами задачу на создание сортов, адаптивных к выращиванию растений в особо экстремальных условиях. За годы исследования сортообразцов горчицы сарептской вегетационный период варьировал от 90 до 101 дня. Масличность семян находилась в пределах 47,3–52,1 %. Превышение масличности над стандартом на 0,3–3,8 % в 2020 и 2021 гг. проявили все изучаемые сортообразцы. В 2022 г. увеличение масличности семян над стандартом на 0,3–1,4 % отмечено у образцов № 2590 и № 2466, остальные имели отрицательный знак по отношению к стандарту. Масса 1000 штук семян варьировала от 2,9 до 3,4 г. Высота растений находилась в пределах 128–155 см (табл. 1).

Существенно различающиеся по влагообеспеченности годы позволили оценить уровень изменчивости урожайности, определить стрессоустойчивость образцов, параметры пластичности и стабильности горчицы сарептской. Одним из главных показателей ценности сорта для масличных культур является урожайность, вторым ценным признаком – масличность семян. Средняя урожайность в 2022 г. составила 2,08 т/га, индекс условий среды (I_у) имел положительный знак (+0,16) и отмечен как наиболее благоприятный для роста и развития

горчицы. Достоверное превышение на 0,10–0,30 т/га над стандартом – сортом Люкс, отмечено у сортообразцов № 2466, № 2547, № 67505. Предыдущие 2020 и 2021 гг. были менее благоприятными, индекс условий среды имел отрицательный знак ($I_i = -0,1$ и $-0,07$), средняя урожайность этих лет была ниже урожая 2022 г.

и составила 1,82 и 1,85 т/га. В 2020 г. урожайность семян варьировала от 1,70 до 1,94 т/га, все образцы достоверно превысили стандарт на 0,06–0,24 т/га. В 2021 г. урожайность находилась в пределах 1,70–2,00 т/га, по этому показателю изучаемые образцы находились на уровне или ниже сорта-стандарта Люкс.

Таблица 1. Хозяйственно-биологическая характеристика сортообразцов горчицы сарептской
Table 1. Economic and biological characteristics of Sarepta mustard varieties

Сортообразец	Вегетационный период, сут.	Масличность семян, %	$\pm$ к стандарту, %	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см
2020 год					
67505	92	51,1	+3,8	2,9	138
2466	93	49,3	+2,0	3,1	132
2497	92	50,0	+2,7	3,1	132
2590	92	49,2	+1,9	3,0	128
2547	90	50,1	+2,8	2,9	143
Люкс, st	91	47,3	–	2,9	140
НСР _{0,5}	–	0,33	–	–	–
Среднее	92	49,5	–	3,0	135,5
2021 год					
67505	101	52,1	+2,0	3,2	150
2466	99	50,4	+0,3	3,4	152
2497	100	51,0	+0,9	3,0	147
2590	100	50,6	+0,5	2,9	155
2547	100	50,7	+0,6	2,9	137
Люкс, st	100	50,1	–	3,2	138
НСР _{0,5}	–	0,36	–	–	–
Среднее	100	50,8	–	3,1	146,5
2022 год					
67505	101	52,1	+2,0	3,2	150
2466	99	50,4	+0,3	3,4	152
2497	100	51,0	+0,9	3,0	147
2590	100	50,6	+0,5	2,9	155
2547	100	50,7	+0,6	2,9	137
Люкс, st	100	50,1	–	3,2	138
НСР _{0,5}	–	0,36	–	–	–
Среднее	100	50,8	–	3,1	146,5

Важной характеристикой сорта является его стрессоустойчивость, которая показывает разницу между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$). По этому показателю

отмечен сортообразец № 2466 ($-0,1$), остальные сортообразцы находились в пределах ($-0,2$) – ($-0,5$) (табл. 2).

Таблица 2. Уровень изменчивости урожайности, параметры пластичности и стабильности горчицы сарептской в различные годы исследований (2020–2022 гг.)
Table 2. The level of productivity variability, adaptability and stability parameters of Sarepta mustard during different years of the study (2020–2022)

Сорто-образец	Урожайность, т/га			ΣY_i	Y_i	$(Y_{\min} - Y_{\max})$	$(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$	b_i	σ^2	КА
	2020 г.	2021 г.	2022 г.							
Люкс, st	1,70	2,00	2,00	5,70	1,90	-0,3	1,85	1,05	4,39	98,9
67505	1,79	2,00	2,30	6,09	2,03	-0,5	2,04	1,72	2,03	105,7
2466	1,94	2,00	2,10	6,04	2,01	-0,1	2,02	0,55	0,29	104,7
2497	1,76	1,70	2,00	5,46	1,82	-0,2	1,88	1,07	0,42	94,8
2590	1,80	1,70	2,00	5,50	1,83	-0,2	1,90	1,00	4,50	95,3
2547	1,93	1,70	2,10	5,73	1,91	-0,2	2,01	1,05	3,66	99,5
НСР ₀₅	0,09	0,11	0,10	–	–	–	–	–	–	–
* ΣY_j	10,9	11,1	12,5	34,5	11,5	–	–	–	–	–
* Y_j	1,82	1,85	2,08	5,75	1,92	–	–	–	–	–
* I_j	-0,1	-0,07	0,16	–	–	–	–	–	–	–

Изучая генетическую гибкость ($(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$), представляющую среднюю урожайность образцов, выращенных в контрастных погодных условиях, были отмечены сортообразцы № 2547; № 2466; № 67505. Способность сортообразцов приспосабливаться к различным условиям выращивания определяет их пластичность. Анализ полученных данных позволил выделить наиболее пластичные сортообразцы: № 67505 ($b_i = 1,72$); № 2497 ($b_i = 1,07$); № 2547 ($b_i = 1,05$); № 2590 ($b_i = 1,00$). Способность поддерживать продуктивность на высоком уровне в различных погодно-климатических условиях является показателем уровня стабильности, по которому отмечены два образца № 2466 ($\sigma_d^2 = 0,29$) и № 2497 ($\sigma_d^2 = 0,42$) соответственно. Но не менее важным, наряду с высокой урожайностью и масличностью, является создание сортов, имеющих высокую адаптивность к условиям выращивания. Коэффициент адаптивно-

сти подразумевает способность сорта приспосабливаться к изменяющимся условиям среды. Высоко адаптивным считается сорт, показатель которого приближен к 100 % или превышает его. В наших исследованиях образцы № 67505 и № 2466 имели коэффициент адаптивности, превышающий 100 %, а № 2547 и сорт-стандарт Люкс приближены к 100 %. Остальные образцы № 2590 и № 2497 оценивались как менее адаптивные.

Изучение корреляции в селекции позволяет проводить предварительную оценку растений и выбраковывать менее ценный материал на ранних стадиях их развития, что повышает скорость и эффективность селекционного процесса. Теснота корреляционной связи определяется по величине коэффициента корреляции. Взаимосвязь между признаками в различные по влагообеспеченности годы отображена в таблице 3.

Таблица 3. Корреляционная связь между хозяйственно-ценными признаками горчицы сарептской (2020–2022 гг.)
Table 3. Correlation between economically valuable traits of Sarepta mustard (2020–2022)

Признаки	Урожайность, т/га	Масличность семян, %	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см
2020 год				
Вегетационный период, сут.	-0,916	-0,590	0,872	-0,681
Урожайность, т/га	–	0,850	-0,810	0,850
Масличность семян, %	–	–	-0,644	0,950
Масса 1000 семян, г	–	–	–	-0,792
2021 год				
Вегетационный период, сут.	0,353	0,121	0,722	-0,778
Урожайность, т/га	–	-0,229	-0,180	0,223
Масличность семян, %	–	–	0,048	-0,005
Масса 1000 семян, г	–	–	–	-0,764
2022 год				
Вегетационный период, сут.	0,537	0,771	-0,316	-0,084
Урожайность, т/га	–	0,816	0,410	0,154
Масличность семян, %	–	–	-0,028	0,294
Масса 1000 семян, г	–	–	–	0,174

При определении взаимосвязи между признаками прослеживается как положительная, так и отрицательная зависимость. Согласно классификации коэффициента корреляции в 2020 г. отмечена сильная зависимость между вегетационным периодом и массой 1000 семян ($r = 0,872$), урожайностью и масличностью семян ($r = 0,850$), урожайностью и высотой растений ($r = 0,850$), масличностью семян и высотой растений ($r = 0,950$).

В 2021 г. наблюдается сильная связь между вегетационным периодом и массой 1000 семян ($r = 0,722$), вегетационным периодом и урожайностью ($r = 0,353$).

Наиболее засушливым был 2022 г., ГТК равен 0,77. Сильная зависимость хозяйственно-ценных признаков наблюдается между урожайностью и масличностью семян ($r = 0,816$), вегетационным периодом и масличностью семян ($r = 0,771$), умеренная зависимость между урожайностью и массой 1000 семян ($r = 0,410$).

Оставшиеся признаки за годы исследований имели слабую положительную или отрицательную зависимость.

Выводы. В результате проведенных исследований в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области наиболее благоприятным для роста и развития растений горчицы сарептской, отмечен 2022 г., индекс условий среды имел положительный знак (+0,16), средняя урожайность составила 2,08 т/га. По показателю стрессоустойчивости отмечен образец № 2466 (-0,1). С высокой генетической гибкостью и пластичностью в условиях выращивания отмечены образцы № 2547, № 2466 и № 67505. Стабильность проявили сортообразцы № 2466 и № 2497. Высокой степенью адаптивности (104,7 и 105,7 %) в условиях выращивания характеризуются образцы № 67505 и № 2466. Сорт-стандарт Люкс и № 2547 приближен к 100 %. Таким образом, анализ данных, полученных за годы исследований (2020–2022 гг.), позволил выделить сортообразцы с наиболь-

шей генетической гибкостью, стрессоустойчивостью, пластичностью, стабильностью и адаптивностью. Выделенные сортообразцы № 67505, № 2466, № 2547, № 2497 с разным уровнем проявления основных хозяйственных признаков, обладающих селекционной ценностью, будут вовлечены в дальнейшую научную

работу. Наибольшее количество корреляционной связи между признаками прослеживается в более засушливые 2020 и 2022 годы.

Финансирование. Публикация выполнена за счет средств предпринимательской деятельности Донской опытной станции имени Л. А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Библиографический список

1. Децына А. А., Илларионова И. В., Щербинина В. О. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2020. Вып. 3 (183). С. 31–38.
2. Игнатьев С. А., Регидин А. А., Кравченко Н. С., Горюнов К. Н. Результаты оценки свойств адаптивности сортов эспарцета в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 5. С. 33–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-33-38
3. Картамышева Е. В., Лучкина Т. Н., Збраилова Л. П. Экологическая пластичность и стабильность сортов горчицы сарептской селекции ВНИИМК в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного университета. 2019. № 154. С. 278–288. DOI: 10.21515/1990-4665-154-027
4. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Семеренко С. А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар, 2022. 538 с.
5. Прахова Т. Я. Анализ и оценка исходного материала для селекции рыжика озимого в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1. С. 75–76. DOI: 10.55186/25876740-2022-65-1-75
6. Wu Y., Hui D., Eskin N. A., Cui S. W. Water-soluble yellow mustard mucilage: A novel ingredient with potent antioxidant properties // International Journal of Biological Macromolecules 2016. Vol. 91, P. 710–715. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.05.088

References

1. Detsyna A. A., Illarionova I. V., Shcherbinina V. O. Raschet parametrov ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti maslichnykh sortov podsolnechnika selektsii VNIIMK [Calculation of parameters of ecological adaptability and stability of oil varieties of sunflower of VNIIMK breeding] // Maslichnye kul'tury. 2020. Vyp. 3 (183). S. 31–38.
2. Ignat'ev S. A., Regidin A. A., Kravchenko N. S., Goryunov K. N. Rezul'taty otsenki svoistv adaptivnosti sortov espartseta v usloviyakh yuga Rostovskoi oblasti [Estimation results of adaptability properties of sainfoin varieties in the south of Rostov region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. T. 14, № 5. S. 33–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-33-38
3. Kartamysheva E. V., Luchkina T. N., Zbrailova L. P. Ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov gorchitsy sareptsckoi selektsii VNIIMK v usloviyakh nedostatochnogo uvlazhneniya Rostovskoi oblasti [Ecological adaptability and stability of Brassica mustard varieties of VNIIMK breeding under insufficient moisture of Rostov region] // Politematicheskii setevoi elektronnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2019. № 154. S. 278–288. DOI: 10.21515/1990-4665-154-027
4. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Semerenko S. A. Metodika agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s osnovnymi polevymi kul'turami [Methodology of agrotechnical study in the trials with main field crops]. Krasnodar, 2022. 538 s.
5. Prakhova T. Ya. Analiz i otsenka iskhodnogo materiala dlya selektsii ryzhika ozimogo v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Analysis and estimation of initial material for winter camelina breeding in the forest-steppe of the middle Volga region] // Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2022. № 1. S. 75–76. DOI: 10.55186/25876740-2022-65-1-75
6. Wu Y., Hui D., Eskin N. A., Cui S. W. Water-soluble yellow mustard mucilage: A novel ingredient with potent antioxidant properties // International Journal of Biological Macromolecules 2016. Vol. 91, P. 710–715. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.05.088

Поступила: 18.02.25; доработана после рецензирования: 21.04.25; принята к публикации: 21.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Збраилова Л. П. – концептуализация и проектирование исследования, подготовка семенного материала и закладка опыта, фенологические наблюдения, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Лучкина Т. Н. – подготовка семенного материала и закладка опыта, подготовка рукописи; Крат-Кравченко Е. А. – подготовка семенного материала и закладка опыта, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ОВСА ЯРОВОГО ДЖИГИТ

В. А. Борадулина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, лаборатории селекции зернофуражных культур, boradulina_va@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9720-0564;

А. П. Кузикеева, научный сотрудник лаборатории селекции зернофуражных культур, akuzikeeva@mail.ru;

Г. М. Мусалитин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции зернофуражных культур, ORCID ID: 0000-0002-5755-6494;

Ж. В. Кузикеев, научный сотрудник лаборатории селекции зернофуражных культур, kusikeev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8704-6172

ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», 656910, Алтайский край, г. Барнаул, пос. Научный Городок, д. 35

За всю историю селекции овса на Алтае создано семь сортов, внесенных в Реестр селекционных достижений. Пять из них зернофуражного использования – Алтайский крупнозерный (1992), Корифей (1999), Пегас (2009), Русич (2021), Вектор (2021), два сорта универсальные – Аргумент (2005) и Джигит (2024). Новый сорт овса Джигит выведен путем индивидуального отбора из гибридной комбинации Мутика 551 x Kalgan. Скрещивание проведено в 2003 г., отбор элитного растения – в 2007 году. Изучение в питомнике конкурсного испытания проходило в 2013–2024 гг., государственное испытание – в 2022, 2023 годах. В статье приведены результаты изучения сортов овса в 2022–2024 годах. В питомнике конкурсного испытания по паровому предшественнику урожайность сорта Джигит варьировала от 4,98 до 6,83 т/га. Средняя урожайность составила 5,78 т/га, у стандартного сорта Вектор – 5,12 т/га, прибавка – 0,66 т/га, или 12,9%. В среднем урожайность по зерновому предшественнику 3,52 т/га, что превосходит стандартный сорт на 0,58 т/га, или на 19,7 %. За годы изучения Джигит показал себя адаптированным к неблагоприятным факторам среды. Преимущество нового сорта следующее: высокая урожайность зерна и зеленой массы, крупность зерна, устойчивость к полеганию и пыльной головне. Джигит внесен в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2024 г. по Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11) регионам для выращивания на зерно и укосные цели, по Дальневосточному (12) – на зерно.

Ключевые слова: овес яровой, селекция, сорт, урожайность, натура, пленчатость, пыльная головня.

Для цитирования: Борадулина В. А., Кузикеева А. П., Мусалитин Г. М., Кузикеев Ж. В. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта овса ярового Джигит // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 32–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-32-38.



ECONOMIC AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEW SPRING OAT VARIETY 'DZHIGIT'

V. A. Boradulina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of fodder-grain crops breeding, boradulina_va@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9720-0564

A. P. Kuzikeeva, researcher of the laboratory of fodder-grain crops breeding, akuzikeeva@mail.ru;

G. M. Musalitin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of fodder-grain crops breeding ORCID ID: 0000-0002-5755-6494

Zh. V. Kuzikeev, researcher of the laboratory of fodder-grain crops breeding, kusikeev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8704-6172

FSBSI "Federal Altai Research Center of Agrobiotechnologies", 656910, Altai territory, Barnaul, Nauchny Gorodok str., 35

Throughout the history of oat breeding in Altai, seven varieties have been developed and introduced into the List of Breeding Achievements. Five of them are the varieties 'Altaiskiy krupnozerny' (1992), 'Korifey' (1999), 'Pegas' (2009), 'Rusich' (2021), 'Vektor' (2021) for grain fodder use, two varieties 'Argument' (2005) and 'Dzhigit' (2024) are universal. The new oat variety 'Dzhigit' was developed by individual selection from the hybrid combination 'Mutika 551' x 'Kalgan'. The crossing was carried out in 2003, the basic plant was selected in 2007. The study in the competitive testing nursery took place in 2013–2024. The State Variety Testing was in 2022, 2023. The current paper has presented the study results of oat varieties in 2022–2024. In the competitive testing nursery, the productivity of the variety 'Dzhigit' sown in fallow varied from 4.98 to 6.83 t/ha. The mean productivity was 5.78 t/ha, while the standard variety 'Vektor' had 5.12 t/ha with an increase of 0.66 t/ha or 12.9 %. On average, the productivity after the grain forecrop was 3.52 t/ha, which exceeded that of the standard variety by 0.58 t/ha or 19.7 %. Over the years of study, 'Dzhigit' has proved to be adapted to unfavorable environmental factors. The advantages of the new variety are as follows: large productivity of grain and green mass, grain size, resistance to lodging and loose smut. The variety 'Dzhigit' has been included in the List of breeding achievements approved for use since 2024 in the West Siberian (10), East Siberian (11) regions for grain and mowing purposes, in the Far Eastern (12) for grain purpose.

Keywords: spring oats, breeding, variety, productivity, nature, hull content, loose smut.

Введение. Овес – одна из основных зерновых культур в Российской Федерации, представляющая как продовольственную, так и фуражную ценность. Его зерно характеризуется повышенной питательностью, которая определяется высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, витаминов и жира (Дейнес, 2017; Полонский и др., 2019).

Уникальность зерна овса заключается также в повышенном содержании полисахаридов, антиоксидантов, β -глюканов, которые положительно влияют на здоровье человека (Лоскутов и Полонский, 2017; Полонский и др., 2020). Его зерно обладает хорошей усвояемостью, поэтому нашло широкое применение в производстве продуктов для диетического, детского питания. Кроме того, найдено его применение в косметике и народной медицине (Баталова и др., 2021).

Россия занимает первое место по производству овса в мире. По данным на 2023 г. площадь под культурой в РФ составила 1,8 млн га. Второе место занимает Канада, третье – Австралия. Лидирует в РФ по площади возделывания Сибирский федеральный округ – около 40 %. Первые места занимают Алтайский, Красноярский края, Тюменская область.

По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса Алтайский край в общем объеме производства овса в России занимает около 8 % (первое место). Среди субъектов СФО на Алтае под овес отведены самые значительные площади, в 2024 г. они составили 218,3 тыс. га, или 26 %.

Овес может приспосабливаться к разнообразным условиям произрастания, поэтому у него довольно широкий ареал распространения. Преимущества овса по сравнению с другими зерновыми культурами – высокая отзывчивость на улучшение условий возделывания и меньшая требовательность к почве. Ежегодно его урожайность в Алтайском крае на 7–13 % превосходит урожайность пшеницы. Для обеспечения высокой урожайности и качества зерна в производстве должны быть учтены рекомендации оригинатора по сортовой технологии возделывания, посев сертифициро-

ванными семенами высоких репродукций и целевое назначение сорта (Усенко и др., 2020).

Для расширения ареала возделывания культуры нужно ориентироваться на адаптивно-экологическую направленность селекции, создавать сорта для конкретных условий произрастания (Николаев и др., 2018; Сапега и Турсумбекова, 2020).

Все возделываемые сорта несовершенны и в условиях значительной изменчивости погодных условий, их урожайность крайне нестабильна, они недостаточно устойчивы к стрессовым ситуациям. Поэтому перед селекционерами стоит задача повышения их стабильности, устойчивости к неблагоприятным биотическим и абиотическим стрессорам окружающей среды, снижения зависимости от погодных условий.

Основой создания нового исходного материала селекционеров Алтайского НИИ сельского хозяйства служат мировая коллекция ВИР, генофонд лаборатории селекции зернофуражных культур, новые сорта, внесенные в реестр РФ. Основными методами в селекции овса являются межсортовая гибридизация и индивидуальный отбор. Использование генетического разнообразия – один из факторов успешной селекции овса. За всю историю селекции овса на Алтае создано семь сортов, пять из них зернофуражного использования – Алтайский крупнозерный (1992), Корифей (1999), Пегас (2009), Русич (2021), Вектор (2021), два сорта универсальные – Аргумент (2005) и Джигит (2024).

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лесостепи Алтайского Приобья на опытных полях ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий». Целью исследований являлось создание высокоурожайного сорта, устойчивого к полеганию и поражению болезнями.

В статье приведены данные исследований, полученные в питомнике конкурсного испытания в 2022–2024 годах. Агрометеорологические условия в эти годы значительно отличались между собой и по количеству выпавших осадков и по температурному режиму (табл. 1).

Таблица 1. Гидротермические условия вегетационных периодов (2022–2024 гг.)
Table 1. Hydrothermal conditions of the vegetation periods of 2022–2024

Месяц, декада		2022 год		2023 год		2024 год		Средние многолетние	
		t °C	осадки, мм	t °C	осадки, мм	t °C	осадки, мм	t °C	осадки, мм
Май	I	12,0	1,2	11,2	1,5	11,2	12,7	10,1	15,0
	II	19,2	0,8	10,9	3,8	14,6	13,4	12,0	13,0
	III	20,1	2,6	14,0	4,8	11,9	54,9	13,9	14,0
	месяц	17,2	4,6	12,1	10,1	12,5	81,0	12,1	42,0
Июнь	I	13,3	27,8	23,8	24,6	15,6	23,3	15,9	15,0
	II	20,2	60,6	18,7	3,6	20,3	23,8	18,0	13,0
	III	21,1	22,8	16,7	16,7	25,0	7,7	19,2	19,0
	месяц	18,2	111,2	19,7	44,9	20,3	54,8	17,7	47,0
Июль	I	18,1	41,6	19,9	12,0	20,5	44,7	19,8	15,0
	II	18,3	0,4	27,9	18,2	22,2	9,4	20,3	18,0
	III	19,9	13,9	21,4	44,9	22,1	23,0	19,5	31,0
	месяц	18,8	56,0	21,4	75,1	21,6	77,1	19,9	64,0

Продолжение табл. 1

Месяц, декада		2022 год		2023 год		2024 год		Средние многолетние	
		t °C	осадки, мм	t °C	осадки, мм	t °C	осадки, мм	t °C	осадки, мм
Август	I	18,9	9,7	20,7	14,4	21,0	35,0	18,2	18,0
	II	15,7	5,1	15,3	55,7	19,4	33,7	17,6	16,0
	III	15,9	1,3	19,1	9,4	16,7	9,8	15,2	15,0
	месяц	16,8	16,1	18,4	79,6	19,0	78,5	17,0	49,0
Май–август		17,8	187,9	17,9	209,7	18,4	291,4	17,0	202,0

Май 2022 г., включая первую декаду – время посева питомников овса, характеризовался высокой температурой воздуха и значительным недобором осадков. Так, за весь месяц выпало 4,6 мм, что соответствует 11 % к среднемноголетнему значению. Недобор осадков сопровождался жаркой для этого периода погодой. Среднемесячная температура воздуха была равна 17,2 °C (+5,1 °C). Напряженную обстановку сгладили осадки, начавшиеся 2 июня и продолжавшиеся с периодичностью во все декады июня и первую декаду июля. Осадки июня по общему количеству составили 237 % к среднемноголетнему значению (111,2 мм). Распределение их было равномерное по всем декадам. Температура воздуха в этот период приближалась к климатической норме (+0,5 °C). В июле температура была благоприятной – 18,8 °C (-1,1 °C к средней многолетней), при удовлетворительных осадках – 56,0 мм. Август – теплый и сухой. Хорошие июньские и июльские запасы влаги способствовали формированию хорошей озерненности метелки и наливу зерна. В результате зерно овса в текущем году отличается высокой натурой. В целом вегетационный период текущего года сложился благоприятно для развития культуры, о чем свидетельствует урожайность.

Май в 2023 г. по количеству осадков также характеризовался значительным их недобором. Так, за весь месяц выпало 10,1 мм, что соответствует 24 % к среднемноголетнему значению. Среднемесячная температура июня составила 19,7 °C, это выше многолетнего значения на 2,0 °C. Особенно жаркой была первая декада месяца – +7,9 °C к климатической норме. В целом влагообеспеченность июня находилась на уровне среднемноголетних значений – 44,9 мм (96 %). Высокая температура воздуха сохранилась в июле, особенно жаркой была вторая декада. Среднемесячная температура составила 21,4 °C, это выше многолетнего значения на 1,5 °C. По осадкам месяц приближен к климатической норме – 75,1 мм (117 %). В целом вегетационный период текущего года сложился удовлетворительно для развития овса. Описанные погодные условия вегетационного 2023 г. позволили сформировать урожайность овса на 25 % ниже по сравнению с 2022 годом. Зерно получено с меньшей натурой.

Май в 2024 г. отличался значительной влагообеспеченностью. Месячная норма осадков составила 193 % – 81 мм. Среднесуточная температура воздуха незначительно отличалась от среднемноголетней. Температурный

фон июня был достаточно высоким: превышение составило 2,6 °C. Напряженную обстановку спасли осадки первых двух декад. В целом влагообеспеченность июня находилась на уровне средних значений – 54,8 мм (116 %). Температура воздуха в июле была несколько выше среднемноголетних значений. Особенно жаркой отмечена третья декада месяца (+2,6 °C). По влагообеспеченности месяц был благоприятный, в сумме выпало 77,0 мм. Дожди присутствовали периодически, напряженных периодов не было. 8 июля посевы попали под шквалистый ветер с дождем, 18 мм осадков выпало в течение 20 мин. Сильный ветер с дождем вызвал сильное полегание посевов овса, что повлекло снижение урожайности зерна. В целом вегетационный период 2024 г. сложился удовлетворительно для культуры. Таким образом, разнообразные условия по гидротермическим показателям в годы исследований позволили дать объективную оценку нового сорта овса ярового Джигит.

Полевые опыты, наблюдения и учеты проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Цифровой материал статистически обработали методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2014).

Селекционные питомники закладывали по паровому предшественнику. Посев проводили 3–10 мая на глубину 5 см сеялкой ССФК-7. Стандартом в Алтайском НИИСХ служил сорт овса Вектор, в экологическом испытании в Кемеровском НИИСХ – сорт Креол. Площадь делянки 10 м², повторность 4-кратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Для оценки адаптивных свойств посев делянок повторили по зерновому (овес) предшественнику. В течение вегетации проводили химическую прополку против двудольных сорняков гербицидами Ферат (трибенурон-метил, 750 г/кг) в дозе 0,012 кг/га и Дротик (2,4-Д, 400 г/л) в дозе 0,4 л/га. Поражение пыльной головней оценивали по шкале В. И. Кривченко (Кривченко, 1984). Уборку делянок проводили в фазе полной спелости селекционным комбайном «Wintersteiger Classic».

Результаты и их обсуждение. Новый сорт овса Джигит выведен путем индивидуального отбора из гибридной комбинации Мутика 551 x Kalgan. Скрещивание проведено в 2003 году. В 2007 г. проведен отбор элитного колоса из гибридной популяции F₅. 2008 и 2009 гг. наблюдения проводили в селекционных питомниках 1-го и 2-го года. Исследования

в контрольном питомнике – 2010 год. Изучение в питомнике конкурсного испытания проходило в 2013–2024 годах. Государственное испытание – в 2022, 2023 годах. В статье приведены результаты изучения сортов овса в 2022–2024 годах. В таблицы, кроме стандарта Вектор и нового сорта Джигит, включены последний внесенный в Реестр селекционных достижений РФ сорт Русич и самый распространенный в Алтайском крае сорт Корифей.

В питомнике конкурсного испытания по паровому предшественнику урожайность сор-

та Джигит варьировала от 4,98 до 6,83 т/га (табл. 2). Средняя урожайность за 3 года составила 5,78 т/га, у стандартного сорта Вектор – 4,71 т/га, прибавка – 0,66 т/га или 12,9 %. За 3 года испытания у Джигита в двух случаях было достоверное превышение, самая значительная прибавка была в 2024 г. – 0,96 т/га. За 12 лет конкурсного испытания преимущество составило 0,70 т/га. Урожайность сортов Русич и Корифей также отстает от нового сорта на 0,60–0,75 т/га соответственно.

Таблица 2. Урожайность сортов овса в питомнике конкурсного испытания, пар (2022–2024 гг.)
Table 2. Productivity of oat varieties in the CVT nursery, fallow (2022–2024)

Сорт	Урожайность т/га, годы				Отклонение от стандарта	
	2022	2023	2024	средняя	т/га	%
Вектор, st	5,98	4,82	4,57	5,12	–	–
Джигит	6,83*	4,98	5,53*	5,78	0,66	12,9
Русич	5,90	4,15	5,50*	5,18	+0,06	1,2
Корифей	6,15	4,68	4,27	5,03	-0,09	1,8
НСР ₀₅	0,38	0,36	0,45	–	–	–

Примечание. * – превышение урожайности над стандартом достоверно.

По зерновому предшественнику наиболее существенная прибавка была в 2024 г. – 0,87 т/га (табл. 3). В среднем урожайность

за 3 года составила 3,52 т/га, это превышает значение стандартного сорта на 0,58 т/га или на 19,7 %.

Таблица 3. Урожайность сортов овса в питомнике КСИ, зерновой предшественник (2022–2024 гг.)
Table 3. Productivity of oat varieties in the CVT nursery, grain forecrop (2022–2024)

Сорт	Урожайность т/га, годы				Отклонение от стандарта	
	2022	2023	2024	средняя	т/га	%
Вектор, st	3,20	2,77	2,84	2,94	–	–
Джигит	3,85*	3,01	3,71*	3,52	+0,58	19,7
Русич	3,45	2,54	2,45	2,81	-0,13	4,4
Корифей	3,15	3,00	3,42*	3,20	+0,26	8,8
НСР ₀₅	0,34	0,51	0,50	–	–	–

Примечание. * – превышение урожайности над стандартом достоверно.

В экологическом испытании в Кемеровском НИИСХ новый сорт Джигит имел существенную

прибавку к стандартному сорту Креол, в среднем за 2 года она составляет 23,2 % (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность сортов овса в экологическом испытании, Кемеровский НИИСХ, т/га (2020, 2021 гг.)
Table 4. Productivity of oat varieties in the ecological testing, Kemerovo RIA, t/ha (2020, 2021)

Сорт	Годы		Среднее за 2 года	Прибавка к стандарту
	2020	2021		
Креол, st	6,00	4,09	5,05	–
Джигит	7,52*	4,92*	6,22	+1,17 (23,2%)
НСР ₀₅	0,44	0,39	–	–

Примечание. * – превышение урожайности над стандартом достоверно.

Сорт Джигит имеет крупное зерно – 40,9 г (табл. 5). Натура зерна в среднем составила 568 г/л, что почти на уровне со стандартом. Зерно характеризуется средней пленчатостью – 26,0 %. Джигит практически устойчив

к пыльной головне (поражение на искусственном фоне до 3 % по шкале В. И. Кривченко), стандарт при этом поражается в сильной степени – 60 %. Сорт имеет высокую степень устойчивости к полеганию – 4,8 балла.

Таблица 5. Характеристика сортов овса (в среднем за 2022–2024 гг.)
Table 5. Characteristics of oat varieties (mean in 2022–2024)

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, %	Натура, %	Пленчатость, %	Устойчивость к полеганию, балл	Восприимчивость к пыльной головне, %*
Вектор, st	35,9	13,3	564	26,2	4,0	60
Джигит	40,9	11,4	568	26,0	4,8	3
НСР ₀₅	2,4	1,3	23	1,6	0,7	20

Примечание * – показана максимальная восприимчивость к пыльной головне на искусственном фоне.

Испытание на укосные цели показало, что урожайность свежескошенной зеленой массы, сена и содержание протеина у Джигита находятся на одном уровне с укосным сортом Аргумент и значительно превосходят самый распространенный зернофуражный сорт в Алтайском крае – Корифей, который

зачастую используется в качестве укосного (табл. 6). Для сортов, используемых для получения сена, важное значение имеет устойчивость к пыльной головне. Джигит по этому показателю имеет преимущество по сравнению с другими сортами, он практически устойчив к этому патогену – 3 % на искусственном фоне.

Таблица 6. Урожайность и питательная ценность зеленой массы сортов овса, среднее за 2022–2024 гг.
Table 6. Yield and nutritional value of total plant weight of oat cultivars, average for 2022–2024

Сорт	Урожайность зеленой массы, влажность 75%, т/га	Урожайность сухой массы, влажность 16%, т/га	Содержание протеина, %	Восприимчивость к пыльной головне, %
Джигит	19,0	5,7	15,1	3
Аргумент	18,7	5,6	15,0	62
Русич	17,7	5,3	14,0	35
Корифей	16,5	4,9	13,6	48
НСР ₀₅	3,7	1,1	1,5	20

Джигит принадлежит к разновидности mutika. Растение высокорослое, относится к среднераннему типу созревания. Метелка двухсторонняя длинная. Расположение ветвей горизонтальное. Расположение колосков пониклое. Зерно пленчатое, окраска цветковых чешуй, покрывающих зерно, белая. Остистость первой зерновки отсутствует или очень слабая. Опушение у основания зерновки слабое.

За годы изучения Джигит показал себя высокоустойчивым к неблагоприятным факторам среды. Преимущества нового сорта следующие: высокая урожайность зерна и зеленой массы, устойчивость к пыльной головне, крупность зерна.

По данным ФГБУ «Госсорткомиссия» средняя урожайность зерна в Дальневосточном регионе составила 3,45 т/га, Восточно-Сибирском – 4,13 т/га, Западно-Сибирском – 3,99 т/га. Джигит обладает большим потенциалом урожайности, максимальное ее проявление получено в 2022 г. в Томской области – 8,16 т/га.

Средняя урожайность зеленой массы в пересчете на сухое вещество в Восточно-Сибирском регионе составила 7,19 т/га, в Западно-Сибирском – 5,90 т/га. Максимальная урожайность зеленой массы получена в Иркутской области в 2023 г. – 13,76 т/га.

Сорт внесен в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2024 г. по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому регионам (11) – для выращивания на зерно

и укосные цели, по Дальневосточному (12) – на зерно.

Джигит внесен в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2024 г., по Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11) и Дальневосточному (12) регионам для выращивания на зерно и дополнительно по Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому – на укосные цели.

Выводы. На создание сорта овса Джигит потребовалось 19 лет от гибридизации до передачи на Государственное испытание. Основными его преимуществами являются высокая урожайность зерна и зеленой массы, устойчивость к пыльной головне, полеганию и осыпанию зерна. Новый сорт относится к среднеспелой группе созревания. В питомнике конкурсно-го испытания его урожайность варьировала от 4,98 до 6,83 т/га. Средняя урожайность составила 5,78 т/га, прибавка к стандарту – 0,66 т/га или 12,9 %. Потенциальная урожайность зерна – свыше 8 т/га.

Сорт внесен в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2024 г., по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому регионам (11) – для выращивания на зерно и укосные цели, по Дальневосточному (12) – на зерно.

Джигит успешно прошел Государственное испытание и был предложен для возделывания на зерно и зеленый корм в трех регионах: Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском и Дальневосточном.

Финансирование. Исследования проводили в рамках научно-исследовательской работы «Управление селекционным процессом создания новых генотипов культурных растений с высокоценными признаками продуктивности и качества, устойчивости к био- и абиострессорам; методы и способы реализации генетического потенциала новых генотипов сельскохозяйственных, лекарственных и аро-

матических культур» по теме «Создание стрессоустойчивых сортов зерновых, зернобобовых и масличных культур, обладающих высокой и стабильной урожайностью, повышенным качеством зерна и продуктов его переработки, а также пригодных для формирования высокопродуктивных агроценозов в кормопроизводстве» (0534-2024-0002).

Библиографический список

1. Баталова Г. А., Шевченко С. Н., Жуйкова О. А., Бишарев А. А., Тулякова М. В. Селекция овса пленчатого в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 3. С. 11–15. DOI: 10.1857/S2500262721030030
2. Дейнес Н. В. Результаты изучения исходного материала овса в условиях Алтайского края // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178, № 4. С. 36–42. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-36-42
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 2014. 352 с.
4. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. М.: Колос, 1984. 304 с.
5. Лоскутов И. Г., Полонский В. И. Селекция на содержание β -глюкана в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 4. С. 646–657. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.4.646rus
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. 384 с.
7. Николаев П. Н., Анисков Н. И., Юсова О. А., Сафонова И. В. Адаптивность урожайности ярового овса в условиях Омского Прииртышья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179(4). С. 28–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-28-385
8. Полонский В. И., Лоскутов И. Г., Сумина А. В. Оценка генотипов овса на содержание β -глюканов в зерне на основании его физических характеристик // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 1. С. 42–52. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.45rus
9. Полонский В. И., Сурин Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(6). С. 683–690. DOI: 10.18699/VJ19.541
10. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 21(2). С. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
11. Усенко С. В., Усенко В. И., Гаркуша А. А., Литвинцева Т. А., Щербакова А. А. Отзывчивость овса на удобрения в зависимости от обработки почвы и уровня защиты культур полевого севооборота в лесостепи Алтайского Приобья // Земледелие. 2020. № 1. С. 44–48. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10112

References

1. Batalova G. A., Shevchenko S. N., Zhuikova O. A., Bisharev A. A., Tulyakova M. V. Seleksiya ovsa plenchatogo v usloviyakh nestabil'nosti agroklimatecheskikh resursov [Hulled oat breeding under unstable agroclimatic resources] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2021. № 3. S. 11–15. DOI: 10.1857/S2500262721030030
2. Deines N. V. Rezul'taty izucheniya iskhodnogo materiala ovsa v usloviyakh Altaiskogo kraia [Study results of the initial oat material in the Altai Territory] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii. 2017. T. 178, № 4. S. 36–42. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-36-42
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Agropromizdat, 2014. 352 s.
4. Krivchenko V. I. Ustoichivost' zernovykh kolosovykh k vozbuditelyam golovnevykh boleznei [Smut pathogen resistance of grain crops]. M.: Kolos, 1984. 304 s.
5. Loskutov I. G., Polonskii V. I. Seleksiya na sodержanie β -glyukana v zerne ovsa kak perspektivnoe napravlenie dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya, syr'ya i furazha [Breeding for β -glucan content in oat grain as a promising direction to obtain healthy food products, raw materials and forage] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2017. T. 52, № 4. S. 646–657. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.4.646rus
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology of the state variety testing of agricultural crops]. M.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. 384 s.
7. Nikolaev P. N., Aniskov N. I., Yusova O. A., Safonova I. V. Adaptivnost' urozhainosti yarovogo ovsa v usloviyakh Omskogo Priirtysh'ya [Adaptability of spring oat productivity in the Omsk Irtysh region] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii. 2018. T. 179(4). S. 28–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-28-385
8. Polonskii V. I., Loskutov I. G., Sumina A. V. Otsenka genotipov ovsa na sodержanie β -glyukanov v zerne na osnovanii ego fizicheskikh kharakteristik [Estimation of oat genotypes for β -glucan content in grain based on its physical characteristics] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2020. T. 55, № 1. S. 42–52. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.45rus

9. Polonskii V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. Izuchenie sortov ovsa (*Avena sativa* L.) razlichnogo geograficheskogo proiskhozhdeniya po kachestvu zerna i produktivnosti [Study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of different geographical origins according to grain quality and productivity] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2019. № 23(6). S. 683–690. DOI: 10.18699/VJ19.541

10. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Urozhainost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoi myagkoi i tverdoi pshenitsy v yuzhnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Productivity, ecological adaptability and stability of spring common and durum wheat varieties in the southern forest-steppe of the Tyumen region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2020. № 21(2). С. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123

11. Usenko S. V., Usenko V. I., Garkusha A. A., Litvintseva T. A., Shcherbakova A. A. Otzyvchivost' ovsa na udobreniya v zavisimosti ot obrabotki pochvy i urovnya zashchity kul'tur polevogo sevooborota v lesostepi Altaiskogo Priob'ya [Oat responsiveness to fertilizers depending on tillage and the level of crop protection in the field crop rotation in the forest-steppe of the Altai Ob region] // Zemledelie. 2020. № 1. S. 44–48. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10112

Поступила: 12.03.25; доработана после рецензирования: 04.04.25; принята к публикации: 04.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Борадулина В. А. – концептуализация исследований, анализ данных, подготовка данных, подготовка рукописи; Кузикеева А. П. – закладка и выполнение полевых опытов, анализ данных, подготовка данных, подготовка рукописи; Мусалитин Г. М., Кузикеев Ж. В. – закладка и выполнение полевых опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ ЗЕРНА

О. А. Дубинина, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, dubinina/1881@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

А. С. Иванисова, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

О. А. Костыленко, агроном, лаборатории биохимической и технологической оценки, ORCID ID: 0000-0002-5060-0034

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Наиболее эффективным способом увеличения производства зерна является создание и внедрение новых сортов, обеспечивающих существенное повышение урожайности и улучшение качества зерна. Целью наших исследований являлась оценка урожайности и качественных показателей зерна сортов озимой твердой пшеницы в условиях юга Ростовской области. Исследования проведены в 2020–2023 гг. на базе АНЦ «Донской». В качестве объекта исследований послужили 13 сортов озимой твердой пшеницы, из них сорт Кристелла – стандарт. Анализ результатов показал, что урожайность за 2020–2023 гг. варьировала от 7,57 до 9,31 т/га, у стандартного сорта Кристелла – 7,99 т/га, с максимальной урожайностью выделились сорта Придонье (9,31 т/га) и Графит (9,08 т/га). По стекловидности варьирование составило от 67 % у сорта Хризолит до 84 % у сорта Графит, у стандарта Кристелла – 80 %. Натурная масса зерна с высокими показателями – от 770 г/л – отмечена у сортов Диона (777 г/л), Яхонт (798 г/л), Янтарина (787 г/л), Услава (771 г/л), Лакомка (775 г/л), Эллада (788 г/л), Придонье (788 г/л) и Каротинка (792 г/л). За годы исследований по массе 1000 зерен выделились сорта: Эллада (40,7 г), Придонье (39,4 г), Каротинка (39,9 г), Графит (38,0 г), у стандарта Кристелла значение составило 37,2 г. Изучаемые сорта озимой твердой пшеницы по содержанию клейковины в зерне соответствовали I классу (ГОСТа 9353-2016), а качеству клейковины – II–III группе качества. С высокой SDS-седиментацией выделились сорта Диона (45 мл), Яхонт (40 мл), Графит (40 мл). С высоким содержанием белка Кристелла (15,28 %), Яхонт (15,32 %), Диона (14,92 %), Юбильярка (14,93 %), Эллада (14,72 %), Каротинка (14,78 %). Выявлена средняя положительная связь между урожайностью и натурой ($r = 0,56 \pm 0,06$) и SDS-седиментацией ($r = 0,34 \pm 0,08$).

Ключевые слова: пшеница твердая (*Triticum durum* Desf.), сорт, урожайность, качество, клейковина, SDS-седиментация.

Для цитирования: Дубинина О. А., Иванисова А. С., Костыленко О. А. Оценка сортов озимой твердой пшеницы по урожайности и качеству зерна // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-39-45.



ESTIMATION OF WINTER DURUM WHEAT VARIETIES ACCORDING TO GRAIN PRODUCTIVITY AND QUALITY

O. A. Dubinina, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, dubinina/1881@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

A. S. Ivanisova, junior researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

O. A. Kostylenko, agronomist of the laboratory for biochemical and technological estimation, ORCID ID: 0000-0002-5060-0034

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The most effective way to increase grain production is to develop and introduce new varieties that provide a significant productivity increase and improve grain quality. The purpose of the current study was to estimate productivity and quality indicators of winter durum wheat varieties in the south of the Rostov region. The study was conducted at the "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2020–2023. The objects of the study were 13 winter durum wheat varieties, including the standard variety 'Kristella'. The analysis of the results has shown that productivity in 2020–2023 varied from 7.57 to 9.31 t/ha, the standard variety 'Kristella' produced 7.99 t/ha, with the largest yields produced by the varieties 'Pridonie' (9.31 t/ha) and 'Grafit' (9.08 t/ha). In terms of hardness, the variation was from 67 % in the variety 'Khrizolit' to 84 % in the variety 'Grafit', while the standard 'Kristella' was of 80 %. Grain nature weight with high values of 770 g/l was identified in the varieties 'Diona' (777 g/l), 'Yakhont' (798 g/l), 'Yantarina' (787 g/l), 'Uslada' (771 g/l), 'Lakomka' (775 g/l), 'Ellada' (788 g/l), 'Pridonie' (788 g/l), 'Karotinka' (792 g/l). Over the years of study, according to 1000-grain weight there were identified the varieties 'Ellada' (40.7 g), 'Pridonie' (39.4 g), 'Karotinka' (39.9 g), 'Grafit' (38.0 g), while the value of the standard 'Kristella' was 37.2 g. The studied winter durum wheat varieties corresponded to the 1-st class (GOST 9353-2016) according to gluten percentage in grain, and to the 2–3 class according to gluten quality. There have been established that the varieties 'Diona' (45 ml), 'Yakhont' (40 ml), 'Grafit' (40 ml) are of high SDS-sedimentation. There have been determined that the varieties 'Kristella' (15.28 %), 'Yakhont' (15.32 %), 'Diona' (14.92 %), 'Yubilyarka' (14.93 %), 'Ellada' (14.72 %), 'Karotinka' (14.78 %) are of high protein percentage.

An average positive correlation was identified between productivity and grain nature weight ($r = 0.56 \pm 0.06$), and SDS-sedimentation ($r = 0.34 \pm 0.08$).

Keywords: durum wheat (*Triticum durum* Desf.), variety, productivity, quality, gluten, SDS-sedimentation.

Введение. Пшеница – одна из важнейших и древних злаковых культур, возделываемых на земле. В настоящее время главным направлением в формировании производства зерна твердой пшеницы является отбор лучших сортов, которые были бы в наибольшей степени адаптированы к использованию биоклиматического потенциала в области ее возделывания. Главной задачей товаропроизводителя является правильный подбор сортов, позволяющих получать стабильно высокую урожайность в разные по погодным условиям годы. Поэтому зерновое производство нуждается в более пластичных сортах твердых пшениц с высоким потенциалом урожайности. Создание таких сортов позволит в любых климатических условиях получать значительные сборы зерна твердой пшеницы высокого качества (Кузьмин и др., 2021; Шайхутдинов и др., 2022).

В общем комплексе мероприятий, направленных на увеличение продуктивности озимой пшеницы и улучшение качественных показателей, главенствующая роль принадлежит селекции, сорту (Калиненко, 1998). На современном этапе развития производства зерна ключевую роль играет разработка новых сортов, которые способны формировать высокую урожайность и качество зерна даже в неблагоприятных условиях. Эта задача осложняется тем, что основные сортовые характеристики формируются в результате взаимодействия многочисленных генетических признаков, проявляемых в процессе роста и развития растений (Юсова и др., 2020).

Проблема качества зерна имеет государственное значение, так как это неотъемлемая часть продовольственной безопасности страны. Приоритетными направлениями решения проблемы качества зерна следует считать совершенствование методов селекции с целью создания сортов, формирующих высокое качество зерна при неблагоприятных условиях среды, сбалансированных по качеству белков, а также имеющих высокий уровень продуктивных свойств (Прянишников и др., 2010).

Одним из способов получения более продуктивных сортов с высоким уровнем качества зерна является целенаправленный отбор наиболее перспективных сортообразцов с обязательным контролем качества с ранних этапов селекции (Барковская и др., 2021).

Цель исследований – оценить урожайность и показатели качества зерна сортов озимой твердой пшеницы в условиях юга Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в южной зоне Ростовской области на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской». Материалом для исследований послужили 13 сортов озимой твердой пшеницы, изучае-

мых в конкурсном испытании. Стандарт – сорт Кристелла, официально принятый за стандарт на сортоучастках Ростовской области с 2018 года. Посев проводили по предшественнику сидеральный пар сеялкой Wintersteiger Plottseed S, расположение делянок систематическое, учетная площадь делянок 10 м², повторность шестикратная, норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Уходные мероприятия за посевами осуществляли согласно рекомендациям (Зональные системы земледелия Ростовской области, 2022). Уборку проводили комбайном Wintersteiger Classic в фазу полной спелости.

Оценку показателей качества определяли в лаборатории биохимической и технологической оценки: содержание массовой доли белка в зерне определяли по методу Кьельдаля ГОСТ 10846-91; количество клейковины и качество по ГОСТ 54478-2011; массу 1000 зерен – по ГОСТ Р 10842-89; натурную массу зерна – по ГОСТ 10840-2017, стекловидность – по ГОСТ Р 70629-2023. Седиментацию (SDS-вариант) определяли по методике, разработанной в АНЦ «Донской» (Самофалова и др., 2014), с градацией для твердой пшеницы: очень сильная клейковина – > 40; сильная – 39–35; средняя – 34–30; слабая – 29 и < мл.

Математическую и статистическую обработку данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (2014), и с помощью программы STATISTICA 10. Коэффициент вариации определяли по формуле:

$$CV = \frac{\sigma}{x_{cp}} \cdot 100,$$

где σ – среднееквадратичное отклонение; x_{cp} – среднее значение.

Климатические условия в период вегетации и уборки озимой твердой пшеницы были различными. Основное влияние на качество урожая оказывают погодные условия с мая по июль, которые совпадают с фазами «колошение – полная спелость зерна». Период формирования качества зерна в 2020 г. характеризовался обильными осадками в мае (155,7 % к норме) и оптимальной температурой (15,4 °C), которые были благоприятными для роста и развития твердой пшеницы; 2020/2021 с.-х. год был жарким с неравномерным распределением осадков в период вегетации. Весна и лето 2021 г. отличались обилием осадков. Весной выпало 243,9 мм (185,1 %), летом 179,6 мм (103,1 %), всего выпало осадков 569,2 мм (97,7 % к среднемноголетней). 2021/2022 с.-х. год отличался оптимальными условиями при посеве. Пониженный температурный режим в период колошения и во время налива зерна позволил реализовать высокий потенциал урожайности твердой пшеницы. 2022/2023 с.-х. был нетипич-

ным для роста и развития озимой твердой пшеницы в нашей зоне – осадки составили 537,0 мм (при норме 582,4 мм) при неравномерном их распределении по сезонам и температурный режим – +3,4 °С к среднемноголетней. В целом сложившиеся погодные условия позволили получить достаточно высокую урожайность с хорошим качеством зерна.

Результаты и их обсуждение. Главным критерием при выращивании озимой твердой пшеницы является урожайность, она формируется под воздействием сложного комплекса условий, каждое из которых оказывает влияние

на его количество и качество. Так, за годы изучения (2020–2023 гг.) средняя урожайность по сортам озимой твердой пшеницы варьировала от 7,99 т/га (стандарт Кристелла) до 9,31 т/га (Придонье). С максимальной урожайностью выделялись сорта Придонье и Графит, прибавка к стандарту составила +1,32; +1,09 соответственно. Урожайность сортов озимой твердой пшеницы за годы исследований подвержена средней и сильной изменчивости (коэффициент вариации от 15,7 до 34,6 %), что свидетельствует о нестабильности признака (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность (т/га) сортов озимой твердой пшеницы (2020–2023 гг.)
Table 1. Productivity (t/ha) of winter durum wheat varieties (2020–2023)

Сорт	Год					CV, %
	2020	2021	2022	2023	среднее	
Кристелла, st	8,27	6,81	10,87	5,98	7,99	22,5
Диона	7,00	7,29	11,32	7,73	8,34	19,7
Яхонт	7,87	7,98	11,08	6,33	8,32	18,6
Юбилярка	5,79	6,86	12,04	6,19	7,72	30,1
Янтарина	8,07	7,44	11,35	5,40	8,07	24,1
Услава	8,02	7,15	11,62	6,93	8,43	20,9
Лакомка	8,76	7,29	11,42	6,31	8,45	21,5
Динас	4,16	7,49	12,16	6,48	7,57	34,6
Эллада	8,96	7,71	11,77	6,42	8,72	20,4
Хризолит	8,71	6,16	11,25	7,33	8,36	20,8
Придонье	9,51	8,06	12,09	7,58	9,31	17,8
Каротинка	8,53	7,47	10,82	7,18	8,50	15,7
Графит	9,06	8,42	12,12	6,71	9,08	20,8
НСР ₀₅	0,40	0,38	0,45	0,41	0,45	–

Стекловидность зерна озимой твердой пшеницы влияет на выход муки, крупки и качество размола (Kibkalo, 2022). У ряда сортов отмечены высокие значения этого показателя за годы исследований. Максимальные значения по стекловидности наблюдались в 2022 г.

(100 %). За годы исследований этот признак находился в пределах от 67 % у сорта Хризолит до 84 % у сорта Графит, у стандарта Кристелла – 80 %, что соответствует третьему классу качества зерна (табл. 2).

Таблица 2. Показатели качества зерна сортов озимой твердой пшеницы (2020–2023 гг.)
Table 2. Grain quality indicators of winter durum wheat varieties (2020–2023)

Сорта	Стекловидность, %		Натура, г/л		Масса 1000 зерен, г	
	min–max среднее	CV, %	min–max среднее	cv, %	min–max среднее	CV, %
Кристелла, st	<u>55–78</u> 80	23,9	<u>712–828</u> 760	6,4	<u>32,0–45,7</u> 37,2	15,9
Диона	<u>52–100</u> 73	24,0	<u>745–845</u> 777	6,0	<u>28,6–40,6</u> 33,1	15,7
Яхонт	<u>54–100</u> 77	21,4	<u>753–846</u> 798	4,8	<u>31,5–42,8</u> 37,2	12,4
Юбилярка	<u>54–100</u> 77	24,4	<u>722–836</u> 766	6,4	<u>33,9–46,4</u> 38,2	14,7
Янтарина	<u>56–100</u> 75	24,9	<u>736–832</u> 787	5,0	<u>29,7–43,5</u> 37,1	15,4
Услава	<u>51–100</u> 71	30,6	<u>718–832</u> 771	6,1	<u>30,6–43,8</u> 36,4	15,1
Лакомка	<u>50–100</u> 76	27,1	<u>705–842</u> 775	7,2	<u>26,2–38,7</u> 32,6	15,6
Динас	<u>51–100</u> 75	26,7	<u>714–840</u> 763	7,5	<u>30,0–45,6</u> 35,6	19,9
Эллада	<u>50–100</u> 68	33,4	<u>731–840</u> 788	5,7	<u>35,9–46,6</u> 40,7	11,0
Хризолит	<u>51–100</u> 67	33,1	<u>721–840</u> 754	7,7	<u>29,7–37,7</u> 33,7	9,8

Продолжение табл. 2

Сорта	Стекловидность, %		Натура, г/л		Масса 1000 зерен, г	
	min–max среднее	CV, %	min–max среднее	cv, %	min–max среднее	CV, %
Придонье	<u>53–100</u> 78	24,7	<u>743–846</u> 788	5,5	<u>36,6–46,3</u> 39,4	11,7
Каротинка	<u>53–100</u> 81	24,7	<u>746–844</u> 792	5,1	<u>36,3–45,5</u> 39,9	9,8
Графит	<u>54–100</u> 84	24,3	<u>731–839</u> 776	5,8	<u>30,6–44,3</u> 38,0	15,3
S	4,6	–	45,4	–	2,34	–

Значения коэффициента вариации находились в пределах от 21,4 до 33,4 %, что свидетельствует о сильной изменчивости признака по годам.

Натурная масса зерна озимой твердой пшеницы влияет на мукомольные свойства и выход семолины, для производства макаронных изделий. За годы исследований по данному признаку варьирование составило от 754 г/л (Хризолит) до 798 г/л (Яхонт), у стандартного сорта Кристелла – 760 г/л. Высокие показатели отмечены у сортов Диона, Яхонт, Янтарина, Улада, Лакомка, Эллада, Придонье, Каротинка – от 770 до 798 г/л, что соответствует первому классу качества зерна. Изменчивость этого признака находилась в пределах от 5,0 до 7,7 %, что свидетельствует о его стабильности.

По крупности зерна значения варьировали от 32,6 г (Лакомка) до 40,7 г (Эллада), у стандарта Кристелла – 37,2 г. За годы исследований

по изучаемому признаку выделились сорта: Эллада (40,7 г), Придонье (39,4 г), Каротинка (39,9 г), Графит (38,0 г). Расчет коэффициента вариации показал слабую и среднюю изменчивость этого признака (от 9,8 до 19,9 %).

Создание сортов, дающих продукцию высокого качества, – одна из важнейших задач селекции. Новые сорта пшеницы должны иметь зерно с высоким содержанием белка и клейковины (Krupin et al., 2023).

Содержание белка сортов озимой твердой пшеницы находилось в пределах от 13,86 (Хризолит) до 16,76 % (Яхонт). Максимальные значения за годы исследования отмечены у сортов: Яхонт (15,32 %), Диона (14,92 %), Юбиларка (14,93 %), Эллада (14,72 %), Каротинка (14,78 %) и Кристелла – 15,28 %, что соответствует – первому классу качества зерна (ГОСТ 9353-2016). Коэффициент вариации показал слабую изменчивость по данному признаку (от 3,5 до 8,8 %), что свидетельствует о его стабильности (табл. 3).

Таблица 3. Физико-химические свойства зерна сортов озимой твердой пшеницы (2020–2023 гг.)
Table 3. Physical and chemical properties of grain of winter durum wheat varieties, (2020–2023)

Сорта	Белок, %		Клейковина, %		ИДК, е.п.		SDS-седиментация, мл	
	min–max среднее	CV, %	min–max среднее	CV, %	min–max среднее	cv, %	min–max среднее	CV, %
Кристелла, st	<u>13.89–16.04</u> 15,28	6,5	<u>25.7–32.5</u> 28,8	11,5	<u>77–98</u> 88	10,3	<u>36–38</u> 37	2,7
Диона	<u>14.28–15.52</u> 14,92	4,0	<u>24.7–30.5</u> 28,0	8,6	<u>75–88</u> 80	7,0	<u>38–50</u> 45	11,3
Яхонт	<u>14.23–16.76</u> 15,32	7,2	<u>24.2–32.3</u> 28,3	11,7	<u>28–89</u> 88	1,4	<u>35–40</u> 40	10,3
Юбиларка	<u>13.99–15.73</u> 14,93	6,0	<u>24.8–31.7</u> 28,6	9,8	<u>29–98</u> 86	10,0	<u>34–37</u> 36	4,8
Янтарина	<u>14.22–15.93</u> 14,09	5,7	<u>25.6–34.7</u> 30,2	12,3	<u>29–85</u> 84	11,5	<u>3–40</u> 38	4,5
Улада	<u>13.81–15.32</u> 14,63	4,1	<u>24.2–32.0</u> 27,8	11,9	<u>69–96</u> 86	14,3	<u>32–37</u> 35	6,8
Лакомка	<u>14.57–15.06</u> 14,51	2,8	<u>25.5–31.7</u> 28,8	9,0	<u>93–118</u> 101	11,5	<u>32–38</u> 34	7,6
Динас	<u>13.55–16.54</u> 14,80	8,8	<u>28.2–32.0</u> 29,6	5,7	<u>107–110</u> 99	12,1	<u>30–33</u> 32	4,4
Эллада	<u>13.32–15.51</u> 14,72	6,8	<u>28.0–32.6</u> 28,3	12,7	<u>87–110</u> 93	12,6	<u>30–35</u> 33	6,7
Хризолит	<u>13.86–15.78</u> 14,85	6,1	<u>26.1–30.2</u> 28,4	6,0	<u>95–105</u> 94	8,8	<u>30–37</u> 35	10,1
Придонье	<u>13.90–15.10</u> 14,30	3,5	<u>28.6–31.9</u> 28,8	9,4	<u>77–85</u> 83	7,6	<u>37–41</u> 38	5,2
Каротинка	<u>13.96–15.83</u> 14,78	5,4	<u>24.7–31.5</u> 28,2	12,1	<u>89–102</u> 97	5,9	<u>37–40</u> 38	7,7
Графит	<u>12.88–15.07</u> 14,08	7,1	<u>23.7–28.4</u> 27,1	9,6	<u>80–85</u> 82	2,7	<u>38–41</u> 40	3,0
S	0,3	–	0,7	–	14,7	–	3,3	–

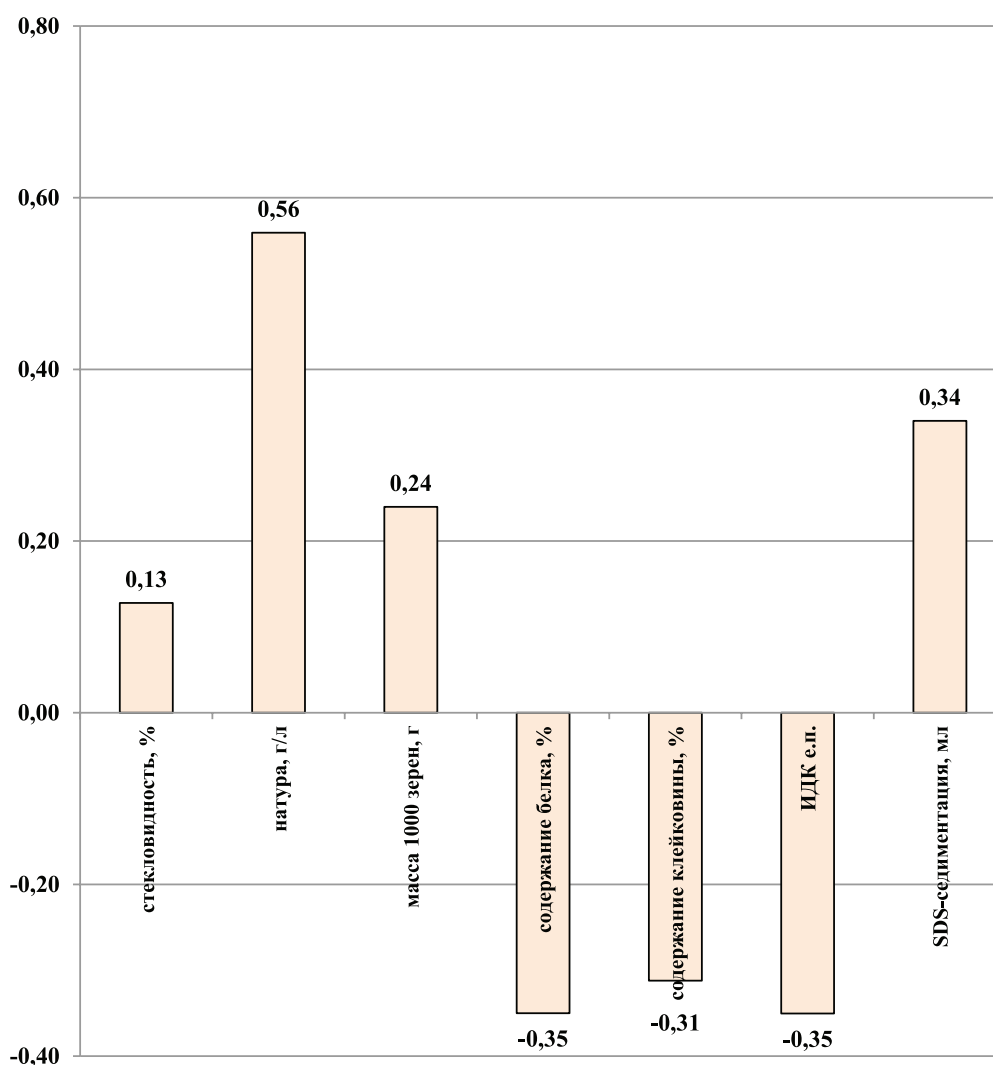
Содержание сырой клейковины у твердых пшениц изменялось в зависимости от сортовых особенностей и метеорологических условий года в широких пределах и варьировало от 27,1 до 30,2 %.

По содержанию клейковины в зерне озимой твердой пшеницы все сорта соответствовали требованиям ГОСТ 9353-2016 I класса, а качество клейковины – II–III классу качества, ед. ИДК (табл. 3). Коэффициент вариации по содержанию клейковины изменялся от слабой до средней изменчивости (5,7–12,7 %).

По величине SDS-седиментации за годы изучения сорта озимой твердой пшеницы находились в пределах от 32 мл (Динас) до 45 мл (Диона), у стандарта Кристелла – 37 мл (сильная). Сорта с высокими значениями соответствовали: группе «очень сильная» (40>) –

Диона (45 мл), Яхонт (40 мл), Графит (40 мл); группе «сильная» (от 35 до 39 мл) – Юбилярка (36 мл), Придонье (38 мл), Янтарина (38 мл), Улада (35 мл), Хризолит (35 мл); группе «средняя» (от 30 до 34 мл) – Лакомка (34 мл), Динас (32 мл), Эллада (33 мл). Коэффициент вариации, отражающий постоянство данной величины находился в пределах от слабого до среднего значения (от 3,0 до 11,3 %), что говорит о стабильности данного признака у большинства изучаемых сортов.

В ходе исследований были получены результаты анализа корреляционных связей озимой твердой пшеницы между урожайностью и качественными показателями, где установлены как отрицательные связи, так и положительные (см. рисунок).



Взаимосвязь урожайности с показателями качества озимой твердой пшеницы (2020–2023 гг.)
Correlation between productivity and quality indicators of winter durum wheat (2020–2023)

Средняя отрицательная сопряженность наблюдалась между урожайностью и содержанием белка ($r = -0,35 \pm 0,08$), содержанием клейковины ($r = -0,31 \pm 0,08$), качеством клейковины ($r = -0,35 \pm 0,08$). Средняя положительная связь выявлена между урожайностью

и натурой ($r = 0,56 \pm 0,06$), SDS-седиментацией ($r = 0,34 \pm 0,08$).

Выводы. Существенным фактором дальнейшего повышения урожайности озимой твердой пшеницы и увеличения валового сбора зерна является внедрение новых высоко-

продуктивных с комплексом хозяйственно-полезных признаков и свойств сортов. За годы исследований (2020–2023 гг.) выделились сорта: по урожайности – Графит (9,08 т/га), Придонье (9,31 т/га); по стекловидности – Графит (84 %); по крупности зерна – Эллада (40,7 г), Каротинка (39,9 г), Придонье (39,4 г), Графит (38,0 г); по содержанию белка – Яхонт (15,32 %), Диона (14,92 %); Юбиларка (14,93 %), Эллада (14,72 %), Каротинка (14,78 %); по SDS-седиментации – Диона (45 мл), Яхонт (40 мл), Графит (40 мл); по натуре зерна – Диона (777 г/л), Яхонт (798 г/л),

Янтарина (787 г/л), Улада (771 г/л), Лакомка (775 г/л), Эллада (788 г/л), Придонье (788 г/л), Каротинка (792 г/л), Графит (776 г/л); по клейковине (>28,0 %) – Янтарина, Динас, Каротинка, Придонье, Хризолит и Эллада.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0505-2024-0001 «Создание исходного материала и на его основе сортов озимой твердой пшеницы с высокими физико-химическими, технологическими и потребительскими свойствами».

Библиографический список

1. Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Оценка потребительских свойств зерна селекционных линий яровой мягкой пшеницы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. № 22(2). С. 204–211. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.204-211
2. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы / А. И. Клименко, А. В. Гринько, А. И. Грабовец и др. Ростов н/Д., 2022. 736 с.
3. Кузьмин О. Г., Чурсин А. С., Краснова Ю. С., Карагоз И. И., Шаманин В. П. Оценка экологической пластичности перспективных линий питомника КАСИБ-20 по урожайности и качеству зерна // *Вестник Омского государственного университета*. 2021. № 1(41). С. 28–36. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_1_28
4. Калинин И. Г. Селекция озимой пшеницы на высокое качество зерна // *Проблемы повышения качества зерна пшеницы и других злаковых культур*. М.: РАСХН, 1998. 279 с.
5. Прянишников А. И., Андреева Л. В., Кулеватова Т. Б., Мачихина Л. И., Мелешкина Е. П. Качество зерна – источник здоровья нации // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 16–17.
6. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричанникова Т. А. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна. Научно-практические рекомендации. Ростов н/Д., 2014. 32 с.
7. Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанов И. М., Сержанова А. Р., Гараев Р. И., Залыалов Р. Р. Роль сорта и основных элементов технологии в формировании урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Предволжской зоны Республики Татарстан // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2022. № 4(68). С. 71–76. DOI: 10.12737/2073-0462-2023-71-76
8. Юсова О. А., Николаев П. Н., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивность сортов ячменя по признаку «масса 1000 зерен» в условиях лесостепи Омской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34, № 2. С. 24–28. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10105
9. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes // *Plants*. 2022. Vol. 11(13), Article number: 1640. DOI: 10.3390/plants11131640
10. Krupin P. Yu., Bepalova L. A., Kroupina A. Yu., Yanovsky A. S., Korobkova V. A., Ulyanov D. S., Karlov G. I., Divashuk M. G. Association of high-molecular-weight glutenin subunits with grain and pasta quality in spring durum wheat (*triticum turgidum* spp. Durum L.) // *Agronomy*. 2023. Vol. 13, № 6. Article number: 1510. DOI: 10.3390/agronomy13061510

References

1. Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. Otsenka potrebitel'skikh svoystv zerna selektsionnykh linii yarovoi myagkoi pshenitsy [Estimation of consumer grain properties of spring common wheat breeding lines] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2021. № 22(2) S. 204–211. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.204-211
2. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoi oblasti na 2022–2026 gody [Zonal farming systems of the Rostov region 2022–2026] / A. I. Klimenko, A. V. Grin'ko, A. I. Grabovets i dr. Rostov n/D., 2022. 736 s.
3. Kuz'min O. G., Chursin A. S., Krasnova Yu. S., Karagoz I. I., Shamanin V. P. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti perspektivnykh linii pitomnika KASIB-20 po urozhainosti i kachestvu zerna [Estimation of ecological adaptability of promising lines of the KASIB-20 nursery according to productivity and grain quality] // *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2021. № 1(41). S. 28–36. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_1_28
4. Kalinenko I. G. Seleksiya ozimoi pshenitsy na vysokoe kachestvo zerna [Winter wheat breeding for high grain quality] // *Problemy povysheniya kachestva zerna pshenitsy i drugih zlakovykh kul'tur*. M.: RASKhN, 1998. 279 s.
5. Pryanishnikov A. I., Andreeva L. V., Kulevatova T. B., Machikhina L. I., Meleshkina E. P. Kachestvo zerna – istochnik zdorov'ya natsii [Grain quality is the source of the nation's health] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2010. № 11. S. 16–17.
6. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichannikova T. A. SDS-sedimentatsiya v poetapnoi otsenke selektsionnogo materiala ozimoi pshenitsy po kachestvu zerna [SDS sedimentation in the step-by-step estimation of winter wheat breeding material for grain quality]. Nauchno-prakticheskie rekomendatsii. Rostov n/D., 2014. 32 s.
7. Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Serzhanova A. R., Garaev R. I., Zalyalov R. R. Rol' sorta i osnovnykh elementov tekhnologii v formirovanii urozhainosti yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Predvolzhskoi zony Respubliki Tatarstan [The role of a variety and the main elements of technology

in the formation of spring common wheat productivity in the Pre-Volga area of the Republic of Tatarstan] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 4(68). S. 71–76. DOI: 10.12737/2073-0462-2023-71-76

8. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptivnost' sortov yachmenya po priznaku «massa 1000 zeren» v usloviyakh lesostepi Omskoi oblasti [Adaptability of barley varieties based on the trait “1000-grain weight” in the forest-steppe of the Omsk region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34, № 2. S. 24–28. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10105

9. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes // Plants. 2022. Vol. 11(13), Article number: 1640. DOI: 10.3390/plants11131640

10. Krupin P. Yu., Bepalova L. A., Kroupina A. Yu., Yanovsky A. S., Korobkova V. A., Ulyanov D. S., Karlov G. I., Divashuk M. G. Association of high-molecular-weight glutenin subunits with grain and pasta quality in spring durum wheat (*triticum turgidum* spp. Durum L.) // Agronomy. 2023. Vol. 13, № 6. Article number: 1510. DOI: 10.3390/agronomy13061510

Поступила: 10.01.25; доработана после рецензирования: 03.01.25; принята к публикации: 03.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Дубинина О. А. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных, концептуализация исследования, подготовка рукописи; Иванисова А. С., Костыленко О. А. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПЕНТОЗАНОВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ

Т. Б. Кулеватова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, tanjakulevatova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;
Л. Н. Злобина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории качества зерна, L9172193438@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;
Т. Я. Ермолаева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой ржи, yaresko.tanya@mail.ru, ORCID ID: 0009-0000-7016-6530;
Н. Н. Нуждина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой ржи, schirschowa@mail.ru, ORCID ID: 0009-0000-4706-961X;
Д. А. Жиганов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой ржи, zhigdnk@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-8724-7043
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, д. 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Цель настоящего исследования – выявить наиболее ценные генотипы озимой ржи в конкурсном сортоиспытании по содержанию и качеству пентозанов. Объектами исследования служили 15 сортов и перспективных популяций урожая 2017, 2018, 2019, 2022, 2023 и 2024 годов. Почвы – черноземы южные с пятнами солонцов; предшественник – черный пар, площадь делянки 25 м², климат умеренно континентальный. Реологические свойства суспензий «ржаной шрот–вода» определяли на ротационном вискографе фирмы «Brabender» при температуре 20 °С в условных единицах прибора (е.в.). Анализировали показатели вискограммы BC_0 , BC_{10} , BC_{30} и расчетные величины $\bar{V}_{10}$, $\bar{V}_{30}$. Применяли дисперсионный и корреляционный методы статистической обработки данных. Метеоусловия были различными: 2017 г. можно в целом назвать влажным, остальные – сухими, за исключением 2023 г., когда июнь был обеспеченно влажен. Данные BC_0 свидетельствуют, что наибольшие значения вязкости наблюдались практически у всех сортообразцов в 2019 и 2024 гг., наименьшие – в 2017 и 2023 годах. Наибольшие значения $\bar{V}_{10}$, которая свидетельствует о гидрофильности пентозанов, наблюдались в 2018, 2019 и 2024 годах. Аналогичные выводы можно сделать и о количественной выраженности показателей BC_{10} , BC_{30} и скорости набухания в течение 30 мин ($\bar{V}_{30}$) во все годы исследований. На начальном этапе эксперимента набухание пентозанов идет интенсивнее; через 30 мин вязкость суспензии достигает своего максимума только у некоторых сортов. Средние значения BC_0 за все годы исследования 164,8 е.в.; BC_{10} – 252,7 е.в. и BC_{30} – 323,9 е.в. Ранги изучаемых сортов и популяций существенно не меняются, исключение составил 2024 г., так как условия вегетации были экстремально засушливыми. Наибольшие абсолютные значения всех изучаемых признаков наблюдаются в засушливые годы, однако если период налива и созревания зерна характеризуется как экстремально сухой (2024 год), то ранг сортов становится иным. Наименьшие величины вязкости и размах их варьирования наблюдались в 2023 г., когда в июне выпало 102,8 % осадков от многолетних данных. Пониженной вязкостью во все годы исследования отличались Марусенька и Солнышко; более высокой – РЖ-1, RH-11-20, ККГ (белозерная) и ККГ (зеленозерная).

Ключевые слова: озимая рожь, пентозаны, корреляция, вискограф, реология.

Для цитирования: Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н., Ермолаева Т. Я., Нуждина Н. Н., Жиганов Д. А. Влияние условий произрастания на качество пентозанов зерна озимой ржи // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 46–52. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-46-52.



THE EFFECT OF GROWING CONDITIONS ON QUALITY OF WINTER RYE GRAIN PENTOSANS

T. B. Kulevatova, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for grain quality, tanjakulevatova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;
L.N. Zlobina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for grain quality, L9172193438@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;
T. Ya. Ermolaeva, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter rye, yaresko.tanya@mail.ru, ORCID ID: 0009-0000-7016-6530;
N. N. Nuzhdina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter rye, schirschowa@mail.ru, ORCID ID: 0009-0000-4706-961X;
D. A. Zhiganov, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter rye, zhigdnk@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-8724-7043
Federal State Budgetary Scientific Organization “Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region”,
410010, Saratov, Tulaykov Str., 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

The purpose of the current study was to identify the most valuable winter rye genotypes in the competitive variety testing for pentosans content and quality. The objects of the study were 15 varieties and promising populations, harvested in 2017, 2018, 2019, 2022, 2023 and 2024. Soils were southern chernozems with solonetz spots; the rye was laid in black fallow, plot area was 25 m²; climate was moderately continental. Rheological properties of “rye meal-

water" suspensions were determined using a Brabender rotary viscograph at a temperature of 20 °C in conventional units of the device (v.u.). There have been analyzed the viscogram indices BC_0 , BC_{10} , BC_{30} and the calculated values $\bar{V}_{10}$, $\bar{V}_{30}$. There have been used dispersion and correlation methods of statistical data processing. The weather conditions varied from the respectively wet 2017 to all other dry years, with the exception of 2023, when June was "reliably wet". The BC_0 data has shown that the highest viscosity values were observed in almost all varieties in 2019 and 2024, the lowest ones in 2017 and 2023. The highest values of $\bar{V}_{10}$, which indicated hydrophilicity of pentosans, were observed in 2018, 2019 and 2024. Similar conclusions can be made about the values of the BC_{10} , BC_{30} indicators and the swelling rate within 30 minutes ($\bar{V}_{30}$) in all years of study. At the initial stage of the trial, pentosans swell more intensively; after 30 minutes, the viscosity of the suspension reaches its maximum only in some varieties. The mean value of BC_0 for all years of the study was 164.8 units; 252.7 units of BC_{10} and 323.9 units of BC_{30} . The ranks of the studied varieties and populations do not change significantly, with the exception of 2024, since the vegetation conditions were extremely dry. The highest absolute values of all studied characteristics were observed in dry years, however, if the period of grain filling and ripening was characterized as "extremely dry" (2024), then the rank of varieties became different. The lowest viscosity values and the range of their variation were observed in 2023, when 102.8 % of the precipitation from long-term data fell in June. The varieties 'Marusenka' and 'Solnyshko' were characterized by reduced viscosity in all years of the study, 'RZh-1', 'RH-11-20', 'KKG' (belozernaya) and 'KKG' (zelenozernaya) had higher viscosity.

Keywords: winter rye, pentosans, correlation, viscograph, rheology.

Введение. Рожь является второй культурой после пшеницы, чаще всего используемой при производстве хлеба. Известно, что благодаря высокой выносливости и способности произрастать на бедных песчаных почвах, культура может возделываться в районах, обычно непригодных для выращивания других зерновых, и давать рентабельные урожаи, в силу чего, получила широкое распространение (Бушук и др., 1980; Гончаренко, 2014). Надо отметить, что озимая рожь значительно более зимостойка, чем пшеница: наибольшее производство сосредоточено в холодных умеренных зонах мира, но может возделываться также в полузасушливых районах вблизи пустынь; хорошо проявляет себя в севообороте из-за способности бороться с сорняками; находит применение и в качестве пастбищной культуры; существенное количество ржи используют при производстве алкогольной продукции (предпочтительнее светлоокрашенное зерно) (Кулеватова и др., 2016; Нуждина и др., 2023). И, конечно, в виде муки рожь используют в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Известно, и давно ни у кого не вызывает сомнений, что качество готовой продукции, производимой из злаковых культур, в том числе и из озимой ржи, определяется биохимическим составом зерна и продуктов его переработки. Твердозерность играет важную роль в определении мукомольных свойств и, как следствие, степени повреждения крахмала – водопоглотительной и газоудерживающей способности получаемой муки (Кулеватова и др., 2016). Особого внимания заслуживают пентозаны (некрахмальные полисахариды) ржи и их взаимодействие с крахмалом во время образования теста. Пентозаны характеризуются высокой водопоглотительной способностью, при замесе они связывают воду и образуют тесто (Пономарева и др., 2015; Кулеватова и др., 2016; Пономарева и др., 2019). Так как во ржи присутствует много некрахмальных полисахаридов, ее труднее измельчать: мука гигроскопична, что приводит к агломерации и препятствует ее просеиванию. Активность присутствующих в ржаной муке ферментов, которые расщепляют пентозаны,

и тем самым уменьшают ее водопоглотительную способность, может быть определена с помощью записи кривых набухания на вискографе (Исмагилов и Гайсина, 2015; Пономарева, 2019). Невозможно изолированно рассмотреть влияние одного фермента на хлебопекарные качества ржаной муки, это результат комплексного действия. Так как зерно ржи содержит пентозаны и они определяют диверсификацию использования данной культуры, и сортов в частности, то их изучение чрезвычайно важно (Кобылянский и Солодухина, 2023; Солодухина, 2024).

В лаборатории качества зерна ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» была разработана методика косвенного определения содержания и качества водорастворимых пентозанов по вязкости суспензии «вода-шрот ржи» методом вискографии. На представительном наборе сортообразцов изучена информативность показателей вискограммы, их селекционная значимость, чувствительность к количеству проросшего зерна в пробе и многое другое (Ермолаева, 2021). Согласно многолетним исследованиям, доля дисперсии, характеризующая влияние года на изменчивость признака, составила 49 %, взаимодействие генотип-среда – 16,2 %, генотипа – 34,8 % (Нуждина и др., 2023).

Цель настоящего исследования – выявить наиболее ценные генотипы озимой ржи в конкурсном сортоиспытании по содержанию и качеству пентозанов для дальнейшей оптимизации селекционной работы по данному признаку.

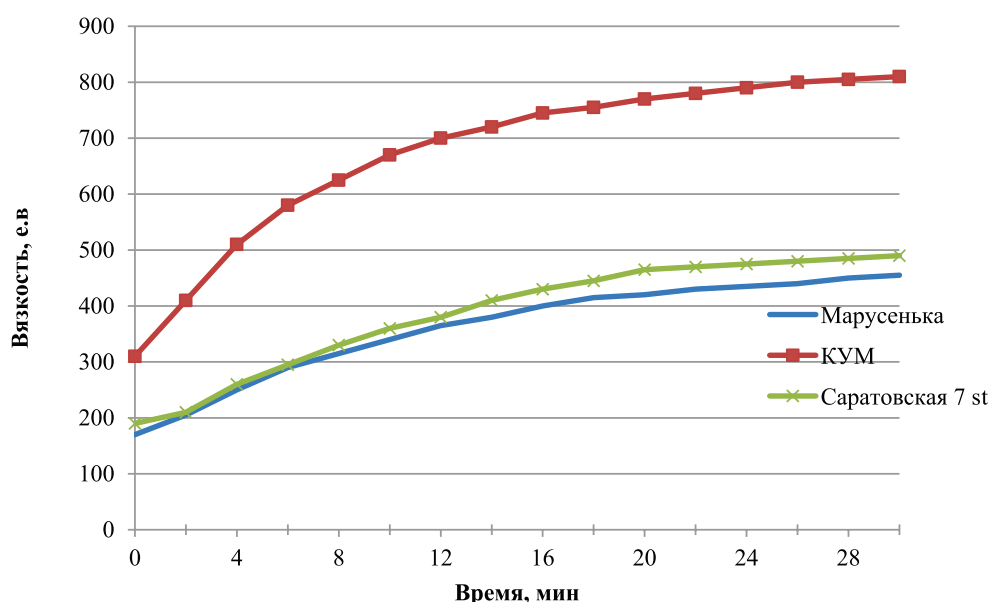
Материалы и методы исследований. Объектами исследования служили 15 сортов и перспективных популяций озимой ржи конкурсному сортоиспытанию (КСИ – селекционный питомник лаборатории селекции и семеноводства озимой ржи ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов) урожая 2017, 2018, 2019, 2022, 2023 и 2024 годов в двух полевых и лабораторных повторениях: КУМ – сложная популяция, комплексно-устойчивый материал к основным заболеваниям озимой ржи; ВПР – высокопродуктивные растения; ККГ – гибридные комбинации с коричневым колосом; RH-11-20 – популяция,

состоящая из гибридов, резистентных к основным заболеваниям озимой ржи; СП 11-19 – селектируемая популяция №11; РЖ – популяция с более высокой устойчивостью к бурой листовой ржавчине; ПТКН – популяция низкорослая, созданная методом политопкросса. Сорт-стандарт – Саратовская 7. Климатическая зона – Нижнее Поволжье; климат умеренно-континентальный. Почвы – черноземы южные с пятнами солонцов, предшественник – черный пар, площадь делянки 25 м².

Реологические свойства суспензий «ржаной шрот-вода» определяли на ротационном вискографе фирмы «Brabender» при темпера-

туре 20 °С в условных единицах прибора (е.в.). Анализировали показатели вискограммы: BC_0 – вязкость системы в начальный момент времени (до начала ротации); BC_{10} – вязкость после 10 мин от начала эксперимента; BC_{30} – вязкость после 30 мин эксперимента. Принимали во внимание средние расчетные скорости нарастания вязкости за 10 ($\bar{V}_{10}$) и 30 ($\bar{V}_{30}$) мин набухания. При анализе данных применяли методы статистической обработки – дисперсионный и корреляционный.

Результаты и их обсуждение. Формы типичных «кривых набухания» различных сортов озимой ржи представлены на рисунке.



Вискограммы водных суспензий на основе шрота сортов Марусенька, КУМ и Саратовская 7
Viscograms of water suspensions based on meal of the varieties 'Marusenka', 'KUM' and 'Saratovskaya 7'

Большинство исследователей, изучающих формирование тех или иных качественных признаков у злаковых культур, в том числе и у озимой ржи, всегда принимают во внимание метеорологические условия в период активной весенне-летней вегетации растений. Принято считать, что, кроме перезимовки, ос-

новные лимитирующие факторы формирования зерна озимой ржи высокого качества – это количество осадков и температурный режим в период созревания и налива (июнь – июль).

Метеоусловия, представленные в таблицах 1 и 2, были различными в годы проведения опытов.

Таблица 1. Количество осадков за период активной вегетации растений озимой ржи в сравнении с многолетними данными
Table 1. Amount of precipitation during the period of active vegetation of winter rye in comparison with long-term data

Год	Май		Июнь		Июль	
	мм	процент (%) от многолетних значений	мм	процент (%) от многолетних значений	мм	процент (%) от многолетних значений
2017	99,3	231,0	66,7	148,0	51,5	100,0
2018	26,1	65,0	14,4	31,0	87,7	172,0
2019	34,3	80,0	21,0	47,0	49,9	98,0
2022	30,5	70,9	34,7	77,1	73,5	144,1
2023	37,4	87,0	59,3	131,8	40,9	80,2
2024	6,3	15,0	56,4	125,0	8,8	51,0

По гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова, рассчитанному по данным ЦГМС (Центр гидрометеорологии и монито-

ринга окружающей среды), позволяющему охарактеризовать степень увлажнения полей селекционного севооборота, май 2018, 2019 гг.

был очень засушливым; 2022, 2023 гг. – засушливым; в 2024-м – экстремально сухой; в то же время май 2017 г. характеризовался избыточ-

ным увлажнением. Это период кущения озимой ржи и выхода в трубку.

Таблица 2. Температура воздуха за период активной вегетации растений озимой ржи в сравнении с многолетними данными

Table 2. Air temperature during the period of active vegetation of winter rye in comparison with long-term data

Год	Май			Июнь			Июль		
	Т °С	процент (%) от многолетних значений	ГТК	Т °С	процент (%) от многолетних значений	ГТК	Т °С	процент (%) от многолетних значений	ГТК
2017	13,9	92,6	2,3	18,0	92,8	1,2	21,7	101,4	0,8
2018	18,3	122,0	0,5	19,9	102,6	0,2	23,7	110,7	1,2
2019	18,5	123,0	0,2	22,8	109,6	0,1	21,4	103,3	0,2
2022	11,7	78,0	0,8	21,0	108,2	0,6	21,7	101,4	1,1
2023	16,2	108,0	0,8	18,3	94,3	1,1	22,0	102,8	0,6
2024	13,6	91,3	0,2	23,2	119,6	0,8	25,1	85,3	0,1

Примечание. ГТК – гидротермический коэффициент (показатель влагообеспеченности территории в определенный период времени).

Июнь 2017 и 2023 гг. согласно выпавшим относительно среднеемноголетним данным осадкам характеризуется как период обеспеченного увлажнения, а в 2018, 2019, 2022 гг. – как сухой. На начало июня попадает цветение ржи и в дальнейшем – формирование зерновки.

Июль в 2017 и 2023 гг. был засушливым согласно ГТК, а в 2019, 2024 гг. – очень сухим. В то время как тот же период 2018, 2022 гг. можно назвать влажным. Это период восковой и полной спелости зерновки. Таким образом, 2017 г. можно в целом назвать влажным, остальные годы сухими, за исключением 2023 г., когда июль был обеспеченно влажен. В целом же по сравнению со среднеемноголетними данными наблюдается тенденция по повышению температуры. Такая дифференциация метео-

условий по годам оптимальна для научного обоснования выявленных тенденций в количественном выражении признака вязкости суспензии «ржаной шрот-вода» и кинетики набухания некрахмальных полисахаридов.

Полученные данные абсолютных значений признака BC_0 (табл. 3) свидетельствуют о том, что на начальном этапе лабораторного эксперимента (при смешивании шрота с водой), когда еще не начался процесс набухания пентозанов во времени, наибольшие значения вязкости наблюдались практически у всех сортов образцов в 2019 и 2024 гг., наименьшие – в 2017 и 2023 гг., что согласуется с выводом некоторых ученых о том, что при избыточном увлажнении наблюдаются наименьшие величины вязкости исследуемой системы и размаха их варьирования (Пономарева и др., 2015).

Таблица 3. Показатель вязкости (BC_0) водной суспензии на основе шрота озимой ржи на начальном этапе эксперимента

Table 3. Viscosity index (BC_0) of the water suspension based on winter rye meal at the initial stage of the trial

№ п/п	Название сорта, популяции	Год урожая					
		2017	2018	2019	2022	2023	2024
1	Саратовская 6	165	140	210	120	105	245
2	Марусенька	130	100	165	90	100	210
3	Памяти Бамбышева	150	130	185	120	105	225
4	Солнышко	135	95	155	100	85	305
5	Короткостебельная 3	140	95	240	95	110	210
6	Саратовская 10	155	105	190	105	100	145
7	СП-11-19	–	–	–	110	110	195
8	РЖ-1	185	195	230	115	110	190
9	Саратовская 7 st	150	100	185	90	115	155
10	РН-11-20	190	190	170	140	110	190
11	КУМ	180	185	300	125	100	170
12	ВПР	–	110	210	110	115	145
13	ККГ (белозерная)	170	230	230	130	110	175
14	ККГ (зеленозерная)	200	150	210	100	100	160
15	ПТКН	–	245	265	120	125	180
F-критерий		3,1*	14,3*	4,3*	NS	NS	NS
НСР		38	39	59			

Примечание. НСР – наименьшая существенная разница. F-критерий Фишера; * – значимо на 5%-м уровне. То же в таблицах 4 и 5.

Что касается скорости набухания в течение 10 мин эксперимента ($\bar{V}_{10}$), которая свидетельствует о качестве пентозанов, в частности об их гидрофильности, то наибольшие величины наблюдались в 2018, 2019 и 2024 годах.

Аналогичные выводы можно сделать и о количественной выраженности показателей BC_{10} , BC_{30} и скорости набухания в течение 30 мин ($\bar{V}_{30}$) во все годы исследований (табл. 4, 5 и 6).

Таблица 4. Показатель вязкости (BC_{10}) водной суспензии на основе шрота озимой ржи через 10 мин набухания
Table 4. Viscosity index (BC_{10}) of the water suspension based on winter rye meal after 10 minutes of swelling

№ п/п	Название сорта, популяции	Год урожая					
		2017	2018	2019	2022	2023	2024
1	Саратовская 6	200	250	435	145	123	315
2	Марусенька	153	185	335	90	110	230
3	Памяти Бамбышева	200	255	350	160	140	300
4	Солнышко	160	195	300	115	105	275
5	Короткостебельная 3	175	195	490	120	125	250
6	Саратовская 10	190	225	390	140	120	215
7	СП-11-19	–	–	–	160	130	240
8	РЖ-1	250	180	405	145	115	240
9	Саратовская 7 st	170	180	375	100	140	195
10	RH-11-20	265	310	480	190	165	265
11	КУМ	260	380	630	165	150	230
12	ВПП	–	235	445	120	140	210
13	ККГ (белозерная)	220	470	415	150	140	240
14	ККГ (зеленая)	275	300	445	125	130	230
15	ПТКН	–	495	635	150	150	235
F-критерий		12,2*	30,1*	10,4*	3,7*	NS	NS
НСР		37	54	91	41		

Таблица 5. Показатель вязкости (BC_{30}) водной суспензии на основе шрота озимой ржи через 30 мин набухания
Table 5. Viscosity index (BC_{30}) of the water suspension based on winter rye meal after 30 minutes of swelling

№ п/п	Название сорта, популяции	Год урожая					
		2017	2018	2019	2022	2023	2024
1	Саратовская 6	245	315	560	175	150	400
2	Марусенька	175	240	440	105	135	300
3	Памяти Бамбышева	240	410	460	195	185	420
4	Солнышко	195	240	425	145	135	355
5	Короткостебельная 3	200	240	600	150	155	320
6	Саратовская 10	225	270	505	170	155	280
7	СП-11-19	–	–	–	190	170	305
8	РЖ-1	305	390	535	165	140	295
9	Саратовская 7 st	190	230	510	125	185	235
10	RH-11-20	350	420	625	225	215	350
11	КУМ	345	490	780	210	190	305
12	ВПП	–	300	580	145	175	275
13	ККГ (белозерная)	265	630	550	190	180	310
14	ККГ (зеленая)	345	380	585	155	160	305
15	ПТКН	–	620	775	190	195	325
F-критерий		7,2*	38,2*	10,6*	3,3	2,7*	NS
НСР		72,9	64,4	99,6	54,3	43,8	

Таблица 6. Пределы варьирования показателей вискограммы по годам
Table 6. Limits of viscogram indicators' variation through the years

Год	Название показателя				
	BC_0	BC_{10}	BC_{30}	$\bar{V}_{10}$	$\bar{V}_{30}$
2017	130–200 (70)	153–275 (122)	175–350 (175)	2,0–8,0 (6,0)	1,3–5,5 (4,2)
2018	95–245 (150)	180–470 (250)	230–620 (390)	8,0–25,0 (17,0)	4,4–13,4 (9,0)
2019	155–300 (145)	300–635 (335)	425–780 (355)	14,5–37,0 (22,5)	9,0–17,0 (8,0)
2022	90–140 (50)	90–190 (100)	105–225 (120)	0,0–5,0 (5,0)	0,5–2,8 (2,3)
2023	85–125 (40)	105–165 (60)	135–215 (80)	0,5–5,5 (5,0)	1,0–3,5 (2,5)
2024	145–305 (150)	195–315 (120)	235–400 (165)	0,2–7,5 (7,3)	2,7–6,5 (3,8)

Абсолютные значения расчетной скорости свидетельствуют, что на начальном эта-

пе вязкость нарастает быстрее (величины $\bar{V}_{10}$), это объясняется тем, что поглощение воды

и набухание пентозанов идет интенсивнее. Через 30 мин эксперимента вязкость суспензии достигает своего максимума у некоторых сортов, у других же все еще продолжает на-

растать. Среднее значение BC_0 за все годы исследования составило 164,8 е.в.; BC_{10} – 252,7 е.в. и BC_{30} – 323,9 е.в. (табл. 7).

Таблица 7. Средние значения показателей по годам
Table 7. Mean values of indicators through the years

Показатель	Год						$\bar{X}$
	2017	2018	2019	2022	2023	2024	
BC_0	163	155	174	158	147	193	164,8
BC_{10}	210	245	313	267	238	244	252,7
BC_{30}	257	318	405	343	305	316	323,9

Рассчитанные коэффициенты корреляции (табл. 8) свидетельствуют о том, что в основном за 5 лет изучения ранги сортов и популяций по показателям реологических свойств водных

суспензий на основе шрота существенно не меняются, исключение составил 2024 г. в связи с тем, что погодные условия были чрезвычайны, экстремально засушливыми.

Таблица 8. Коэффициенты корреляции между одноименными признаками по годам
Table 8. Correlation coefficients between the same traits through the years

Год урожая	2018	2019	2022	2023	2024
BC_0					
2017	0,7547**	0,4100	0,5860**	0,2638	-0,4766*
2018	–	0,5692**	0,7995**	0,4649	-0,2303
2019	–	–	0,2785	0,3956	-0,3649
2022	–	–	–	0,1885	-0,0426
2023	–	–	–	–	-0,5435**
BC_{10}					
2017	0,5569**	0,6308**	0,6980**	0,5729**	-0,0200
2018	–	0,6699**	0,5775**	0,6198**	-0,0131
2019	–	–	0,4948*	0,6356**	-0,1600
2022	–	–	–	0,6219**	0,3970
2023	–	–	–	–	-0,0900
BC_{30}					
2017	0,6569**	0,7136**	0,7213**	0,5016**	0,0730
2018	–	0,6133**	0,7180**	0,5686**	0,1679
2019	–	–	0,5620**	0,5897**	-0,0978
2022	–	–	–	0,6553**	0,4344
2023	–	–	–	–	0,0266

Примечание. *, ** – значимо на 5 и 1%-м уровнях.

Выводы. Подтверждено, что вязкость изучаемой системы зависит не только от генотипически обусловленных, но и от средовых факторов. Исследования фенотипической выраженности показателей вискограммы, характеризующих качество пентозанов озимой ржи (набухание во времени), в течение 5 лет показали, что наибольшие абсолютные значения всех изучаемых признаков наблюдаются в засушливые годы, однако если период налива и созревания зерна характеризуется как экстремально сухой (2024 г.), то ранг сортов становится иным. Показатели в такие исключительные годы надо рассматривать отдельно. Наименьшие величины вязкости и размах их варьирования наблюдались во влажном 2017 г.

и в 2023 г., когда в июне выпало 102,8 % осадков от многолетних данных. Более низкой вязкостью во все годы исследования отличались Марусенька и Солнышко; более высокой РЖ-1, RH-11-20, ККГ (белозерная) и ККГ (зеленозерная).

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы НИОКР FNWF-2022-0003 «Создание и совершенствование системы видов и сортов (гибридов) с.-х. культур, адаптивных к абиострессорам и устойчивых к основным патогенам, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с качеством урожая с целью снижения экономических рисков в растениеводстве и повышения биоразнообразия в регионе».

Библиографический список

1. Бушук В., Кэмпбелл У. П., Дреус Э. и др. Рожь. Производство, химия и технология. М.: Колос, 1980. 247 с.
2. Гончаренко А. А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. М., 2014. 234 с.
3. Ермолаева Т. Я., Нуждина Н. Н., Говердов Д. Е., Злобина Л. Н., Крупнова О. В., Осыка И. А., Кулеватова Т. Б. Адаптивность сортов озимой ржи по реологическим свойствам суспензий шрота // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 4. С. 27–32. DOI: 10.31857/S2500262721040062

4. Исмагилов Р. Р., Гайсина А. Ф. Содержание водорастворимых пентозанов в зерне ржи разной фракции // Пиво и напитки. 2015. № 3. С. 44–46.
5. Кулеватова Т. Б., Кайргалиев Д. В., Андреева Л. В., Ермолаева Т. Я., Злобина Л. Н., Нуждина Н. Н. Качество зерна озимой ржи: Учебно-методическое пособие под. ред. А. И. Прянишников. Саратов, 2016. 50 с.
6. Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Технология селекции и семеноводства ржи универсального использования с низким содержанием водорастворимых пентозанов. СПб.: Изд-во «Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», 2023. 28 с.
7. Нуждина Н. Н., Жиганов Д. А., Ермолаева Т. Я., Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н., Андреева Л. В., Куликова В. А., Салманова Н. А., Нечаев В. Н. Показатели качества и фракционный состав зерна сортов озимой ржи по крупности в условиях Нижнего Поволжья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. № 184(4). С. 153–162. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-4-153-162
8. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н. Оптимизация параметров качества зерна для селекции озимой ржи // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(3). С. 320–327. DOI: 10.18699/vj19/496
9. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Гильмуллина Л. Ф., Маннапова Г. С. Фенотипическая оценка содержания пентозанов в ржаном шроте методом определения вязкости водного экстракта // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 29(11). С. 32–35.
10. Солодухина О. В. Принципы селекции ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов в зерне // Биотехнология и селекция растений. 2024. Т. 7, № 2. С. 42–52. DOI: 10.30901/2658-6266-2024-2-03

References

1. Bushuk V., Kempbell U. P., Dreves E. i dr. Rozh'. Proizvodstvo, khimiya i tekhnologiya [Rye. Production, chemistry and technology]. M.: Kolos, 1980. 247s.
2. Goncharenko A. A. Aktual'nye voprosy seleksii ozimoi rzhi [Current issues of winter rye breeding]. M., 2014. 234 s.
3. Ermolaeva T. Ya., Nuzhdina N. N., Goverdov D. E., Zlobina L. N., Krupnova O. V., Osyka I. A., Kulevatova T. B. Adaptivnost' sortov ozimoi rzhi po reologicheskim svoistvam suspenzii shrota [Adaptability of winter rye varieties according to rheological properties of meal suspensions] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2021. № 4. S. 27–32. DOI: 10.31857/S2500262721040062
4. Ismagilov R. R., Gaisina A. F. Soderzhanie vodorastvorimyykh pentozanov v zerne rzhi raznoi fraktsii [Content of water-soluble pentosans in rye grain of different fractions] // Pivo i napitki. 2015. № 3. S. 44–46.
5. Kulevatova T. B., Kairgaliev D. V., Andreeva L. V., Ermolaeva T. Ya., Zlobina L. N., Nuzhdina N. N. Kachestvo zerna ozimoi rzhi [Quality of winter rye grain]: Uchebno-metodicheskoe posobie pod red. A. I. Pryanishnikova. Saratov, 2016. 50 s.
6. Kobylanskiy V. D., Solodukhina O. V. Tekhnologiya seleksii i semenovodstva rzhi universal'nogo ispol'zovaniya s nizkim soderzhaniem vodorastvorimyykh pentozanov [Technology of breeding and seed production of universal rye with a low content of water-soluble pentosans]. SPb.: Izd-vo «Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Federal'nyi issledovatel'skii tsentr Vserossiiskii institut geneticheskikh resursov rastenii imeni N. I. Vavilova», 2023. 28 s.
7. Nuzhdina N. N., Zhiganov D. A., Ermolaeva T. Ya., Kulevatova T. B., Zlobina L. N., Andreeva L. V., Kulikova V. A., Salmanova N. A., Nechaev V. N. Pokazateli kachestva i fraktsionnyi sostav zerna sortov ozimoi rzhi po krupnosti v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Quality indicators and fractional composition of winter rye varieties according to its grain size in the Lower Volga region] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii. 2023. № 184(4). S. 153–162. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-4-153-162
8. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N. Optimizatsiya parametrov kachestva zerna dlya seleksii ozimoi rzhi [Optimization of grain quality parameters for winter rye breeding] // Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii. 2019. № 23(3). S. 320–327. DOI: 10.18699/vj19/496
9. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Gil'mullina L. F., Mannapova G. S. Fenotipicheskaya otsenka soderzhaniya pentozanov v rzhanom shrote metodom opredeleniya vyazkosti vodnogo ekstrakta [Phenotypic estimation of pentosan content in rye meal by determining the viscosity of an aqueous extract] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. № 29(11). S. 32–35
10. Solodukhina O. V. Printsipy seleksii rzhi s nizkim soderzhaniem vodorastvorimyykh pentozanov v zerne [Principles of breeding rye with a low content of water-soluble pentosans in grain] // Biotehnologiya i selektsiya rastenii. 2024. Т. 7, № 2. S. 42–52. DOI: 10.30901/2658-6266-2024-2-03

Поступила: 11.03.25; доработана после рецензирования: 03.04.25; принята к публикации: 03.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кулеватова Т. Б. – концептуализация исследования, анализ данных, подготовка рукописи; Злобина Л. Н. – выполнение лабораторных опытов, статистическая обработка данных, подготовка рукописи; Ермолаева Т. Я. – проведение полевых опытов, сбор материала для исследования, анализ данных; Нуждина Н. Н. – проведение полевых опытов, сбор и анализ данных; Жиганов Д. А. – проведение полевых опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРГО НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Н. А. Ковтунова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

М. Г. Муслимов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, генетики и селекции, mizinfer@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3961-8911;

В. В. Ковтунов^{1,3}, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

Г. В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Р. А. Акаева², аспирант, akaeva111r@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5682-6712

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова», 367032, Республика Дагестан, Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 180;

³ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», 344003, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, зд. 1,

Исследования, направленные на повышение урожайности сорго, и разработка методов и технологий выращивания, основанные на определении способов посева и норм высева семян, подборе сортов, применении удобрений, гербицидов для защиты и питания растений, до сих пор остаются актуальными. Цель работы – выявить наиболее эффективный способ посева и норму высева, а также нормы внесения удобрений для повышения урожайности зерна сорго в условиях Северного Кавказа. Исследования по изучению норм, способов посева сорго зернового и доз применения минеральных удобрений проведены в условиях Ростовской области и Республики Дагестан. Посев, обработку почвы, уход за посевами проводили в соответствии с Методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Объектом исследований послужил сорт сорго зернового Зерноградское 88. Наибольшие значения урожайности зерна в условиях Ростовской области и Республики Дагестан установлены при ширококрядном посеве с нормой высева 300 тыс. зерен/га – 4,93 и 4,15 т/га. При изучении способа посева установлено, что данный фактор не оказывает влияния на урожайность зерна сорго, значения которой находились в пределах наименьшей существенной разницы. При использовании минеральных удобрений во всех вариантах опыта наблюдается значительное увеличение урожайности зерна. Наибольшие значения урожайности получены при норме высева 350 тыс. зерен/га и внесении $N_{190}P_{128}K_{80}$ и $N_{220}P_{144}K_{90}$. Эти нормы позволяют получать 6,08–7,41 т/га.

Ключевые слова: сорго, удобрение, урожайность, способ посева, норма высева.

Для цитирования: Ковтунова Н. А., Муслимов М. Г., Ковтунов В. В., Метлина Г. В., Акаева Р. А. Повышение продуктивности сорго на Северном Кавказе агротехническими методами // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-53-58.



INCREASING SORGHUM PRODUCTIVITY IN THE NORTH CAUCASUS BY AGROTECHNICAL METHODS

N. A. Kovtunova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for sorghum breeding and seed production, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

M. G. Muslimov², Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the botany, genetics and breeding department, mizinfer@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3961-8911;

V. V. Kovtunov^{1,3}, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for sorghum breeding and seed production, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

G. V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain and row crops, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

R. A. Akaeva², post-graduate student, akaeva111r@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5682-6712

¹FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchnyy gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

²FSBEI HE “Dagestan state agricultural university named after M. M. Dzhambulatov”, 367032, Republic of Dagestan, Makhachkala, Magomet Gadzhiev Str., 180

³FSBEI HE “Donskoy State Technical University”, 344003, Rostov region, Rostov-on-Don, Gagarin Sq., 1

Research aimed at increasing sorghum productivity and developing cultivation methods and technologies based on determining sowing methods and seed sowing rates, selecting varieties, using fertilizers and herbicides to protect and nourish plants, is still of great relevance. The purpose of the current work was to identify the most efficient sowing method and seeding rate, as well as fertilizing rates to improve productivity of sorghum grain in the North Caucasus. There was conducted the study of norms, methods of sowing grain sorghum and doses of mineral fertilizers in the Rostov Region and the Republic of Dagestan. Sowing, tillage, and crop care were carried out in accordance

with the Methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops. The object of the study was the grain sorghum variety 'Zernogradskoe 88'. The largest grain productivity in the Rostov Region and the Republic of Dagestan with 4.93 and 4.15 t/ha was established with wide row sowing with a seeding rate of 300 K grains/ha. The study of the sowing method has found that this factor did not affect the sorghum grain productivity, the values of which were within the limits of the least significant difference. When using mineral fertilizers, a significant grain productivity increase was established in all variants of the trial. The highest productivity values were obtained with a seeding rate of 350 K grains/ha and the application of $N_{190}P_{128}K_{80}$ and $N_{220}P_{144}K_{90}$. These rates make it possible to yield 6.08–7.41 t/ha.

Keywords: sorghum, fertilizer, productivity, sowing method, seeding rate.

Введение. Сорго является важной культурой для обеспечения продовольственной безопасности в засушливых и полузасушливых регионах благодаря своей высокой устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, а также хорошей урожайности на малоплодородных или засоленных почвах (Антимонов и др., 2022).

Для высокоэффективного производства необходимо понимать, как сорго реагирует на различные методы ведения сельского хозяйства и взаимодействие генотипа с окружающей средой (Ковтунова и Ковтунов, 2024). Это позволит оптимизировать использование всех ресурсов окружающей среды и растений и сократить разницу в урожайности. Так, один и тот же сорт может показать разную урожайность не только в различных регионах, но даже на разных опытных участках одного региона. В исследованиях F. C. Gao et al. (2022) генотип, среда и их взаимодействие объясняли 12, 61 и 27 % общей изменчивости, что означает, что максимальная изменчивость приходится на условия среды. Поэтому важен выбор не только сортов, но и определение набора оптимальных методов производства. В Ставропольском крае для получения наибольшего урожая зерна рекомендован широкорядный посев с междурядьем 45 см и нормой высева 180–220 тыс. семян/га, в Крыму – 45–60 см и 100 тыс. семян/га, в Оренбургской области – 60 см и 240 тыс. семян/га, в Саратовской области – 70 см и 100–200 тыс./га (Кибальник и др., 2021), в Ростовской области – оптимальная норма высева, согласно исследованиям разных авторов, варьирует от 200 до 400 тыс./га (Авдеенко, 2018).

Норма высева оказывает влияние на продуктивность фитоценоза на ранних стадиях роста растений, так как она определяет площадь листьев, доступную для максимального поглощения солнечного света, что напрямую связано с продуктивностью фотосинтеза. У сорго оптимальная норма высева может значительно меняться в зависимости от условий возделывания, и она не так однозначна, как, например, у кукурузы, так как сорго может образовывать дополнительные побеги, компенсирующие низкую плотность растений. Широкий рядный посев выгоден только в засушливых регионах, так как конкуренция между растениями в рядовом посеве снижает кустистость, вегетативную продуктивность и потребление воды в начале вегетации.

Несмотря на мнения некоторых авторов, что сорго не нуждается во внесении удобрений, правильное их применение может быть

эффективной стратегией для повышения урожайности сорго и улучшения его питательной ценности (Максютов и Зенкова, 2020). Так, урожайность сорго в таких странах, как Узбекистан, Египет, Парагвай, Саудовская Аравия гораздо выше, чем в более благоприятных для его возделывания странах, несмотря на засушливый климат и бедные почвы. Сорго в этих странах выращивается с внесением удобрений, что повышает его адаптивные способности и способствует повышению урожайности. То есть, правильное использование удобрений может компенсировать неблагоприятные внешние почвенно-климатические условия. Сорго, благодаря эффективному использованию питательных веществ, при меньших по сравнению с кукурузой и рисом дозах удобрений обеспечивает значительную прибавку урожая. Объясняется это тем, что внесение азотных удобрений оказывает значительное влияние на высоту растений, количество побегов, количество метелок. Несмотря на важную роль азота в росте и развитии растений сорго, чрезмерное его внесение наносит вред не только урожайности, но и негативно влияет на свойства почвы. Оптимальное же количество азотных удобрений в сочетании с другими факторами оказывает положительное влияние на урожайность и качество продукции из сорго. Поэтому к использованию удобрений следует подходить обоснованно и рационально, чтобы минимизировать негативное влияние на окружающую среду (Шаповалова и др., 2023). Поэтому научные исследования, направленные на повышение урожайности сорго, и разработка методов и технологий выращивания, основанные на определении оптимальных способов посева и норм высева семян, подборе сортов и применении удобрений, остаются актуальными.

Цель работы – выявить наиболее эффективный способ посева и норму высева, а также нормы внесения удобрений для повышения урожайности зерна сорго в условиях Северного Кавказа.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению норм и способов посева сорго зернового в условиях Ростовской области проведены в 2018–2020 гг. в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Зона характеризуется обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса 3,2 %, фосфора – 10–40 мг/кг, азота – 70–110 мг/кг, калия – 300–500 мг/кг почвы. Метеоусловия в годы исследований (2018–2020 гг.) были контрастными: в 2018 г. ГТК = 0,30 указывает на очень

сильную засуху и 0,63–0,68 в 2019 и 2020 гг. – на среднюю засушливость.

Опыты по изучению норм высева, способов посева и доз внесения удобрений под культуру сорго закладывали на опытном поле Дагестанского ГАУ в 2022–2024 годах. Почва данной зоны каштановая с содержанием гумуса в слое 0–10 см 4,2 %, азота – 48,6 мг/га, P_2O_5 – 24,3 мг/кг, K_2O – 350 мг/кг почвы. ГТК в годы проведения исследований: в 2022 и 2023 гг. – 0,31, в 2024 г. – 0,17.

Посев, обработку почвы, уход за посевами проводили в соответствии с Методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1989). Площадь делянки 100 м², повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое. Наблюдения вели в соответствии с Методическими указаниями по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупных культур ВНИИР (1968). В ходе исследований в ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводили закладку опыта по изучению способа посева и нормы высева: широкорядный (междурядье 30, 45 и 70 см) и рядовой способ посева (междурядье 15 см). Норма высева по каждому способу посева составляла от 100 до 900 тыс. семян/га. В ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ» рядовой посев (15 см) осуществляли с нормой высева 1 млн. зерен/га, а широко-рядный (70 см) – с нормой 300, 400 и 500 тыс. всхожих зерен/га. В опыте по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность зерна сорта сорго Зерноградское 88 расчет доз удобрений осуществляли на прогнани-

руемые урожайности: 6 т/га ($N_{160}P_{112}K_{70}$), 7 т/га ($N_{190}P_{128}K_{80}$), 8 т/га ($N_{220}P_{144}K_{90}$), контрольный вариант – без удобрений. Двойной суперфосфат и 15–20 % дозы аммиачной селитры вносили при посеве, остальные 80–85 % – в качестве подкормки во время кущения.

Достоверность и обоснованность полученных результатов определяли в соответствии с методикой Б. А. Доспехова (2014).

Объектом исследований послужил сорт сорго зернового Зерноградское 88 селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Сорт допущен к использованию по Северо-Кавказскому региону РФ с 2013 года. Рекомендован для получения крахмала, спирта и на кормовые цели.

Результаты и их обсуждение. Результирующим показателем эффективности применения тех или иных агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур является урожайность. Выбор наиболее оптимального сочетания основных агротехнических элементов технологии возделывания позволяет более полно обеспечить потребность растений в минеральном питании и водопотреблении в период их роста и развития, что в конечном итоге определяет уровень урожайности.

В среднем за три года исследований (2018–2020 гг.) у сорта сорго зернового Зерноградское 88 пределы варьирования урожайности зерна составили 2,01–4,93 т/га. При этом наиболее высокие значения (4,93 т/га) установлены при посеве с нормой высева 0,3 млн шт. всхожих семян на 1 га (табл. 1).

Таблица 1. Влияние нормы высева при широкорядном посеве на урожайность зерна в условиях Ростовской области (2018–2020 гг.)

Table 1. Effect of seeding rate in wide-row sowing on grain productivity in the Rostov region (2018–2020)

Норма высева, тыс. зерен /га	Урожайность зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в метелке, шт.	Содержание сырого белка, %
100	2,95	31,2	1798	11,4
200	4,64	29,4	1429	11,3
300	4,93	29,3	1296	11,3
400	4,34	27,3	947	11,7
500	4,09	29,4	746	11,4
600	3,34	26,6	611	12,4
700	2,68	26,7	446	11,6
800	2,22	25,6	351	12,0
900	2,01	25,0	282	11,7
НСР ₀₅	0,10	–	–	–

Отмечено уменьшение оптимальной нормы высева по сравнению с более ранними исследованиями в зоне проведения опытов. Так, в работе А. В. Алабушева и др. (2003) рекомендована для посева сорго зернового с междурядьем 70 см норма высева 500 тыс. всхожих зерен на гектар.

Снижение количества высеваемых семян для получения наибольшей урожайности зерна может быть связано с изменением погодно-климатических условий: повышением

средней температуры воздуха и сокращением количества осадков в весенне-летний период.

Наибольшее количество зерен в метелке формировалось при норме высева 100 тыс. шт. всхожих семян на 1 га (1798 шт.). Увеличение нормы высева приводило к уменьшению количества зерен в одной метелке с 1798 до 282 шт. и массы 1000 зерен с 31,2 до 25,0 г.

Существенное снижение числа зерен в метелке и массы 1000 зерен при увеличении нормы высева также отмечалось в исследовани-

ях А. В. Алабушева и др. (2003), А. П. Авдеенко (2018).

В качестве наиболее оптимального варианта опыта выделился посев сорго с нормой вы-

сева 0,3 млн. шт. всхожих семян на 1 га, в котором сформирована наибольшая урожайность зерна (4,93 т/га) (табл. 2).

Таблица 2. Влияние ширины междурядий на урожайность зерна в условиях Ростовской области (2018–2020 гг.)

Table 2. Effect of row spacing on grain productivity in the Rostov region (2018–2020)

Ширина междурядий	Норма высева, тыс. всх. семян /га	Годы исследований			
		2018	2019	2020	среднее
15 см	600	3,31	3,73	4,06	4,90
30 см	500	3,34	3,64	3,73	4,86
45 см	400	3,17	3,35	3,79	4,79
70 см	300	2,97	3,26	3,56	4,93
НСР ₀₅	–	–	–	–	0,9

При изучении способа посева установлено, что данный фактор не оказывает влияния на урожайность зерна сорго, значения которой находились в пределах наименьшей существенной разницы (4,79–4,93 т/га).

В исследованиях, проведенных в Республике Дагестан, установлено, что при широко-

рядном способе посева наибольшая урожайность отмечена, как и в условиях Ростовской области, при норме высева 300 тыс. всхожих зерен на гектар (табл. 3). Кроме того, установлено, что урожайность также не зависела от способа посева и имела значения 4,15–4,20 т/га.

Таблица 3. Влияние нормы высева при широкорядном посеве на урожайность зерна в условиях Республики Дагестан (2022–2024 гг.)

Table 3. Effect of seeding rate in wide-row sowing on grain productivity in the Republic of Dagestan (2022–2024)

Ширина междурядий	Норма высева, тыс. всх. семян /га	Годы исследований			
		2022	2023	2024	среднее
15 см	1000	4,80	4,34	3,46	4,20
70 см	300	4,65	4,33	3,38	4,15
	400	4,42	4,08	3,05	3,80
	500	4,3	4,02	2,90	3,71
НСР ₀₅	–	–	–	–	0,32

При рядовом посеве у растений меньше площадь питания, в результате чего возникает конкуренция за воду, питательные вещества и свет, что ведет к увеличению кустистости растений, количества метелок, уменьшению листовой поверхности, а, следовательно, и фотосинтетической активности, массы 1000 зерен, а иногда к щуплости. В исследованиях В. А. Correia et al. (2023) подчеркивается, что при высокой норме высева между растениями возникает конкуренция за воду и питательные вещества, в результате чего расстояние между листьями слишком маленькое, растения перекрывают друг друга, и в итоге растение вырастает высоким и вытянутым. Поэтому для обеспечения равномерного распределения питательных веществ, эффективности использования земли,

простоты ухода, необходимо создавать оптимальное расстояние между рядами сорго и выбрать соответствующую норму высева.

Установлено, что внесение удобрений оказывает эффективное влияние на формирование высокой урожайности. Нормы внесения зависят от агрохимического состава почвы, особенностей культуры и сорта и от уровня планируемой урожайности.

Во всех вариантах опыта наблюдается значительный рост урожайности зерна. Наибольшие значения урожайности получены при норме высева 350 тыс. зерен/га и внесении $N_{190}P_{128}K_{80}$ и $N_{220}P_{144}K_{90}$ (табл. 4). Эти нормы позволяют получать 6,08–7,41 т/га, что выше контроля на 2,23–3,56 т/га или на 57,9–92,5%.

Таблица 4. Влияние минеральных удобрений и нормы высева на урожайность зерна в условиях Республики Дагестан (2022–2024 гг.)

Table 4. Effect of mineral fertilizers and seeding rate on grain productivity in the Republic of Dagestan (2022–2024)

Норма удобрений (кг д.в./га) на планируемую урожайность (фактор А)	Норма высева, тыс. зерен/га (фактор В)			
	300	350	400	среднее
Без удобрений (контроль)	4,12	3,85	3,76	3,91
6 т/га ($N_{160}P_{112}K_{70}$)	6,06	6,08	5,61	5,92
7 т/га ($N_{190}P_{128}K_{80}$)	6,09	6,15	5,95	6,06

Продолжение табл. 4

Норма удобрений (кг д.в./га) на планируемую урожайность (фактор А)	Норма высева, тыс. зерен/га (фактор В)			
	300	350	400	среднее
8 т/га ($N_{220}P_{144}K_{90}$)	7,25	7,41	7,16	7,23
НСП ₀₅ (фактор А) = 1,1	–	–	–	–
НСП ₀₅ (фактор В) = 0,65	–	–	–	–
НСП ₀₅ (фактор АВ) = 1,85	–	–	–	–

Это согласуется с исследованиями D. Bartzialis et al (2023), в которых показано, что удобрения, особенно азотные, оказывают статистически значимое влияние на урожайность сорго.

Выводы.

1. Наибольшие значения урожайности зерна в условиях Ростовской области и Республики Дагестан установлены при широкоярдном посеве с нормой высева 300 тыс. зерен/га – 4,93 и 4,15 т/га.

2. При изучении способа посева установлено, что данный фактор не оказывает влияния на урожайность зерна сорго, значения кото-

рой находились в пределах наименьшей существенной разницы.

3. При использовании минеральных удобрений во всех вариантах опыта наблюдается значительное увеличение урожайности зерна. Наибольшие значения урожайности получены при норме высева 350 тыс. семян/га и внесении $N_{190}P_{128}K_{80}$ и $N_{220}P_{144}K_{90}$. Эти нормы позволяют получать 6,08–7,41 т/га зерна.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (тема № 0505-2025-0010).

Библиографический список

1. Авдеенко А. П. Продуктивность гибридов зернового сорго в зависимости от нормы высева в условиях Ростовской области // Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 29–34.
2. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н., Гурский Н. Г., Коломиец Н. Я., Костылев П. И., Мангуш П. А., Алабушева О. И. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов н/Д.: ООО «Книга», 2003. 368 с.
3. Антимонов А. К., Сыркина Л. Ф., Антимонova О. Н., Никонорова Ю. Ю. Оценка сортов зернового сорго на холодостойкость при пониженной температуре в разных средах // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 10. С. 38–42. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_10_38
4. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Бочкарева Ю. В., Прахов А. В., Семин Д. С. Продуктивность сорговых культур в зависимости от агротехнических приемов возделывания в регионах Российской Федерации (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(2). С. 155–166. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166
5. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Влияние уровня влагообеспеченности на урожайность и питательную ценность сорговых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54, № 2. С. 22–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-2-3
6. Максютон Н. А., Зенкова Н. А. Устойчивость кормовых культур к засухе в зависимости от фона питания в степном Предуралье Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5(85). С. 70–74. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-70-74
7. Шаповалова Н. Н., Володин А. Б., Менькина Е. А., Ахмедшина Д. А. Влияние последствий длительного применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна сорго на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 2. С. 84–91. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-84-91
8. Bartzialis D., Giannoulis K. D., Gintsioudis I., Danalatos N. G. Assessing the Efficiency of Different Nitrogen Fertilization Levels on Sorghum Yield and Quality Characteristics // Agriculture. 2023. Vol. 13, Article number: 1253. DOI: 10.3390/agriculture13061253
9. Correia B. A., Correia L. T., Americo J., Carvalho M. D. C. D., Feeitas J. D. C. The potential of sorghum as a staple food grown using fermented organic fertilizers and different plant spacings in east timor // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2023. Vol. 11, Iss. 8. P. 1261–1269. DOI: 10.17582/journal.aavs/2023/11.8.1261.1269
10. Gao F. C., Yan H. D., Gao Y., Huang Y., Li M., Song G. L., Li G. Y. Interpretation of genotype-environment-sowing date/plant density interaction in sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] in early mature regions of China // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 1008198. DOI: 10.3389/fpls.2022.1008198

References

1. Avdeenko A. P. Produktivnost' gibridov zernovogo sorogo v zavisimosti ot normy vyseva v usloviyakh Rostovskoi oblasti [Productivity of grain sorghum hybrids depending on the seeding rate in the Rostov region] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2018. № 8. S. 29–34.
2. Alabushev A. V., Anipenko L. N., Gurskii N. G., Kolomiets N. Ya., Kostylev P. I., Mangush P. A., Alabusheva O. I. Sorogo (selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika) [Sorghum (breeding, seed production, technology, economics)]. Rostov n/D.: ООО «Книга». 2003. 368 s.
3. Antimonov A. K., Syrkina L. F., Antimonova O. N., Nikonorova Yu. Yu. Otsenka sortov zernovogo sorogo na kholodostoiost' pri ponizhennoi temperature v raznykh sredakh [Estimation of grain sorghum

varieties for cold resistance at low temperatures in different environments] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. T. 36, № 10. S. 38–42. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_10_38

4. Kibal'nik O. P., Efremova I. G., Bochkareva Yu. V., Prakhov A. V., Semin D. S. Produktivnost' sorgovykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priemov vozdel'yvaniya v regionakh Rossiiskoi Federatsii (obzor) [Productivity of sorghum crops depending on agrotechnical tillage methods in the regions of the Russian Federation (review)] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2021. № 22(2). S. 155–166. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166

5. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Vliyanie urovnya vlagoobespechennosti na urozhainost' i pitatel'nyuyu tsennost' sorgovykh kul'tur [The effect of moisture supply on productivity and nutritional value of sorghum crops] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2024. T. 54, № 2. S. 22–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-2-3

6. Maksyutov N. A., Zenkova N. A. Ustoichivost' kormovykh kul'tur k zasukhe v zavisimosti ot fona pitaniya v stepnom Predural'e Orenburzh'ya [Drought resistance of forage crops depending on the nutritional background in the steppe Cis-Urals of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 5(85). S. 70–74. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-70-74

7. Shapovalova N. N., Volodin A. B., Men'kina E. A., Akhmedshina D. A. Vliyanie posledeiystviya dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna sorgo na chernozeme obyknovennom Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [The effect of the aftereffect of long-term use of mineral fertilizers on productivity and quality of sorghum grain on ordinary blackearth of the Central Ciscaucasia] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 2. S. 84–91. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-84-91

8. Bartzialis D., Giannoulis K. D., Gintsioudis I., Danalatos N. G. Assessing the Efficiency of Different Nitrogen Fertilization Levels on Sorghum Yield and Quality Characteristics // Agriculture. 2023. Vol. 13, Article number: 1253. DOI: 10.3390/agriculture13061253

9. Correia B. A., Correia L. T., Americo J., Carvalho M. D. C. D., Feeitas J. D. C. The potential of sorghum as a staple food grown using fermented organic fertilizers and different plant spacings in east timor // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2023. Vol. 11, Iss. 8. R. 1261–1269. DOI: 10.17582/journal.aavs/2023/11.8.1261.1269

10. Gao F. C., Yan H. D., Gao Y., Huang Y., Li M., Song G. L., Li G. Y. Interpretation of genotype-environment-sowing date/plant density interaction in sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] in early mature regions of China // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 1008198. DOI: 10.3389/fpls.2022.1008198

Поступила: 05.03.25; доработана после рецензирования: 26.03.25; принята к публикации: 26.03.25.

Критерии авторства. Авторы подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Метлина Г. В. – концептуализация исследований, подготовка рукописи, закладка и выполнение полевых опытов по сорго в условиях Ростовской области; Муслимов М. Г., Акаева Р. А. – закладка и выполнение полевых опытов по сорго, анализ и подготовка данных в условиях Республики Дагестан.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И КРАХМАЛА В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫЕ СТАДИИ РОСТА И СОЗРЕВАНИЯ

И. И. Шарапов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, scharapov86@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7222-9993;

Ю. А. Шарапова, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, belyaeva.u.a@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-0197-8513;

М. Р. Абдряев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-3795-5869

*Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства
имени П. Н. Константинова,*

446442, Самарская обл., Кинельский р-н, пгт. Усть-Кинельский, ул. Шоссейная, д. 76

Исследования проводили в 2018, 2019 и 2021 гг. на опытных полях Поволжского НИИСС. Объектом исследования служил сорт озимой мягкой пшеницы Поволжская нива. Целью исследования было изучение процесса накопления белка и крахмала в зерне озимой пшеницы в разные стадии роста и созревания, в различных метеоусловиях вегетационного периода. С этой целью проводили отбор колосьев в шести стадиях роста и созревания зерна озимой пшеницы (по шкале BBCH). Колосья высушивали до 14%-й влажности. Содержание белка и крахмала определяли на инфракрасном анализаторе «ИнфраЛюм ФТ». Метеоусловия отличались контрастностью, ГТК за период роста и созревания зерна озимой пшеницы в 2018 и 2019 гг. характеризовался как сухой (0,1 и 0,2 соответственно), а 2021 г. – как очень засушливый (0,65). Самый низкий показатель содержания белка отмечался в 2018 г. (11–13 %), самым высоким он был в 2021 г. (13–15 %). Низкое содержание белка отмечалось в стадии поздней молочной спелости (в среднем за 3 года 12 %), высокое – в стадии ранней полной спелости (в среднем за 3 года 14 %). За годы исследований содержание крахмала в зерне озимой пшеницы было высоким. Варьирование содержания крахмала в зерне пшеницы по стадиям роста и созревания зависело в большей степени от метеоусловий годов исследования. В стадиях средней и поздней молочной спелости наблюдалась положительная сильная корреляционная зависимость между содержанием белка и содержанием крахмала (0,859 и 0,951 соответственно). Начиная со стадии ранней восковой спелости и до ранней полной спелости отмечалась отрицательная корреляционная зависимость (от средней статистической – 0,588 до сильно отрицательной – 0,987).

Ключевые слова: озимая пшеница, стадии созревания, метеоусловия, белок, крахмал

Для цитирования: Шарапов И. И., Шарапова Ю. А., Абдряев М. Р. Содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы в различные стадии роста и созревания // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 59–64. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-59-64.



PROTEIN AND STARCH CONTENT IN WINTER WHEAT GRAIN AT DIFFERENT STAGES OF GROWTH AND MATURATION

I. I. Sharapov, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for winter wheat selection and seed growing, scharapov86@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7222-9993;

Yu. A. Sharapova, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory for winter wheat selection and seed growing, belyaeva.u.a@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-0197-8513;

M. R. Abdryaev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for winter wheat selection and seed growing, ORCID ID: 0000-0002-3795-5869

*Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Volga Research Institute of Selection and Seed Growing named after P. N. Konstantinov,
446442, Samara region, Kinel, Ust-Kinelsky, Shosseynaya str., 76*

The current study was conducted in 2018, 2019 and 2021, on the experimental plots of the Volga Region RIBSP. The object of the study was the winter common wheat variety 'Povolzhskaya Niva'. The purpose was to study the process of protein and starch accumulation in winter wheat grain at different stages of growth and maturation, under different weather conditions of the vegetation period. For this purpose, ears were selected at 6 stages of growth and maturation of winter wheat grain (according to the BBCH scale). The ears were dried to 14 % moisture. Protein and starch content was estimated by the InfraLum FT infrared analyzer. The weather conditions were contrasting, the HTC for the period of growth and maturation of winter wheat grain in 2018 and 2019 was characterized as dry (0.1 and 0.2, respectively), and 2021 as very dry (0.65). The lowest protein percentage in grain was identified in 2018 (11–13 %), the highest was in 2021 (13–15 %). Low protein percentage was established at the stage of late milk maturity (12 % on average for 3 years), and at the stage of early full maturity it was high (14 % on average for 3 years). Over the years of study, the starch content in winter wheat grain was high. Starch content in wheat grain at the stages of growth and maturation varied due to a greater extent on the weather conditions of the years of study. At the stages of middle and late milk maturity, there was a positive strong correlation between protein and starch content (0.859

and 0.951, respectively). Starting from the stage of early wax maturity and up to early full maturity, there was a negative correlation (from the mean statistical of 0.588 to the strong statistical of 0.987).

Keywords: winter wheat, stages of maturity, weather conditions, protein, starch

Введение. Пшеница является основной продовольственной культурой в мире. Для 40 % населения планеты пшеница – основной источник белка (Kartseva et al., 2023). В зерне пшеницы содержатся белок, крахмал и другие вещества (клетчатка, минералы, витамины), полезные для здоровья человека (Szafranska et al., 2024). Высокое содержание белка позволяет производить продукты с высоким качеством (Horváth, 2014).

Основными веществами зерна пшеницы являются крахмал и белок. В последние годы появляется много новых данных о синтезе белка и крахмала в зерне (Кондратенко и др., 2015).

Основное влияние на содержание белка в зерне оказывают генотип сорта и метеоусловия в период роста и развития растений (Elbasyoni et al., 2018). Данные факторы влияют на синтез и накопление белка (Peng et al., 2022). Генотип является основным фактором, определяющим урожайность белка в зерне (Yu et al., 2018).

Абиотические факторы влияют на реализацию генетического потенциала накопления белка в зерне пшеницы. Отмечается изменение структуры белка под действием высоких температур, при этом отмечается увеличение количества белка в зерне (Пахотина и др., 2021; Kulyk et al., 2020).

Обильные осадки, выпавшие в определенные фазы развития озимой пшеницы, оказывают влияние на содержание белка в зерне, снижая его количество (Jolankai et al., 2018; Kulyk et al., 2020).

Крахмал – это основной запасной углевод в зерне пшеницы, его содержание колеблется в пределах 65–75 % сухого вещества пшеницы. В зависимости от сорта крахмал может составлять 2/3 массы зерновки. (Yu et al., 2015; Кондратенко и др., 2015).

Процесс накопления крахмала в зерне пшеницы сильно снижается при тепловом стрессе. Термоустойчивость сортов пшеницы оказывает влияние на накопление крахмала при тепловом воздействии (Li et al., 2018). При недостатке влаги и высоких температурах отмечается образование щуплого зерна, так как снижается процесс синтеза и накопления крахмала (Рубец и др., 2021; Шарапов и др., 2023). Повышенная влажность в период налива зерна пшеницы, способствует большему накоплению крахмала (Пашкова и Бурова, 2019).

Целью исследований было изучение процесса накопления белка и крахмала в разные стадии роста и созревания зерна озимой мягкой пшеницы в различных метеоусловиях вегетационного периода.

В связи с этим ставились следующие задачи:

- определить содержание белка и крахмала в разных стадиях роста и созревания зерна озимой пшеницы.

- определить влияние метеоусловий года на содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2018, 2019 и 2021 гг. в Поволжском НИИС им. П. Н. Константинова на одном селекционном севообороте в агроценозе озимой пшеницы сорта Поволжская нива (включен в реестр в 2017 г.). Чередование культур на одном селекционном севообороте: черный пар – озимая пшеница – лен – яровая пшеница – яровой ячмень – сорговые культуры.

Стадии развития и созревания зерна (по шкале BBCH).

Молочная спелость – диагностика стадии основана на определении цвета и содержимого зерновки:

- средняя молочная спелость – зерна зеленые, содержимое молочного цвета;

- поздняя молочная спелость – меняется цвет, консистенция и размер зерна. Зерно достигает своего окончательного размера.

Восковая спелость – диагностика стадии основана на определении плотности зерновки и цвета колоса:

- ранняя восковая спелость – при надавливании на зерновку ногтем отпечатка не остается;

- мягкая восковая спелость – содержимое зерновки еще мягкое, но сухое, вмятина от ногтя выпрямляется;

- твердая восковая спелость – вмятина от ногтя не выпрямляется;

- ранняя полная спелость – зерно твердое с трудом разламывается ногтем большого пальца.

При наступлении каждой фазы набирали колосья, которые отправляли в лабораторию. В лабораторных условиях колосья просушивали до 14,0%-й влажности и обмолачивали. Сушку проводили в сушильном шкафу «Brabender». Полученное после обмолота зерно анализировали на инфракрасном анализаторе «ИнфраЛЮМ ФТ» на содержание белка и крахмала в зерне.

Метеоусловия, за период развития и созревания зерна озимой пшеницы в годы исследования отличались от среднемноголетних значений (табл. 1).

Сумма активных температур за период развития и созревания зерна превышала среднемноголетнее значение в 2018 г. на 10,5 %, в 2019 г. – на 7,5 %, в 2021 г. – на 13,0 %.

За годы исследования отмечалось низкое количество осадков, выпавших за период развития и созревания зерна. В 2018 г. выпало 6,0 мм, в 2019-м выпало 13,3 мм, в 2021-м – 45,4 мм, что ниже нормы на 89, 75 и 16 % соответственно. ГТК за период развития и созревания зерна в 2018 и 2019 гг. характеризовался как очень сухой (0,1 и 0,2 соответственно), в 2021 г. как засушливый (0,65).

Таблица 1. Метеоусловия за 2018–2019, 2021 гг. и среднемноголетние значения в период развития и созревания зерна озимой пшеницы
Table 1. Weather conditions in 2018–2019, 2021 and average long-term values during the periods of development and maturation of winter wheat grain

Показатели	Среднемноголетнее значение	2018	2019	2021
Сумма активных температур > 10 °C	619,0	683,8	665,2	700,0
Количество осадков	54,1	6,0	13,3	45,4
ГТК по Селянинову	0,87	0,1	0,2	0,65

За годы исследования самые засушливые условия в период развития и созревания зерна сложились в 2018 г., более благоприятным был 2021 год.

Результаты и их обсуждение. За годы исследования содержание белка и крахмала варьировало в зависимости от метеоусловий и стадий развития и созревания зерна озимой пшеницы (табл. 2)

Таблица 2. Содержание белка и крахмала в зерне озимой мягкой пшеницы по стадиям роста и созревания за 2018, 2019 и 2021 годы
Table 2. Protein and starch content in winter common wheat grain according to the stages of growth and maturation in 2018, 2019 and 2021

Стадии созревания зерновки	Поволжская нива							
	2018		2019		2021		Среднее	
	белок, %	крахмал, %	белок, %	крахмал, %	белок, %	крахмал, %	белок, %	крахмал, %
Средняя молочная спелость	12,58	54,1	12,94	58,8	14,19	60,8	13,21	57,9
Поздняя молочная спелость	11,4	53,3	12,46	57,8	13,38	62,3	12,52	57,8
Ранняя восковая спелость	12,35	62,2	12,74	63,1	14,95	61,8	13,25	62,4
Мягкая восковая спелость	12,49	63,5	13,94	63,8	14,33	61,0	13,59	62,8
Твердая восковая спелость	12,13	62,7	13,82	62,2	14,77	60,6	13,57	61,8
Ранняя полная спелость	13,35	63,4	15,24	60,6	15,46	59,6	14,68	61,2
НСР ₀₅	0,13	3,2	0,24	1,7	0,27	0,54	0,2	1,8

Низкое содержание белка отмечалось в очень засушливом 2018 году. В зависимости от стадии развития зерна пшеницы содержание белка колебалось в пределах от 11,44 до 13,35 %. По сравнению с предыдущими стадиями развития зерна озимой пшеницы снижение количества белка отмечалось в стадии поздней молочной спелости (на 9,0 %) и в стадии твердой восковой спелости (на 3,0 %). Высокое количество белка отмечалось в стадии ранней полной спелости.

В 2019 г. показатель содержания белка был выше, чем в 2018 г. В зависимости от стадии развития зерна он колебался в пределах от 12,46 до 15,24 %. Снижение количества белка наблюдалось в стадии поздней молочной спелости, ранней восковой спелости и твердой восковой спелости на 1,5, 2,0 и 1,0 % соответственно по сравнению с предыдущими стадиями развития зерна пшеницы. Наибольшее количество белка наблюдалось в раннюю полную спелость.

В 2021 г. наблюдался самый высокий показатель содержания белка в зерне пшеницы в разные стадии развития, он варьировал от 13,38 до 15,46 %. Снижение количества

белка отмечалось в стадии поздней молочной спелости и мягкой восковой спелости на 6,0 и 4,0 % соответственно.

В среднем за годы исследования содержание белка варьировало от 12,52 до 14,68 % в зависимости от стадии развития и созревания зерна. Самое низкое содержание белка отмечалось в стадии поздней молочной спелости, максимум отмечался в стадии ранней восковой спелости.

Содержание крахмала варьировало по годам и стадиям развития и созревания зерна озимой пшеницы.

В 2018 г. в сложившихся метеоусловиях в период роста и созревания зерна озимой мягкой пшеницы наблюдалось сильное колебание количества крахмала. Начиная со стадии средней молочной спелости наблюдалось его снижение и к стадии поздней молочной спелости отмечалось минимальное содержание – 53,3 %. На стадии ранней восковой спелости наблюдалось повышение количества крахмала и максимальное содержание отмечалось в стадии мягкой восковой спелости – 63,5 %. К стадии твердой восковой спелости наблюдалось незначительное снижение показателя до 62,7 %,

затем наблюдался рост, и в стадию ранней полной спелости он составлял 63,4 %.

В 2019 г. при сложившихся погодных условиях отмечалось одно повышение количества крахмала в зерне, которое начиналось со стадии поздней молочной спелости и достигало максимума в мягкую восковую спелость (63,8 %). Затем наблюдалось снижение количества крахмала в зерне до стадии ранней полной спелости (60,6 %).

В 2019 г. содержание крахмала было выше по сравнению с 2018 г., что связано с выпадением осадков и снижением температуры воздуха в 3-й декаде июня ближе к концу налива зерна, а в 2018 г. основное снижение температуры и выпадение осадков отмечались в 1-й декаде июне в самом начале налива зерна.

В 2021 г. повышение количества крахмала в зерне начиналось со стадии средней молочной спелости и достигало максимума в позднюю молочную спелость (составляло 62,3 %). Со стадии ранней восковой спелости наблюдалось снижение количества крахмала в зерне до стадии ранней полной спелости, где оно достигало минимального показателя (59,6%).

В среднем за 3 года исследований низкое содержание крахмала в зерне озимой пшеницы наблюдалось в стадии поздней молочной спелости (57,8 %), затем начиналось повышение показателя, и в стадии мягкой восковой спелости отмечался максимум (62,8 %). При дальнейшем созревании зерна наблюдалось сниже-

ние уровня крахмала в зерне до стадии ранней полной спелости.

В стадию средней молочной спелости минимальное содержание крахмала отмечалось в 2018 г. (54,1 %), максимальный показатель – в 2021 г. (60,8 %). В стадии поздней молочной спелости минимальное содержание крахмала было в 2018 г. (53,3 %), максимальное значение – в 2021 г. (62,3 %). В стадии ранней восковой спелости минимальное значение содержания крахмала было зафиксировано в 2021 г. (61,8 %), максимальное – в 2019 г. (63,1 %). В стадии мягкой восковой спелости минимальное количество крахмала отмечалось в 2021 г. (61,0 %), максимум – в 2019 г. (63,8). В стадии твердой восковой спелости минимальный показатель содержания крахмала был в 2021 г. (60,6 %), максимальный – в 2018 г. (62,7 %). В стадию ранней полной спелости минимальное количество крахмала отмечалось в 2021 г. (59,6 %), максимальное – в 2018 г. (63,4 %).

Таким образом, основное влияние на содержание крахмала оказывают метеоусловия года вегетации.

Метеоусловия оказывают влияние на показатели содержания белка и крахмала в зерне озимой пшеницы. Большее влияние оказывают метеоусловия на накопление крахмала в зерне, чем на показатель количества белка.

Проводился анализ корреляционной зависимости содержания белка и содержания крахмала ($p = 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3. Корреляционная зависимость между содержанием белка и содержанием крахмала по стадиям роста и созревания зерна озимой пшеницы
Table 3. Correlation between protein and starch content according to the stages of growth and maturation of winter wheat grain

Стадии созревания зерна пшеницы	Средняя молочная спелость	Поздняя молочная спелость	Ранняя восковая спелость	Мягкая восковая спелость	Твердая восковая спелость	Ранняя полная спелость
Белок/крахмал	0,859	0,981	-0,711	-0,588	-0,899	-0,987
Sr	0,512	0,195	0,702	0,808	0,438	0,161

В стадиях средней молочной спелости и поздней молочной спелости отмечалась сильная положительная корреляционная зависимость, которая составляла 0,859 и 0,981 соответственно. Начиная со стадии ранней восковой спелости наблюдалась отрицательная корреляционная зависимость между исследуемыми показателями, которая колебалась от средней статистической зависимости в стадии мягкой восковой спелости (-0,588) до сильной статистической зависимости в стадии ранней полной спелости (-0,987).

Выводы. По результатам исследований отмечалось влияние метеоусловий года на накопление белка и крахмала в зерне озимой мягкой пшеницы в разные стадии роста и созревания. Низкое содержание белка отмечалось в сухом 2018 г. (11–13 %), высокий показатель был в засушливом 2021 г. (13–15 %). Низкое содержание белка в зерне озимой

пшеницы отмечалось в стадии поздней восковой спелости, высокий показатель – в стадии ранней полной спелости. Содержание крахмала варьировало по стадиям роста и созревания зерна в зависимости от метеоусловий. Отмечалась положительная корреляционная зависимость между содержанием белка и содержанием крахмала в зерне озимой пшеницы в стадиях средней молочной спелости и поздней молочной спелости. При дальнейшем созревании зерна озимой пшеницы наблюдалась отрицательная корреляционная зависимость, которая колебалась от средней статистической до сильной статистической.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (тема № FMRW-2022-0017).

Библиографический список

1. Кондратенко Е. П., Константинова О. Б., Соболева О. М., Ижмулкина Е. А. Накопление углеводов и жира в зерне озимых культур в зависимости от сортовых особенностей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 8. С. 27–34.
2. Пахотина И. В., Игнатьева Е. Ю., Россеева Л. П., Белан И. А., Омелянюк Л. В. Особенности формирования содержания белка в зерне пшеницы мягкой яровой в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5. С. 37–45. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45
3. Пашкова Г. И., Бурова Н. О. Влияние погодно-климатических условий на качество зерна яровой пшеницы, используемой в технологии вакуумной сушки // Вестник Марийского государственного университета. 2019. Т. 5, № 4(20). С. 407–413. DOI: 10.309114/2411-9687-2019-5-4-407-413
4. Рубец В. С., Ворончихина И. Н., Пыльнев В. В., Ворончихин В. В., Маренкова А. Г. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (*Triticum L.*) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 89–108. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-89-108
5. Шарапов И. И., Шарапова Ю. А., Абдраев М. Р. Влияние метеословий на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53, № 9. С. 40–48. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-9-5
6. Elbasyoni I. S., Morsy S. M., Ramamurthy R. K., Nassar A. M. Identification of Genomic Regions Contributing to Protein Accumulation in Wheat under Well-Watered and Water Deficit Growth Conditions // Plants. 2018. №7(3). P. 1–15. DOI: 10.3390/plants7030056
7. Horváth C. Storage proteins in wheat (*Triticum aestivum L.*) and the ecological impacts affecting their quality and quantity, with a focus on nitrogen supply // Columella Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 2014. № 2(2). P. 55–76. DOI: 10.18380/SZIE.COLUM.2014.1.2.57
8. Jolankai M., Kassai M. K., Tarnava A., Poza B., Birkash M. Influence of precipitation and temperature on grain and protein yields in wheat varieties (*Triticum aestivum L.*) // Idojaras. 2018. Vol. 122(1), P. 31–40. DOI: 10.28974/IDOJARAS.2018.1.3
9. Kartseva T., Alqudah A., Aleksandrov V., Alomari D., Doneva D., Arif M., Börner A., Misheva S. Nutritional Genomic Approach for Improving Grain Protein Content in Wheat // Foods. 2023. № 12. P. 1–22. DOI: 10.3390/foods12071399
10. Kulyk M. I., Rozhkov A. O., Kalinichenko O. V., Taranenko A. O., Onoprienko O. V. Effect of winter wheat variety, hydrothermal coefficient (HTC) and thousand kernel weight (TKW) on protein content, grain and protein yield // Agronomy Research. 2020. Vol. 18(3), P. 2103–2116. DOI: 10.15159/ar.20.187
11. Li R., Hou L., Zhang A., Lu Y., Song W., Tadesse W., Xiaoming W., Liu M., Zheng W., Xu S. Heat stress in filling stage confers distinct effect on starch granules formation in different thermotolerant wheat accessions // Pakistan journal of botany. 2018. Vol. 50(3), P. 913–920. DOI: hdl.handle.net/20.500.11766/67306
12. Peng Y., Zhao Y., Yu Z., Zeng J., Xu D., Dong J., Ma W. Wheat Quality Formation and Its Regulatory Mechanism // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, P. 1–17. DOI: 10.3389/fpls.2022.834654
13. Szafranska A., Podolska G., Swider O., Kotyrba D., Aleksandrowicz E., Podolska-Charlery A., Roszko M. Factors Influencing the Accumulation of Free Asparagine in Wheat Grain and the Acrylamide Formation in Bread // Agriculture. 2024. Vol. 14(2), P. 1–19. DOI: 10.3390/agriculture14020207
14. Yu X., Li B., Wang L., Chen X., Wang W., Wang Z., Xiong F. Systematic Analysis of Pericarp Starch Accumulation and Degradation during Wheat Caryopsis Development // PLoS One. 2015. Vol. 10(9), P. 1–16. DOI: 10.1371/journal.pone.0138228
15. Yu Z., Islam S., She M., Diepeveen D., Zhang Y., Tang G., Zhang J., Juhasz A., Yang R., Ma W. Wheat grain protein accumulation and polymerization mechanisms driven by nitrogen fertilization // The Plant Journal. 2018. Vol. 96(6), P. 1160–1177. DOI: 10.1111/tpj.14096

References

1. Kondratenko E. P., Konstantinova O. B., Soboлева O. M., Izhmulkina E. A. Nakoplenie uglevodov i zhira v zerne ozimyykh kul'tur v zavisimosti ot sortovykh osobennostei [Accumulation of carbohydrates and oil in winter crop grain depending on varietal features] Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 8. S. 27–34.
2. Pakhotina I. V., Ignat'eva E. Yu., Rosseeva L. P., Belan I. A., Omel'yanyuk L. V. Osobennosti formirovaniya soderzhaniya belka v zerne pshenitsy myagkoi yarovoi v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Features of protein content formation in spring common wheat grain in Western Siberia] // Vestnik KrasGAU. 2021. № 5. S. 37–45. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45
3. Pashkova G. I., Burova N. O. Vliyanie pogodno-klimaticheskikh uslovii na kachestvo zerna yarovoi pshenitsy, ispol'zuemoi v tekhnologii vakuumnoi sushki [The effect of weather and climate conditions on spring wheat grain quality used in vacuum drying technology] // Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. 2019. T. 5, № 4(20). S. 407–413. DOI: 10.309114/2411-9687-2019-5-4-407-413
4. Rubets V. S., Voronchikhina I. N., Pyl'nev V. V., Voronchikhin V. V., Marenkova A. G. Vliyanie meteorologicheskikh uslovii na kachestvo zerna yarovoi pshenitsy (*Triticum L.*) [The effect of weather conditions on spring wheat grain quality (*Triticum L.*)] // Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2021. № 5. S. 89–108. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-89-108
5. Sharapov I. I., Sharapova Yu. A., Abdryaev M. R. Vliyanie meteouсловий na urozhainost' i soderzhanie belka v zerne ozimoi pshenitsy [The effect of weather conditions on productivity and protein content in winter wheat grain] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2023. T. 53, № 9. S. 40–48. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-9-5
6. Elbasyoni I. S., Morsy S. M., Ramamurthy R. K., Nassar A. M. Identification of Genomic Regions Contributing to Protein Accumulation in Wheat under Well-Watered and Water Deficit Growth Conditions // Plants. 2018. №7(3). P. 1–15. DOI: 10.3390/plants7030056

7. Horváth S. Storage proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.) and the ecological impacts affecting their quality and quantity, with a focus on nitrogen supply// *Columella Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 2014. № 2(2). P. 55–76. DOI: 10.18380/SZIE.COLUM.2014.1.2.57
8. Jolankai M., Kassai M. K., Tarnava A., Poza B., Birkash M. Influence of precipitation and temperature on grain and protein yields in wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) // *Idojaras*. 2018. Vol. 122(1), P. 31–40. DOI: 10.28974/IDOJARAS.2018.1.3
9. Kartseva T., Alqudah A., Aleksandrov V., Alomari D., Doneva D., Arif M., Börner A., Misheva S. Nutritional Genomic Approach for Improving Grain Protein Content in Wheat// *Foods*. 2023. № 12. P. 1–22. DOI: 10.3390/foods12071399
10. Kulyk M. I., Rozhkov A. O., Kalinichenko O. V., Taranenko A. O., Onopriienko O. V. Effect of winter wheat variety, hydrothermal coefficient (HTC) and thousand kernel weight (TKW) on protein content, grain and protein yield // *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18(3), P. 2103–2116. DOI: 10.15159/ar.20.187
11. Li R., Hou L., Zhang A., Lu Y., Song W., Tadesse W., Xiaoming W., Liu M., Zheng W., Xu S. Heat stress in filling stage confers distinct effect on starch granules formation in different thermotolerant wheat accessions // *Rakistan journal of botany*. 2018. Vol. 50(3), P. 913–920. DOI: hdl.handle.net/20.500.11766/67306
12. Peng Y., Zhao Y., Yu Z., Zeng J., Xu D., Dong J., Ma W. Wheat Quality Formation and Its Regulatory Mechanism// *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13, P. 1–17. DOI: 10.3389/fpls.2022.834654
13. Szafranska A., Podolska G., Swider O., Kotyrba D., Aleksandrowicz E., Podolska-Charlery A., Roszko M. Factors Influencing the Accumulation of Free Asparagine in Wheat Grain and the Acrylamide Formation in Bread // *Agriculture*. 2024. Vol. 14(2), P. 1–19. DOI: 10.3390/agriculture14020207
14. Yu X., Li B., Wang L., Chen X., Wang W., Wang Z., Xiong F. Systematic Analysis of Pericarp Starch Accumulation and Degradation during Wheat Caryopsis Development // *PLoS One*. 2015. Vol. 10(9), P. 1–16. DOI:10.1371/journal.pone.0138228
15. Yu Z., Islam S., She M., Diepeveen D., Zhang Y., Tang G., Zhang J., Juhasz A., Yang R., Ma W. Wheat grain protein accumulation and polymerization mechanisms driven by nitrogen fertilization // *The Plant Journal*. 2018. Vol. 96(6), P. 1160–1177. DOI: 10.1111/tpj.14096

Поступила: 18.03.25; доработана после рецензирования: 21.04.25; принята к публикации: 21.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шарапов И. И. – выполнение полевых опытов, сбор данных, подготовка рукописи; Шарапова Ю. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Абдюев М. Р. – сбор данных и их обработка.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПЕРЕМЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ НА УРОЖАЙНОСТЬ

В. Ю. Донцова¹, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, valja-doncova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1083-9881;

А. С. Казакова², доктор биологических наук, профессор, кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, kasakova@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0002-0957-3994;

И. В. Юдаев³, доктор технических наук, профессор, кафедры электроснабжения, etsh1965@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3435-4873;

С. В. Брагинетс¹, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник отдела переработки продукции растениеводства, sbraginet@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7137-5692

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Азово-Черноморский инженерный институт –

филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде, 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, д. 21;

³ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

350044, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13.; e-mail: mail@kubsau.ru

Применение физических методов для предпосевной обработки семян зерновых культур способствует повышению их урожайности и является экономически оправданным и экологически щадящим подходом. Один из таких способов – предпосевная обработка семян электрическим полем переменного напряжения промышленной частоты (ЭППН). Нами была предложена оптимальная схема обработки семян ячменя ЭППН, в результате которой повышается их лабораторная всхожесть и формируются более мощные проростки, однако влияние данного способа на урожайность изучено не было. Цель исследования заключалась в определении воздействия предпосевной обработки семян ярового ячменя сорта Вакула ЭППН в условиях полевого опыта на вегетацию, урожайность и элементы ее структуры. Полевые исследования были проведены в 2018–2020 гг. на опытном поле АЧИИ. Объектом исследований служили семена ярового ячменя сорта Вакула, репродуцированные в 2017–2019 годах. Семена обрабатывали ЭППН с напряженностью 0,5 кВ/см на экспериментальной установке в течение 20, 40 и 60 с и затем их высевали на пятый день после отлеживания. Учетная площадь деланки составила 100 м², повторность трехкратная, размещение деланок систематическое. Уборку урожая проводили прямым комбайнированием, собранный урожай сразу взвешивали в поле и приводили к 100 %-й чистоте и 14 %-й влажности. Установлено, что все испытанные варианты продолжительности предпосевной обработки семян за все годы испытаний привели к увеличению урожайности на 6,9–13 %. Максимальная прибавка урожайности отмечена в варианте 40 с в условиях острозасушливого года. Наибольший прирост урожайности (11,2 %) был зафиксирован при обработке в течение 40 с в среднем за три года. Урожайность зерна повысилась за счет увеличения количество растений на 1 м², массы 1000 зерен и продуктивной кустистости. Масса 1000 семян повысилась в 2018 г. на 0,7–4,2 %, в 2019 г. – на 0,35–1,53 % и в 2020 году – на 3,2–3,9 %.

Ключевые слова: электрическое поле переменного напряжения, предпосевная обработка, семена, ячмень, урожайность.

Для цитирования: Донцова В. Ю., Казакова А. С., Юдаев И. В., Брагинетс С. В. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя переменным электрическим полем на урожайность // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 65–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-65-70.



THE EFFECT OF PRE-SOWING TREATMENT OF SPRING BARLEY SEEDS WITH AN ALTERNATING ELECTRIC FIELD ON PRODUCTIVITY

V. Yu. Dontsova¹, junior researcher of the laboratory for cell breeding, valja-doncova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1083-9881;

A. S. Kazakova², Doctor of Biological Sciences, professor of the department of agronomy and breeding of agricultural crops, kasakova@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0002-0957-3994;

I. V. Yudaev³, Doctor of Technical Sciences, professor of the department of energy supply, etsh1965@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3435-4873;

S. V. Braginets¹, Doctor of Technical Sciences, leading researcher of the department of processing of plant breeding products, sbraginet@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7137-5692

¹FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Azov-Blacksea Engineering Institute, branch of the FSBEI HE “Donskoy State Agricultural University”, 347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21;

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

“Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, 350044, Krasnodar, Kalinin Str., 13; e-mail: mail@kubsau.ru

The use of physical methods for pre-sowing treatment of grain crop seeds helps to improve productivity and is an economically justified and environmentally friendly approach. One of these methods is pre-sowing treatment

of seeds with an electric field of alternating voltage of industrial frequency (EFAV). There has been proposed an optimal scheme for treating barley seeds with EFAV, which increases their laboratory germination and forms more powerful sprouts, but the effect of this method on productivity has not been studied. The purpose of the current study was to establish the effect of pre-sowing seed treatment of the spring barley variety 'Vakula' with the EFAV in the field trial on vegetation, productivity, and yield structure elements. The study was conducted on the experimental plot of the ABEI in 2018–2020. The objects of the study were the seeds of the spring barley variety 'Vakula', reproduced in 2017–2019. The seeds were treated with an EFAV with a strength of 0.5 kV/cm on an experimental device for 20, 40 and 60 seconds, and then they were sown on the fifth day after treatment. The plot area was 100 m², with a three-fold repetition and systematic placement of plots. The harvesting was carried out by direct combining, the harvested crop was immediately weighed in the field and brought to 100% purity and 14 % humidity. It was found that all tested variants of the time of pre-sowing seed treatment during all years of testing resulted in productivity improvement by 6.9–13 %. The maximum yield increase was identified in the 40-second variant in the extremely arid year. The greatest yield increase (11.2 %) was recorded with treatment for 40 seconds on average over three years. Grain productivity has improved due to an increase in the number of plants per 1 m², 1000-grain weight and productive tillering. 1000-grain weight increased by 0.7–4.2% in 2018, by 0.35–1.53 % in 2019 and by 3.2–3.9 % in 2020.

Keywords: *alternating voltage electric field, pre-sowing treatment, seeds, barley, productivity.*

Введение. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в условиях меняющегося климата – основная задача, стоящая перед агропромышленным комплексом. Одним из способов увеличения урожайности является предпосевная обработка семян, в том числе и с помощью физических факторов, которые экологически безопасны для окружающей среды, а также приводят к обеззараживанию семенного материала (Бахчевников, 2022).

Прием, который основан на воздействии электрического поля переменного напряжения промышленной частоты, открывает новые горизонты в области повышения качества семенного материала зерновых культур и защиты от различных заболеваний за счет его доступности и относительной безопасности.

Электростимуляция обеззараживает семена, ускоряет их прорастание, стимулирует рост растений и, как следствие, приводит к увеличению урожайности (Колесников и др., 2024; Пахомов 2023; Liang, Zhang 2019). Усиление процессов жизнедеятельности связано с ускорением биохимических процессов в прорастающем семени, в частности, с повышением активности α-амилазы (Liang, Zhang 2019).

Нами было изучено в лабораторных условиях действие предпосевной обработки ЭППН различной продолжительности на прорастание семян и рост проростков ярового ячменя и установлен оптимальный режим, включающий обработку семян в течение 40 с ЭППН напряженностью 0,5 кВ/см, а затем их отлежку в течение четырех суток перед проращиванием (Казакова и др., 2021). Однако влияние данного способа и установленного оптимального режима обработки семян ярового ячменя ЭППН на урожайность зерна не было изучено.

В связи с этим цель данного исследования – определить воздействие предпосевной обработки семян ярового ячменя сорта Вакула с помощью электрического поля переменного напряжения промышленной частоты (ЭППН) в условиях полевого опыта на вегетацию, урожайность и элементы ее структуры. Установить наиболее оптимальный режим обработки.

Материалы и методы исследований. Полевые и лабораторные опыты проводили в лаборатории и на полях Агротехнологического центра Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» в 2018–2020 годах. Весенне-летний период 2018 г. по гидротермическим параметрам характеризовался как острозасушливый, 2019 г. – как умеренно-засушливый, а в 2020 г. погодные условия были оптимальными для роста и развития ярового ячменя.

В качестве материала исследования выступали семена ярового ячменя сорта Вакула, репродуцированные в 2017–2019 гг. на участках размножения семян. Обработку семян проводили на экспериментальной лабораторной установке. Семена помещали в установку слоем 1 см и обрабатывали их переменным электрическим полем промышленной частоты напряженностью 0,5 кВ/см в течение 20, 40 или 60 с. Необработанные семена являлись контролем в опыте. Высота слоя семян при обработке составила 1 см.

Посев опытных делянок – 100 м² в трехкратной повторности с систематическим размещением – производили на 5-й день после отлежки семян в оптимальные сроки. Норма высева составила 4,0 млн всхожих семян на гектар, глубина сева 6 см, ширина междурядий 15 см. Срок сева оптимальный для данной почвенно-климатической зоны – 2-я декада апреля, предшественник подсолнечник. Посев производили сеялкой СН-16, а уборку урожая – прямым комбайнированием в фазу полной спелости зерна малогабаритным комбайном «Terrior-2010». Анализ структуры урожая проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Статистическую обработку результатов выполняли с помощью пакета программ Excel, корреляционный анализ – по Б. А. Доспехову (2014).

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 даны результаты проведенных нами исследований, а именно определения урожайности ярового ячменя сорта Вакула в контрольном варианте и после предпосевной обработки семян ЭППН.

Таблица 1. Фактическая урожайность зерна ярового ячменя сорта Вакула в опытах с предпосевной обработкой семян ЭППН (2018–2020 гг.)
Table 1. Actual grain productivity of the spring barley variety 'Vakula' in the trials with pre-sowing seed treatment with EFAV (2018–2020)

Варианты опыта, продолжительность обработки семян	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
		± т/га	± %
2018 год			
Контроль	2,21	–	–
20 с	2,60	0,20	7,8
40 с	2,87	0,33	13
60 с	2,84	0,30	11,8
НСР ₀₅	–	0,19	–
2019 год			
Контроль	3,22	–	–
20 с	3,51	0,29	9
40 с	3,55	0,33	10,2
60 с	3,56	0,34	10,6
НСР ₀₅	–	0,11	–
2020 год			
Контроль	3,33	–	–
20 с	3,60	0,27	8,1
40 с	3,68	0,35	10,5
60 с	3,47	0,23	6,9
НСР ₀₅	–	0,09	–

Все варианты посевов семенами с различной продолжительностью их предпосевной обработки ЭППН за все годы исследований обладали более высокой урожайностью по сравнению с контролем. Различия между вариантами опытов и контролем по урожайности во все годы исследований были достоверны. В 2020 г., более благоприятном по погодным условиям, сформирована большая урожайность – она варьировала по вариантам опыта от 3,33 до 3,68 т/га, а самая низкая урожайность была отмечена в острозасушливом 2018 г. – 2,21–2,87 т/га. Между вариантами обработки семян, особенно между вариантами «40 с» и «60 с»,

значения урожайности имели близкие значения, особенно в 2019 г., однако наибольшие показатели урожайности зерна были получены в варианте предпосевной обработки семян в течение 40 с: в 2018 г. урожайность составила 2,87 т/га, в 2019 г. – 3,55 т/га, в 2020 г. – 3,68 т/га. Превышение урожайности по сравнению с контролем было максимальным в острозасушливом 2018 г. – 13 % выше контроля, а в оптимальном 2020 г. – 10,5 %.

Средняя за три года урожайность зерна изученного сорта ярового ячменя увеличилась во всех вариантах продолжительности обработки относительно контроля (рис. 1).

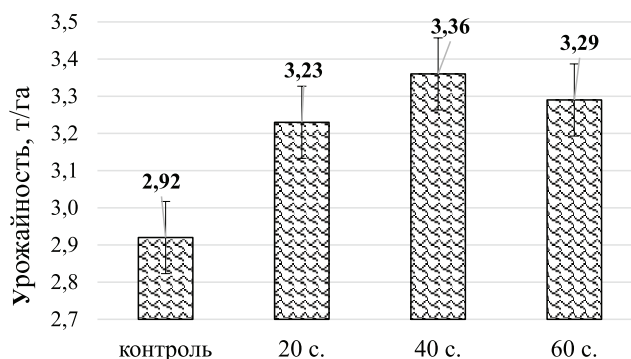


Рис. 1. Влияние продолжительности предпосевной обработки семян ярового ячменя сорта Вакула электрическим полем переменного напряжения промышленной частоты на урожайность зерна (среднее за 2018–2020 гг.)

Fig. 1. The effect of the time of pre-sowing seed treatment of the spring barley variety 'Vakula' with an electric field of alternating voltage of industrial frequency on grain productivity (mean in 2018–2020)

Варианты обработки семян «40 с» и «60 с» имеют близкие значения по средним показателям урожайности. Наибольший при-

рост урожайности (11,2 %) был зафиксирован при обработке в течение 40 с. Данный способ обработки семян является наиболее эффектив-

ным для повышения лабораторной всхожести семян (Казакова и др., 2021). Таким образом, предпосевная обработка семян ЭППН в течение 40 с способствует наибольшему увеличению урожайности, особенно в засушливые годы, поэтому мы рекомендуем использовать в производственных условиях этот вариант предпосевной обработки семян ячменя.

Структурный анализ урожайности показал, что все варианты обработки семян ЭППН привели к увеличению значений количества растений на 1 м², продуктивной кустистости, длины колоса, количества зерен и массы 1000 зерен.

Изученные варианты продолжительности предпосевной обработки семян ЭППН привели к увеличению значений всех компонентов структуры урожайности (табл. 2).

Таблица 2. Элементы структуры урожайности ярового ячменя сорта Вакула в зависимости от продолжительности предпосевной обработки семян в электрическом поле (2018–2020 гг.)

Table 2. Yield structure elements of the spring barley variety 'Vakula' depending on the time of pre-sowing seed treatment in an electric field (2018–2020)

Варианты опыта	Количество растений шт./м ²	Продуктивная кустистость, шт.	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
2018 год					
Контроль	379	0,92	4,0	26	27,32
20 с	389	0,96	4,2	27	27,53
40 с	405	0,99	4,5	27	28,81
60 с	403	0,98	4,3	27	28,79
НСП ₀₅	2,0	0,13	0,7	1,1	1,01
2019 год					
Контроль	389	0,95	5,1	30	31,40
20 с	393	0,99	5,1	31	31,30
40 с	403	1,0	5,8	31	31,50
60 с	399	0,98	5,3	31	31,46
НСП ₀₅	2,1	0,16	0,19	1,0	0,63
2020 год					
Контроль	390	0,96	5,1	31	31,03
20 с	394	0,99	5,0	31	32,20
40 с	395	0,98	5,3	31	32,26
60 с	393	0,97	5,3	30	32,05
НСП ₀₅	2,3	0,3	0,2	2,0	1,4
Среднее за 2018–2020 годы					
Контроль	392	0,94	4,7	29	29,92
20 с	389	0,98	4,8	30	30,3
40 с	401	0,99	5,2	30	31
60 с	398	0,98	5	29	31,1
НСП ₀₅	2,0	0,2	0,3	1,7	1,5

Основным элементом, определяющим урожайность, является густота продуктивного стеблестоя на единицу площади посева. За все годы исследований обработка семян в течение 40 с привела к достоверному увеличению числа растений на 1 м² по сравнению с контролем и другими вариантами обработки. Продуктивная кустистость в варианте «40 с обработки» также была выше, чем в контроле и других вариантах обработки. Длина колоса в варианте «40 с обработки» достоверно превышала значения в контроле и по другим вариантам обработки. А вот количество зерен в колосе в 2018 и 2019 гг. увеличилось по всем вариантам обработки только на одну зерновку по сравнению с контролем, а в 2020 г. у всех вариантах опыта число зерен в колосе было одинаковое, кроме варианта «60 с». Масса 1000 семян повысилась в 2018 г. исследований на 0,7–4,2 %, в 2019 г. – на 0,35–1,53 %, а в 2020 г. – на 3,2–3,9 %.

Таким образом, прибавка урожайности была обеспечена в основном за счет следующих элементов структуры урожая: количество растений на 1 м², продуктивная кустистость, масса 1000 зерен.

Для сорта Вакула характерны более высокие показатели элементов структуры. Так как весенне-летние периоды проведенных исследований характеризовались засухой, это приводило к тому, что высокие температуры снижали качество и массу формирующегося зерна ячменя. Недостаток влаги и питательных веществ в период формирования колоса, колосков и цветков вызывал частичную стерильность и уменьшал количество зерен в колосе. В результате наблюдались снижение числа зерен в колосе, уменьшение их массы и укорочение длины колоса.

На рисунке 2 представлены средние за три года исследований значения урожайности

и элементов ее структуры в процентах от контроля. Только один вариант обработки семян ЭППН – в течение 40 с – дает максимальный

прирост урожайности и всех элементов ее структуры.

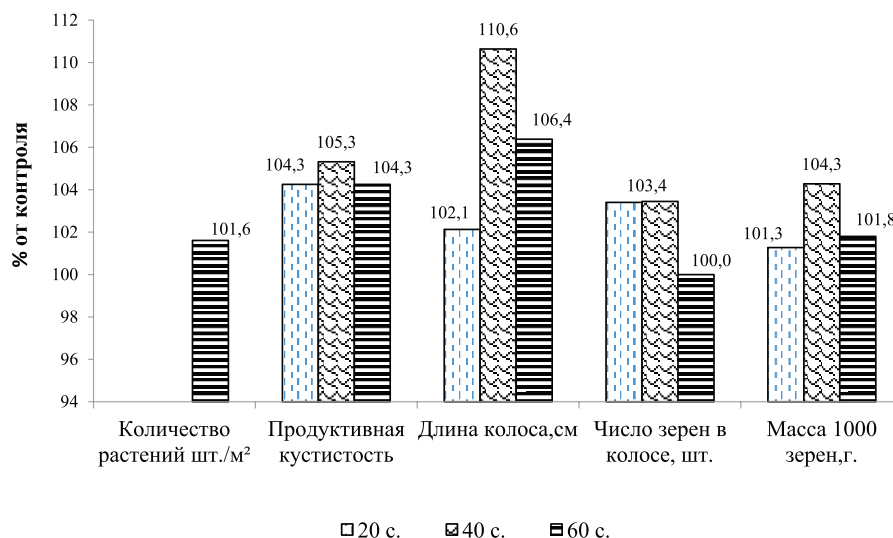


Рис. 2. Изменение элементов структуры урожайности (% от контроля) ярового ячменя сорта Вакула в зависимости от продолжительности предпосевной обработки семян ЭППН напряженностью 0,5 кВ/см (среднее за 2018–2020 гг.)

Fig. 2. Changes in the yield structure elements (% of control) of the spring barley variety 'Vakula' depending on the time of pre-sowing seed treatment with EFAV at a strength of 0.5 kV/cm (mean in 2018–2020)

Увеличение урожайности ярового ячменя в оптимальном варианте обработки семян «40 с», которое составило в среднем за три года 11,2 %, складывается из увеличения значений всех элементов структуры урожайности.

В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что средняя за три

года урожайность зерна после предпосевной обработки семян в течение 40 с имеет высокую положительную связь с числом растений к уборке, продуктивной кустистостью и массой 1000 зерен, а вот число зерен в колосе не оказывает влияния на урожайность (табл. 3).

Таблица 3. Корреляционная взаимосвязь между средней за 2018–2020 гг. урожайностью зерна ярового ячменя сорта Вакула и элементами ее структуры в варианте предпосевной обработки семян ЭППН в течение 40 с

Table 3. Correlation between the mean grain productivity of the spring barley variety 'Vakula' in 2018–2020 and the yield structure elements at the pre-sowing seed treatment with EFAV for 40 s

	Урожайность, т/га	Количество растений на 1 м²	Продуктивная кустистость, шт.	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Урожайность, т/га	1	0,93	0,90*	1,00	0,06	0,96*
Количество растений на 1 м²	–	1	0,67*	0,95*	-0,31	0,78*
Продуктивная кустистость, шт.	–	–	1	0,87*	0,50	0,99*
Длина колоса, см	–	–	–	1	0,52	0,94*
Число зерен в колосе, шт.	–	–	–	–	1	0,35
Масса 1000 зерен, г	–	–	–	–	–	1

Примечание. * – достоверно при $p < 0,01$.

Масса 1000 зерен имеет высокую корреляционную связь ($r = 0,99 \pm 0,03$) с продуктивной кустистостью. Это может свидетельствовать о том, что в результате предпосевной обработки формируются более мощные растения с большим числом продуктивных стеблей, а это способствует накоплению ассимилятов, достаточных для налива более полновесных зерновок.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что предпосевная обработка семян ярового ячменя сорта Вакула переменным электрическим полем положительно воздействует на основные элементы структуры. Это привело к стабильному и достоверному увеличению урожая зерна в сравнении с необработанными семенами. Формирование более высокой урожайности было достигнуто

при обработке семян в течение 40 с – в среднем за годы исследований на 11,2 % с последующей отлежкой в течение четырех суток. Увеличение урожайности было обусловлено повышением количества растений на 1 м², продуктивной кустистости и массы 1000 зерен. Масса 1000 семян увеличилась в 2018 г. на 0,7–4,2 %, в 2019 г. – на 0,35–1,53 % и в 2020 г. – на 3,2–3,9 %. На основании полученных результатов

мы рекомендуем использовать в производстве предпосевную обработку семян ярового ячменя ЭППН мощностью 0,5 кВ/см в течение 40 с с последующей их отлежкой четверо суток, а высевать на пятые сутки.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания № 0505-2025-0001.

Библиографический список

1. Бахчевников О. Н., Брагинец А. В., Нозимов К. Ш. Перспективные физические методы стимулирования прорастания семян (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 7. С. 56–66.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Казакова А. С., Донцова В. Ю., Юдаев И. В. Применение электротехнологий для предпосевной обработки семян ярового ячменя. Ч. 1. Установление оптимального режима воздействия электрического поля переменного напряжения промышленной частоты на семена // Вестник аграрной науки Дона. 2021. № 2(54). С. 36–42.
4. Колесников Л. Е., Казакова А. С., Юдаев И. В., Архипов М. В., Черникова Н. В., Колесникова Ю. Р., Радишевский Д. Ю., Пархоменко О. А. Разработка инновационного способа предпосевной обработки семян зерновых культур в электрическом поле переменного напряжения // Агрофизика. 2024. № 1. С. 16–26.
5. Пахомов А. И. О влиянии спектральной частоты электромагнитного поля на результат обеззараживания зерна // Техника и оборудование для села. 2023. № 9. С. 41–44. DOI: 10.33267/2072 9642-2023-9-41-44
6. Zhang L., Li C. Q., Jiang W., Wu M., Rao S. Q., Qian J. Y. Pulsed Electric Field as a Means to Elevate Activity and Expression of α -Amylase in Barley (*Hordeum vulgare* L.) malting // Food Bioprocess Technol. 2019. Vol. 12, P. 1010–1020. DOI: 10.1007/s11947-019-02274-2

References

1. Bakhchevnikov O. N., Braginets A. V., Nozimov K. Sh. Perspektivnye fizicheskie metody stimulirovaniya prorstaniya semyan (obzor) [Promising physical methods for stimulating seed germination (review)] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. T. 36, № 7. S. 56–66.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. Izd. 5-e., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Kazakova A. S., Dontsova V. Yu., Yudaev I. V. Primenenie elektrotekhnologii dlya predposevnoi obrabotki semyan yarovogo yachmenya [Application of electrical technologies for pre-sowing treatment of spring barley seeds]. Ch. 1. Ustanovlenie optimal'nogo rezhima vozdeistviya elektricheskogo polya peremennogo napryazheniya promyshlennoi chastoty na semena // Vestnik agrarnoi nauki Dona. 2021. № 2(54). S. 36–42.
4. Kolesnikov L. E., Kazakova A. S., Yudaev I. V., Arkhipov M. V., Chernikova N. V., Kolesnikova Yu. R., Radishevskii D. Yu., Parkhomenko O. A. Razrabotka innovatsionnogo sposoba predposevnoi obrabotki semyan zernovykh kul'tur v elektricheskome pole peremennogo napryazheniya [Development of an innovative method for pre-sowing treatment of grain crop seeds in an alternating voltage electric field] // Agrofizika. 2024. № 1. S. 16–26.
5. Pakhomov A. I. O vliyaniy spektral'noi chastoty elektromagnitnogo polya na rezul'tat obezzarazhivaniya zerna [On the effect of the spectral frequency of the electromagnetic field on grain disinfection] // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2023. № 9. S. 41–44. DOI: 10.33267/2072 9642-2023-9-41-44
6. Zhang L., Li C. Q., Jiang W., Wu M., Rao S. Q., Qian J. Y. Pulsed Electric Field as a Means to Elevate Activity and Expression of α -Amylase in Barley (*Hordeum vulgare* L.) malting // Food Bioprocess Technol. 2019. Vol. 12, P. 1010–1020. DOI: 10.1007/s11947-019-02274-2

Поступила: 01.04.25; доработана после рецензирования: 09.06.25; принята к публикации: 09.06.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Донцова В. Ю. – проведение полевых опытов, сбор и анализ данных, подготовка рукописи; Казакова А. С. – научное руководство, постановка цели и задач, концептуализация исследования, подготовка рукописи; Юдаев И. В., Брагинец С. В. – анализ литературных источников, концептуализация исследования.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА И ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СЕМЯН

Ю. Г. Сковрцова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

Н. В. Калинина, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0002-2305-4189;

Г. А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семенования, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Влияние качества семенного материала на урожайность озимой мягкой пшеницы общеизвестно. В статье представлены результаты полевого опыта по изучению влияния норм высева и фракционного состава семян на продуктивность озимой мягкой пшеницы сорта Шеф, который проводили в южной зоне Ростовской области на черноземах обыкновенных в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2021–2024 гг.). Целью данной работы являлась оценка влияния норм высева и фракций семян на продуктивность озимой мягкой пшеницы в первичных звеньях семеноводства. Установлено, что при использовании оптимальной фракции семян 2,4×20 мм при максимальной норме высева 5,0 млн всхожих семян была получена наибольшая урожайность – 9,8 т/га. Выявлено, что при норме высева 3,0 млн всхожих семян и фракционным составом 2,4×20 мм сформировалась наибольшая масса 1000 семян (47,5 г); наименьшая (42,7) – при норме высева 5,0 млн всхожих семян и фракцией 2,6×20 мм. Выяснено, что при крупности фракции 2,4×20 мм и средней норме высева 3,0 млн всхожих семян получен максимальный выход кондиционных семян. Таким образом, для получения более качественного посевного материала озимой мягкой пшеницы в первичном семеноводстве необходимо использовать оптимальные нормы высева и фракции семян. Полученные экспериментальные данные позволяют рекомендовать применять семена для посева с фракционным составом 2,4×20 мм и нормой высева от 2,5 до 3,5 млн всхожих семян.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, семеноводство, норма высева, фракция, урожайность, масса 1000 семян.

Для цитирования: Сковрцова Ю. Г., Калинина Н. В., Филенко Г. А. Продуктивность озимой мягкой пшеницы в зависимости от нормы высева и фракционного состава семян // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 71–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-71-76.



WINTER COMMON WHEAT PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE SEEDING RATE AND THE FRACTIONAL COMPOSITION OF SEEDS

Yu. G. Skvortsova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

N. V. Kalinina, junior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0002-2305-4189;

G. A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003

FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Russia, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

The effect of seed quality on winter common wheat productivity is well known. The current paper has presented the results of a field trial to study the effect of seeding rates and the fractional composition of seeds on the productivity of the winter common wheat variety ‘Shef’, which was carried out in the south of the Rostov region on ordinary blackearth in the FSBSI “ARC “Donskoy” (2021–2024). The purpose of the current work was to estimate the effect of seeding rates and seed fractions on winter common wheat productivity in the primary links of seed production. It was found that with the optimal seed fraction of 2.4×20 mm and the maximum seeding rate of 5.0 million germ. seeds, there was obtained the largest productivity (9.8 t/ha). It was found that with the seeding rate of 3.0 million germ. seeds and the fractional composition of 2.4×20 mm, there was formed the largest 1000-seed weight (47.5 g), and the smallest one (42.7) was formed with the seeding rate of 5.0 million germ. seeds and the fraction of 2.6×20 mm. It was found that with the fraction of 2.4 × 20 mm and the mean seeding rate (3.0 million germ. seeds), there was obtained the maximum yield of quality seeds. Thus, to obtain higher-quality seed material for winter common wheat in primary seed production, it is necessary to use optimal seeding rates and seed fractions. The experimental data allow recommending seeds for sowing with the fractional composition of 2.4×20 mm and the seeding rate of 2.5 to 3.5 million germ. seeds.

Keywords: winter common wheat, variety, seed production, seeding rate, fraction, productivity, 1000-seed weight.

Введение. Для агропромышленного комплекса Ростовской области актуальной задачей является получение стабильно высоких урожаев зерна озимой пшеницы. В настоящее

время при выращивании современных интенсивных сортов озимой мягкой пшеницы, обладающих высоким потенциалом продуктивности, необходимо уделять внимание вопросу усовершенствования сортовых агротехнологий, которые применяются в первичном семеноводстве при выращивании зерновых колосовых культур (Канцуров и др., 2024; Тедеева и Тедеева, 2023; Preiti et al., 2021).

Одним из важнейших резервов увеличения продуктивности озимой мягкой пшеницы является применение различных норм высева, которые способствуют более полному использованию потенциала новых и высокопродуктивных сортов (Цуканова и др., 2024; Шалыгина, 2024; Uzum et al., 2017; Senait et al., 2020).

Применяемые в семеноводстве нормы высева в первую очередь зависят от генотипа сорта, агрофона и должны корректироваться при изменении климатических и агротехнических условий.

Другим важнейшим агрономическим приемом роста урожайности озимой мягкой пшеницы, способствующим улучшению физических и биологических качеств семян, является использование оптимальных фракций семян для посева (Буштевич и др., 2019; Воробьева и др., 2014). В настоящее время проведенные исследования о связи продуктивности пшеницы и фракционного состава семян противоречивы и требуют уточнения, так как новые сорта пшеницы в силу морфо-биологических особенностей реагируют неодинаково на посев в зависимости от различного фракционного состава семян.

Таким образом, использование оптимальных норм высева и фракций семян в первичных звеньях семеноводства является важным фактором, который влияет на увеличение продуктивности и посевных качеств семян озимой мягкой пшеницы.

Цель исследований – оценка влияния норм высева и фракций семян на продуктивность озимой мягкой пшеницы в первичных звеньях семеноводства.

Материалы и методы исследований.

Полевые опыты проводили на полях семеноводческого севооборота лаборатории первичного семеноводства ФГБНУ «АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области в 2021–2024 гг. на черноземе обыкновенном карбонатном тяжелосуглинистом со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: pH – 7,1; гумус – 3,5%; P_2O_5 – 20–25; K_2O – 300–350 мг/кг. Исследования выполняли по общепринятой зональной агротехнологии. Объектом исследований являлся сорт озимой мягкой пшеницы Шеф.

Варианты опыта:

фракции семян: 2,0×20 мм, 2,2×20 мм, 2,4×20 мм, 2,6×20 мм;

нормы высева семян (млн всхожих семян на 1 га): 2,0 млн, 2,5 млн, 3,0 млн, 3,5 млн, 4,0 млн, 4,5 млн и 5,0 млн

Контрольный вариант:

фракция семян – 2,0×20 мм;

норма высева – 2,0 млн всхожих семян на 1 га.

Метеорологические условия в годы исследований были контрастными. В 2021/22 с.-х. году погодные условия были благоприятными и оказали положительное влияние на формирование урожайности зерна. Сумма осадков составила 609,2 мм (норма 582,4 мм), средняя температура воздуха 11,5 °С. Сложились благоприятные условия роста, развития и формирования высокой урожайности зерна озимой мягкой пшеницы. Сумма осадков за этот период составила 609,2 мм (при норме 582,4 мм), средняя температура воздуха была 11,5 °С и относительная влажность воздуха составила 63,5 %. В 2022/23 с.-х. году было достаточное количество осадков, особенно в весенний период. Количество осадков выпало 580 мм, среднегодовая температура составила 11,0 °С. 2023/24 с.-х. год характеризовался низким количеством осадков в летний период с обилием осадков в осенне-зимний период по сравнению со среднемноголетними данными и низким их значением в весенне-летний период. Сумма осадков составила 495,7 мм, средняя температура воздуха 11,8 °С, относительная влажность воздуха 67,9 %.

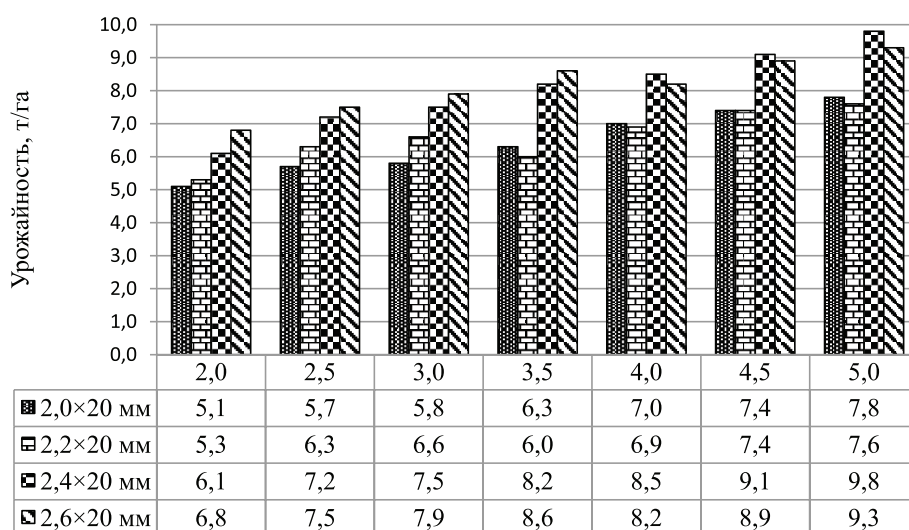
Результаты и их обсуждение. Важнейшим агротехническим мероприятием получения максимальных урожаев озимой мягкой пшеницы в первичных звеньях семеноводства является использование оптимальных норм высева и фракций семян (2,0×20 мм; 2,2×20 мм; 2,4×20 мм; 2,6×20 мм) для посева. Годы исследований различались по влагообеспеченности и температурному режиму, в разрезе опытов в зависимости от норм высева и фракционного состава была получена достаточно высокая урожайность зерна – от 5,1 до 9,8 т/га (рис. 1).

При минимальной норме высева (2,0 млн всхожих семян) по всем фракциям получена наименьшая урожайность. При использовании фракции 2,0×20 мм с нормой высева 3,5–5 млн всхожих семян прибавка к контролю получена от 1,2 до 2,7 т/га. При посеве с нормой высева 3,0, 4,0, 4,5 и 5,0 млн всхожих семян и фракцией 2,2×20 мм получена достоверная прибавка урожайности в сравнении с контролем. Наибольшая урожайность (9,8 т/га) получена с высеванных семян фракцией 2,4×20 мм при норме высева 5,0 млн всхожих семян. Максимальную продуктивность (7,4–7,8 т/га) сформировали растения озимой пшеницы, полученные из семян фракции 2,0 и 2,2×20 мм с нормой высева 4,5 и 5,0 млн всхожих семян. При использовании самой крупной фракции семян наибольшие значения урожайности получены при максимальной норме высева – 9,3 т/га, что меньше максимальной урожайности по опыту на 0,5 т/га. Фракция семян 2,4×20 мм, высеванная максимальной нормой, имела наибольшее отклонение (60,6 %) от контроля. Минимальное отклонение уро-

жайности от контроля составило 10,3 % в варианте с фракцией семян 2,6×20 мм и нормой высева 2,5 млн всхожих семян. Высокая урожайность по всему опыту получена из крупных фракций (2,4 и 2,6×20 мм) с наибольшей нормой высева и составила 9,8 и 9,3 т/га соответственно.

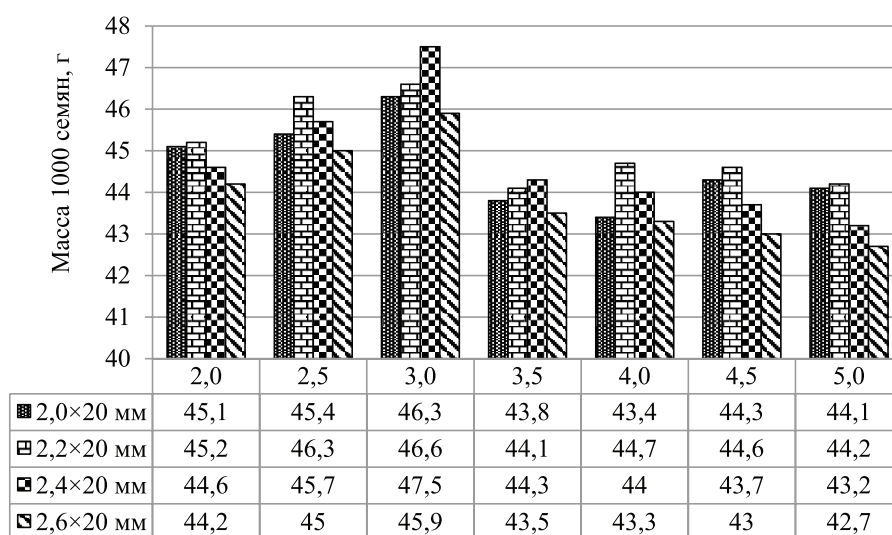
Для получения дружных всходов и в последующем высокого урожая семена сортов

озимой пшеницы должны обладать оптимальными размерами и соответствующей массой семян. Нашими исследованиями было установлено, что, независимо от фракционного состава, наибольшие значения показателя «масса 1000 семян» получены при средних нормах высева (2,5–3,0 млн всхожих семян) (рис. 2).



Примечание. $НСР_{05} = 0,6$.

Рис. 1. Влияние норм высева и фракционного состава на урожайность озимой пшеницы (2021–2024 гг.)
Fig. 1. Effect of seeding rates and a fractional composition on winter wheat productivity (2021–2024)



Примечание. $НСР_{05} = 1,6$.

Рис. 2. Масса 1000 семян озимой мягкой пшеницы в зависимости от норм высева и фракционного состава семян, г (2021–2024 гг.)
Fig. 2. 1000-seed weight of winter common wheat depending on the seeding rates and the fractional composition of seeds, g (2021–2024)

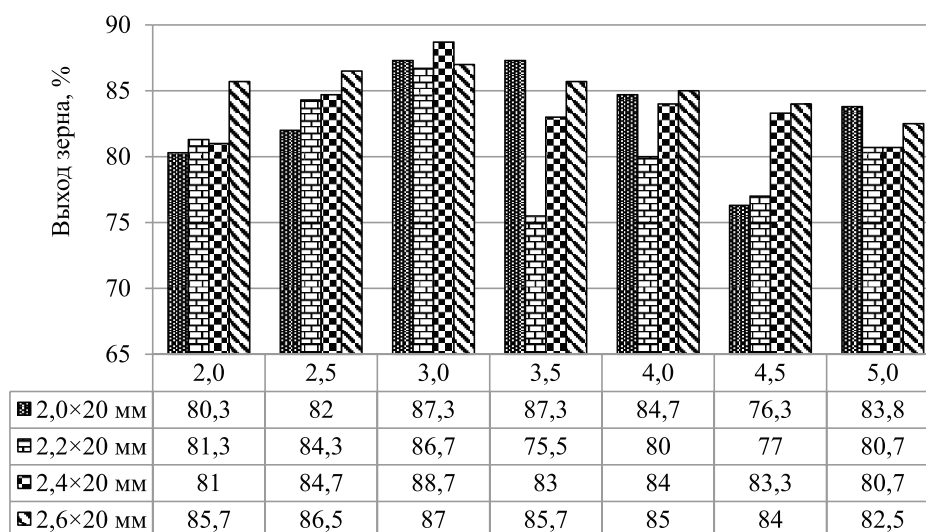
Высокая масса 1000 зерен (47,5 г) в опыте получена с растений с нормой высева 3,0 млн всхожих семян и фракционным составом 2,4×20 мм, что достоверно превысило

контроль на 6,5%. Минимальная масса 1000 семян (42,7 г) приведена в опыте с нормой высева 5 млн всхожих семян и сходом зерна с решетом 2,6×20 мм. Отклонение от контроля этого

показателя по опыту составило от 0,7 до 6,5 %. Максимальное отклонение в сравнении с контролем отмечено по варианту с фракцией семян 2,4 × 20 мм, нормой высева 3,0 млн всхожих семян, а минимальное отклонение (0,7 %) в опыте получено с использованием фракций 2,0 и 2,4×20 мм и 2,5 и 3,5 млн всхожих семян соответственно. Независимо от крупности посевного материала, значения, достоверно превысившие контроль, получены при средней норме высева (3,0 млн всхожих семян), и варьирование составило от 45,9 до 47,5 г. За годы

исследований, независимо от фракционного состава посевного материала, наблюдается тенденция снижения массы 1000 зерен с выращенных растений озимой пшеницы при увеличении их норм высева.

Выход кондиционных семян колосовых культур показывает относительное количество зерна семенных фракций от общей массы урожая. В семеноводстве принято создавать партию из выравненного по крупности зерна. Выход семян в зависимости от вариантов опыта составил от 75,5 до 88,7 % (рис. 3).



Примечание. $HC_{05} = 1,7$.

Рис. 3. Выход кондиционных семян озимой мягкой пшеницы в зависимости от норм высева и фракционного состава, % (2021–2024 гг.)

Fig. 3. Yield of quality seeds of winter common wheat depending on the seeding rates and the fractional composition, % (2021–2024)

Реакция сорта озимой пшеницы Шеф на нормы высева была различной. В среднем за годы исследований для посевного материала с фракцией 2,0×20 мм оптимальной нормой высева стало 3,0–3,5 млн всхожих семян, максимальное значение выхода составило по всему опыту 87,3 %. В опыте с фракцией семян 2,2×20 мм и 2,4×20 мм и средней нормой

высева 3,0 млн всхожих семян максимальный выход составил 86,7 и 88,7 % соответственно. При использовании крупной фракции семян (2,6×20 мм) и нормы высева 3,0 млн всхожих семян максимальное значение выхода составило 87 %.

Экономическая эффективность озимой мягкой пшеницы представлена в таблице.

Экономическая эффективность озимой мягкой пшеницы в зависимости от норм высева и фракционного состава семян (2021–2024 гг.)
Economic efficiency of winter common wheat depending on the seeding rates and the fractional composition of seeds (2021–2024)

Норма высева, шт. всхожих семян/га	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
2,0×20 мм						
2,0	5,1	32869	72420	39551	6445	120
2,5	5,7	34094	80940	46846	5981	137
3,0	5,8	35319	82360	47041	6089	133
3,5	6,3	36544	89460	52916	5801	145
4,0	7,0	37769	99400	61631	5396	163
4,5	7,4	38994	105080	66086	5269	169
5,0	7,8	40219	110760	70541	5156	175
2,2×20 мм						
2,0	5,3	32869	75260	42391	6202	129
2,5	6,3	34094	89460	55366	5412	162

Продолжение табл.

Норма высева, шт. всхожих семян/га	Урожай- ность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
3,0	6,6	35319	93720	58401	5351	165
3,5	6,0	36544	85200	48656	6091	133
4,0	6,9	37769	97980	60211	5474	159
4,5	7,4	38994	105080	66086	5269	169
5,0	7,6	40219	107920	67701	5292	168
2,4×20 мм						
2,0	6,1	32869	86620	53751	5388	164
2,5	7,2	34094	102240	68146	4735	200
3,0	7,5	35319	106500	71181	4709	202
3,5	8,2	36544	116440	79896	4457	219
4,0	8,5	37769	120700	82931	4443	220
4,5	9,1	38994	129220	90226	4285	231
5,0	9,8	40219	139160	98941	4104	246
2,6×20 мм						
2,0	6,8	32869	96560	63691	4834	194
2,5	7,5	34094	106500	72406	4546	212
3,0	7,9	35319	112180	76861	4471	218
3,5	8,6	36544	122120	85576	4249	234
4,0	8,2	37769	116440	78671	4606	208
4,5	8,9	38994	126380	87386	4381	224
5,0	9,3	40219	132060	91841	4325	228

Затраты на семена изменялись в зависимости от норм высева. Это оказало влияние на увеличение производственных затрат от 32869 до 40219 руб./га. Валовой доход при разных нормах высева определяется урожайностью и стоимостью зерна. Максимальный валовой доход по всем вариантам фракций был получен при наибольшей норме высева и составил 107920–139160 руб./га. При снижении нормы высева происходит уменьшение валового дохода. Минимальное значение этого показателя получено при использовании фракции семян 2,0×20 мм и норме высева 2,0 млн шт. всхожих семян – 72420 руб./га. Показатели экономической эффективности имели максимальные значения в варианте с использованием оптимальной фракции семян при максимальной норме высева. Наибольшие значения условного чистого дохода и рентабельности получены при себестоимости 4104 руб./т.

Выводы. Определена реакция озимой мягкой пшеницы при использовании разных норм высева и фракций семян. Высокую урожайность (9,8 т/га) и рентабельность сорт озимой мягкой пшеницы Шеф сформировал при максимальной норме высева с фракционным составом семян 2,4×20 мм. Наибольший выход кондиционных семян и их массы 1000 зерен получен при высеве 2,5–3,0 млн всхожих семян на 1 га.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России № 0505-2025-0009 «Разработать элементы экономически и энергетически эффективных технологий возделывания новых сортов (гибридов) зерновых и пропашных культур, методы ведения первичного семеноводства».

Библиографический список

1. Буштевич В. Н., Позняк Е. И., Дашкевич М. А., Петренко Н. М., Бандарчук В. А. Влияние нормы высева и фракционного состава семян на урожайность тритикале ярового // Земледелие и селекция в Беларуси. 2019. № 55. С. 64–70.
2. Воробьева Н. С., Запрудский А. А., Исаков А. В. Фракционный состав семян гибридов и сортов озимого рапса // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2. С. 53–56.
3. Канцуров М. В., Ильинская И. Н., Рычкова М. И. Влияние агротехнических приемов на урожайность новых сортов озимой пшеницы на черноземах обыкновенных // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 5. С. 88–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-94-5-88-94
4. Тедеева А. А., Тедеева В. В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от сроков и норм высева // Аграрный вестник Урала. 2023. № 05(234). С. 36–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-36-48
5. Цуканова З. Р., Гусева А. Н., Латынцева Е. В. Влияние норм высева на урожайность нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 // Зернобобовые и крупяные культуры. 2024. № 3 (51). С. 94–99. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-94-99
6. Шалыгина А. А. Влияние сроков сева и норм высева на урожай озимой пшеницы // Научная жизнь. 2024. Т. 19, № 1 (133). С. 64–71. DOI: 10.26088/1991-9476-2024-19-1-64-71

7. Uzum A., Asik B. B., Acikgoz E. Effects of different seeding rates on forage yield and quality components in pea // Turkish Journal of Field Crops. 2017. Vol. 22(1), P. 126–133. DOI: 10.17557/tjfc.312335
8. Senait B., Tarekegn Y., Tewodros A. Growth, Protein Content, Yield and Yield Components of Malt Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties in Response to Seeding Rate at Sinana District, Southeast Ethiopia // International Journal of Applied Agricultural Sciences. 2020. Vol. 6, № 4. P. 61–71. DOI: 10.11648/j.ijaas.20200604.12
9. Preiti G., Calvi A., Romeo M., Badagliacca G., Bacchi M. Seeding Density and Nitrogen Fertilization Effects on Agronomic Responses of Some Hybrid Barley Lines in a Mediterranean Environment // Agronomy. 2021. Vol. 11(10), Article number: 1942. DOI: 10.3390/agronomy11101942

References

1. Bushtevich V. N., Poznyak E. I., Dashkevich M. A., Petrenko N. M., Bandarchuk V. A. Vliyanie normy vyseva i fraktsionnogo sostava semyan na urozhainost' tritikale yarovogo [The effect of seeding rate and fractional composition of seeds on spring triticale productivity] // Zemledelie i selektsiya v Belarusi. 2019. № 55. S. 64–70.
2. Vorob'eva N. S., Zaprudskii A. A., Isakov A. V. Fraktsionnyi sostav semyan gibrinov i sortov ozimogo rapsa [Fractional composition of seeds of winter rape hybrids and varieties] // Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014. № 2. S. 53–56.
3. Kantsurov M. V., Il'inskaya I. N., Rychkova M. I. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov na urozhainost' novykh sortov ozimoi pshenitsy na chernozemakh obyknovennykh [The effect of agrotechnical methods on productivity of new winter wheat varieties on ordinary blackearth] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2024. T. 16, № 5. S. 88–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-94-5-88-94
4. Tedeeva A. A., Tedeeva V. V. Urozhainost' ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot srokov i norm vyseva [Winter wheat productivity depending on the seeding dates and rates] // Agrarnyi vestnik Urala. 2023. № 05(234). S. 36–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234- 05-36-48
5. Tsukanova Z. R., Guseva A. N., Latyntseva E. V. Vliyanie norm vyseva na urozhainost' novogo sorta ozimoi pshenitsy Skipetr 2 [The effect of seeding rates on productivity of the new winter wheat variety 'Skipetr 2'] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2024. № 3(51). S. 94–99. DOI: 10.24412/2309-348Kh-2024-3-94-99
6. Shalygina A. A. Vliyanie srokov seva i norm vyseva na urozhai ozimoi pshenitsy [The effect of sowing dates and seeding rates on winter wheat productivity] // Nauchnaya zhizn'. 2024. T. 19, № 1 (133). S. 64–71. DOI: 10.26088/1991-9476-2024-19-1-64-71
7. Uzum A., Asik B. B., Acikgoz E. Effects of different seeding rates on forage yield and quality components in pea // Turkish Journal of Field Crops. 2017. Vol. 22(1), P. 126–133. DOI: 10.17557/tjfc.312335
8. Senait B., Tarekegn Y., Tewodros A. Growth, Protein Content, Yield and Yield Components of Malt Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties in Response to Seeding Rate at Sinana District, Southeast Ethiopia // International Journal of Applied Agricultural Sciences. 2020. Vol. 6, № 4. P. 61–71. DOI: 10.11648/j.ijaas.20200604.12
9. Preiti G., Calvi A., Romeo M., Badagliacca G., Bacchi M. Seeding Density and Nitrogen Fertilization Effects on Agronomic Responses of Some Hybrid Barley Lines in a Mediterranean Environment // Agronomy. 2021. Vol. 11(10), Article number: 1942. DOI: 10.3390/agronomy11101942

Поступила: 29.05.25; доработана после рецензирования: 11.06.25; принята к публикации: 15.06.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Калинина Н. В. – концептуализация исследования, выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Филенко Г. А., Скворцова Ю. Г. – подготовка статьи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Л. Сапунков¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства, svl-01@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2425-2611;

С. В. Подгорный², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), 40006, Волгоградская обл., г. Волгоград, Университетский пр-т, д. 97;

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Условия возделывания озимой пшеницы в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области позволяют, в целом, получать качественное зерно, используя традиционный набор инструментов интенсификации (ранневесеннее подкормки аммиачной селитрой, некорневые подкормки микроудобрениями). Но учитывая, с одной стороны, повышенные требования покупателей зерна к его качеству, а с другой, наметившуюся тенденцию к увеличению осадков, а, следовательно, и урожайности, что несколько снижает белковость, перед сельхозтоваропроизводителями встала задача поиска инструмента, позволяющего стабилизировать показатели качества зерна. Проведено исследование пяти перспективных сортов озимой пшеницы селекции двух оригинаторов, сорта которых пользуются наибольшей популярностью в Волгоградской области: Аграрного научного центра «Донской» и ФНЦ «Агроэкологии» РАН на применение подкормки карбамидом. Работу проводили с 2022 по 2024 год. Целью данной работы являлась оценка сортов озимой пшеницы, обладающих выраженной реакцией на некорневую обработку посевов карбамидом, и выяснение влияния этого агроприема на различные элементы структуры урожая и качество зерна. В ходе исследований было выяснено, что применение дополнительного внесения азотных удобрений в период формирования колоса в степной зоне Волгоградской области на темно-каштановых почвах оказывает положительное воздействие на урожайность озимой пшеницы, позволяя получить от 3,14 до 3,69 т/га, что превышает контрольный показатель на 0,13–0,26 т/га. Наибольшую урожайность показали такие сорта как Краса Дона (3,69 т/га), Камышанка 4 (3,46 т/га) и Этюд (3,45 т/га). Наивысшее содержание белка в зерне было зафиксировано у сорта Этюд (13,9 %). Показатели сортов Краса Дона, Камышанка 4, Жаворонок находились в интервале 13,1–13,3 %. Наибольшую прибавку от использования этого агроприема показал сорт Камышанка 4 (1,1 %).

Ключевые слова: озимая пшеница, карбамид, урожайность, сорта, продуктивные стебли, содержание белка, масса 1000 зерен.

Для цитирования: Сапунков В. Л. Подгорный С. В. Влияние удобрений на урожайность и качество сортов озимой мягкой пшеницы в засушливой зоне каштановых почв Волгоградской области // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 77–83. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-77-83.



THE EFFECT OF FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF WINTER COMMON WHEAT VARIETIES UNDER ARID PARTS OF CHESTNUT SOILS IN THE VOLGOGRAD REGION

V. L. Sapunkov¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding, seed production and farming, svl-01@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2425-2611;

S. V. Podgorny², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327

¹FSBSI "Federal Research Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of RAS" (FRC of Agroecology RAS) 400062, Volgograd, Universitetsky Pr., 97; e-mail: info@vfanc.ru

²FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Winter wheat cultivation in the dry steppe zone of chestnut soils of the Volgograd region make it possible to yield high-quality grain using a traditional set of intensification tools (early spring fertilization with ammonium nitrate, foliar fertilization with micronutrients). However, taking into account the increased demands of grain buyers

for its quality, and the emerging increase of precipitation, and, consequently, productivity, which somewhat reduces protein percentage, agricultural producers have been faced with the concern to find a tool that will help to stabilize grain quality indicators. There have been studied 5 promising winter wheat varieties developed by two originators, the varieties of which are most popular in the Volgograd region, namely the Agricultural Research Center "Donskoy" and the FRC "Agroecology" of RAS, on the use of urea fertilizing. The work was carried out from 2022 to 2024. The purpose of the current work was to evaluate winter wheat varieties that have a pronounced reaction to foliar treatment of crops with urea, and to identify the effect of this agricultural technique on various yield structure elements and grain quality. During the study there was found that the use of additional nitrogen fertilizers during the ear formation period in the steppe zone of the Volgograd region on dark chestnut soils had a positive effect on winter wheat productivity, allowing to obtain from 3.14 to 3.69 tons per hectare, which exceeded the control indicator by 0.13–0.26 tons per hectare. The largest productivity was given by such varieties as 'Krasa Dona' (3.69 t/ha), 'Kamyshanka 4' (3.46 t/ha) and 'Etyud' (3.45 t/ha). The highest protein percentage in grain was established in the variety 'Etyud' (13.9 %). The indicators of the varieties 'Krasa Dona', 'Kamyshanka 4', 'Zhavoronok' ranged from 13.1 to 13.3 %. The variety 'Kamyshanka 4' gave the greatest yield increase due to this agricultural technique (1.1 %).

Keywords: winter wheat, urea, productivity, varieties, productive stems, protein percentage, 1000-grain weight.

Введение. Как культура, обладающая большими потенциальными возможностями для формирования высоких урожаев, озимая пшеница получила наиболее широкое по сравнению с другими зерновыми культурами распространение на землях Нижнего Поволжья. Этому способствовало также наличие в производстве сравнительно зимостойких сортов озимой пшеницы интенсивного типа, отзывчивых на повышенные дозы удобрений (Хакимов, 2021; Сапунков и др., 2021; Seminchenko et al., 2022).

Правильное применение удобрений в комплексе с другими агроприемами способствует получению высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы (Дорогавцев и др. 2019; Мнатсаканян 2023; Мамсиоров и др., 2022). Эта культура требовательна к плодородию почвы. При урожае в 40 ц зерна и 60 ц/га соломы она выносит из почвы примерно 153 кг азота, 56 фосфора и 96 кг калия. Поскольку большая часть питательных веществ в почве находится в недоступной для растений форме, без внесения удобрений, на которые озимая пшеница весьма отзывчива, нельзя рассчитывать на повышение урожайности (Накаряков и Завалин, 2021; Сабитов, 2021).

Особое значение приобретают удобрения при внедрении в производство новых интенсивных сортов озимой пшеницы, потенциальные возможности которых могут проявляться только при полном обеспечении их повышенными дозами элементов питания (Guzenko and Seminchenko, 2021; Нуштаева и др., 2023). Необходимо учитывать и тот факт, что особенно интенсивно пшеница потребляет элементы питания в период выхода в трубку и колошения, когда в растение поступает основное количество азота, (Zelenov et al., 2022; Ковалева и Собачкин, 2016; Seminchenko, 2021). Удобрения позволяют более экономно использовать почвенную влагу и тем самым являются мощным средством в борьбе с засухой. Они повышают устойчивость растений к вредителям и болезням, улучшают качество продукции, в частности, увеличивают содержание белка в зерне. Только при их внесении удается получить зерно, удовлетворяющее требованиям ГОСТ на сильную пшеницу (Ямщиков и Пакуль, 2021; Семинченко, 2021). Однако неумелое применение удобрений может дать и отрицатель-

ные результаты. Поэтому при планировании видов, доз, сроков и способов использования удобрений необходимо всесторонне анализировать условия, от которых в каждом конкретном случае зависит урожай.

Цель работы: оценка сортов озимой пшеницы, обладающих выраженной реакцией на некорневую обработку посевов карбамидом, и выяснение влияния этого агроприема на различные элементы структуры урожая и качество зерна.

Материалы и методы исследований. Испытания проводили в сухостепной зоне каштановых почв в Ольховском районе Волгоградской области. Работу вели на землях ООО «СН-Агрис» с использованием техники хозяйства. Технология обработки почвы – отвальная вспашка, глубина обработки – 25–27 см, предшественник черный пар. Срок посева, оптимальный для данной зоны исследований – 6 сентября. Зерно озимой пшеницы сеяли с нормой высева 4,0 млн семян/га. Для сева использовали сеялку «Омичка» 2,1 с анкерными сошниками в агрегате сеялок. Захват агрегата – 12,6 м, длина закладываемой деланки под каждый сорт – 300 м. Почва среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,0 %, содержание азота низкое, фосфора – среднее (24 мг/кг), обменного калия – высокое (350 мг/кг). В качестве контроля провели посев с применением аммиачной селитры.

Обследования и учеты проводили по методике Б. А. Доспехова (2014) и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019).

Согласно схеме, проводили высев пяти сортов озимой пшеницы. После достижения посевами фазы «полные всходы» деланки разбивали поперек на два яруса. Первый ярус – контрольный. На нем проводили ранневесеннее внесение аммиачной селитры в норме 100 кг/га в ф. в. Второй ярус – ярус испытаний. Здесь, кроме ранневесеннего внесения аммиачной селитры в норме 100 кг/га в ф. в., в фазу «колошение» проводили некорневую подкормку карбамидом в норме 30 кг/га в ф. в. с внесением рабочего раствора 180 л/га.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то, что интересующие нас технологические операции проводили во вторую половину вегетации озимой пшеницы, их эффективность

и влияние на конечный результат во многом зависят от развития растений в осенний период.

Погода осеннего периода вегетации способствовала благоприятному развитию растений озимой пшеницы. Количество осадков за сентябрь–октябрь – ключевые месяцы, определяющие развитие посевов на территории Волгоградской области, – варьировало в пределах 49–101 мм (при среднемноголетнем значении 66 мм). Сумма активных температур составила 576–690 °С. Средняя температура этого периода составила 9,6 и 11,5 °С (при среднемноголетнем значении 6,1 и 13,8 °С соответственно).

Соответственно, развитие сортов было хорошее. Густота стояния – в пределах 3,0–3,4 млн шт./га. Полевая всхожесть – 75–85 %. На момент окончания вегетации коэффициент кущения находился в интервале 4,0–4,5 шт.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что озимая пшеница находилась в оптимальной фазе развития перед уходом в зиму для данной зоны исследований.

Период покоя также не оказал на посевы отрицательного влияния. Температурный

фон декабря–февраля находился в интервале -5,1–7,4 °С (среднемноголетнее значение -7,4–10,2 °С). Количество осадков было от 50 до 179 мм, что близко к норме или выше нее (среднемноголетнее значение 82 мм за зимний период). Опасные метеоусловия (ледяная корка, критические температуры на узле кущения) отсутствовали.

Изучение нового для зоны исследований агроприема велось, как было указано выше, на фоне прикорневого внесения аммиачной селитры рано весной. Такой фон был выбран вследствие распространенности и апробированности данного элемента технологии. Кроме того, применение азотных удобрений создает благоприятный фон для дальнейших манипуляций с посевами.

Удобрение, аммиачная селитра, вносили в оптимальные сроки: в 2022 г. – 20.02; 2023 г. – 08.03; 2024 г. – 15.03, то есть, к моменту начала весенней вегетации. Операцию выполняли самоходным разбрасывателем «Туман 2М».

В результате улучшения фона минерального питания сформировался оптимальный для зоны исследований стеблестой (табл. 1).

Таблица 1. Продуктивный стеблестой сортов озимой мягкой пшеницы за 2022–2024 годы
Table 1. Productive stem stand of winter common wheat varieties in 2022–2024

№ п/п	Сорт	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²			
		2022	2023	2024	Среднее
1	Вольный Дон	367	400	326	364
2	Краса Дона	423	427	338	396
3	Камышанка 4	391	403	349	381
4	Этюд	383	420	330	378
5	Жаворонок	387	405	353	382
	Среднее значение	390	411	339	380
	НСР ₀₅	20	21	17	19

Необходимо отметить, что количество продуктивных стеблей в 2024 г. было заметно меньше, чем в 2022 и 2023 годах. Это связано с заморозками в мае 2024 года, пришедших на фазу «колошение – формирование зерна». Температура опускалась в ночное время до -5 °С в течение нескольких суток. Это привело к гибели части продуктивного стеблестоя.

Согласно условиям опыта, некорневые подкормки проводили в фазу «колошение». Такие сроки внесения удобрений на посевы были вы-

браны для акцентирования влияния азотных подкормок, прежде всего, на качественные показатели, однако и в урожайности исследуемых сортов отмечены положительные изменения. В первую очередь, за счет изменения массы колоса и массы тысячи зерен.

В таблице 2 представлены результаты по массе колоса на контроле (то есть только с внесением аммиачной селитры) и на участке испытаний (некорневая подкормка карбамидом на фоне аммиачной селитры).

Таблица 2. Влияние удобрений на массу зерна с колоса за 2022–2024 годы
Table 2. Effect of fertilizers on grain weight per ear in 2022–2024

№ п/п	Сорт	Селитра, контроль				Селитра + карбамид				Прибавка
		2022	2023	2024	Среднее	2022	2023	2024	Среднее	
1	Вольный Дон	0,86	0,90	0,70	0,82	0,91	0,97	0,73	0,87	0,05
2	Краса Дона	0,87	0,95	0,78	0,87	0,94	1,03	0,84	0,94	0,07
3	Камышанка 4	0,85	0,92	0,74	0,84	0,91	0,97	0,80	0,89	0,05
4	Этюд	0,90	0,90	0,71	0,84	0,96	0,97	0,77	0,90	0,06
5	Жаворонок	0,83	0,91	0,70	0,81	0,89	1,00	0,76	0,88	0,07
	Среднее	0,86	0,92	0,73	0,83	0,92	0,99	0,78	0,90	0,07
	НСР ₀₅	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	–

Показатели массы зерна с колоса у сортов, участвовавших в испытании, были близки друг к другу и имели достаточно высокие показатели для зоны исследований. Использование некорневой подкормки карбамидом положительно повлияло на вес зерна в колосе.

По сравнению с контрольным вариантом максимальное значение данного признака отмечено у сорта Краса Дона, (0,94 г). Статистически значимые изменения были зафиксированы на сортах Жаворонок (0,88 г) и Этюд (0,90 г).

Наиболее эффективным способом влияния на массу зерна озимой пшеницы, собираемо-

го с одного гектара, в зоне исследований, является воздействие на продуктивный стеблестой. Однако к моменту внесения некорневых подкормок он уже сформирован и у нас нет возможности использовать этот мощный фактор. Но и в нашем случае, даже относительно незначительные изменения других элементов структуры урожая, позволяют получить весомую прибавку.

Показатели массы 1000 зерен на контроле имели средние показатели для зоны исследований (табл. 3).

Таблица 3. Влияние удобрений на массу 1000 зерен за 2022–2024 годы
Table 3. Effect of fertilizers on 1000-grain weight in 2022–2024

№ п/п	Сорт	Селитра, контроль				Селитра + карбамид				Прибавка
		2022	2023	2024	Среднее	2022	2023	2024	Среднее	
1	Вольный Дон	35,1	37,2	35,0	35,8	36,6	39,7	35,7	37,3	1,5
2	Краса Дона	35,4	37,6	34,1	35,7	36,9	39,6	36,0	37,5	1,8
3	Камышанка 4	36,0	37,3	34,4	35,9	38,0	39,9	36,0	38,0	2,1
4	Этюд	35,7	38,0	35,0	36,2	37,5	40,5	36,7	38,2	2,0
5	Жаворонок	35,9	37,9	35,8	36,5	38,0	40,2	37,0	38,4	1,9
	Среднее	35,6	37,6	34,9	36,0	37,4	40,0	36,3	37,9	1,9
	НСР ₀₅	1,8	1,9	1,7	1,8	1,9	2,0	1,8	1,9	–

Необходимо отметить, что масса зерна одного колоса и масса 1000 зерен в 2024 г. заметно ниже результатов 2022 и 2023 годов. Это связано с возвратными холодами в 2024 г. в фазу «колошение – формирование зерна», что оказало влияние на данный показатель.

Наилучшие значения в варианте с селитрой имели сорта Этюд (36,2 г) и Жаворонок (36,5 г). Применяемые подкормки карбамидом положительно повлияли и на этот показатель. Заметно увеличили массу 1000 зерен, по сравнению с контрольным участком, все участвовавшие в испытаниях сорта. В ходе исследования были определены лидеры по массе 1000 зерен

среди исследуемых сортов: Жаворонок – 38,4 г, Этюд – 38,2 г и сорт Камышанка 4 – 38,0 г. Однако наибольший прирост по сравнению с контрольными значениями был отмечен у сорта Этюд – 2,0 г, а также у сорта Камышанка 4 – 2,1 г.

Положительные изменения элементов структуры урожая в итоге вылились в прибавку урожайности испытываемых сортов. В таблице 4 приведены результаты урожайности сортов озимой пшеницы на контрольном, базовом, ярусе с использованием ранневесенней азотной подкормки аммиачной селитрой и на ярусе с некорневой подкормкой карбамидом на фоне аммиачной селитры.

Таблица 4. Анализ влияния внесения удобрений на урожайность сортов озимой мягкой пшеницы за 2022–2024 годы
Table 4. Analysis of the effect of fertilizing on productivity of winter common wheat varieties in 2022–2024

№ п/п	Сорт	Селитра, контроль				Селитра + карбамид				Прибавка
		2022	2023	2024	Среднее	2022	2023	2024	Среднее	
1	Вольный Дон	3,16	3,60	2,28	3,01	3,32	3,79	2,32	3,14	0,13
2	Краса Дона	3,68	4,06	2,64	3,46	3,91	4,36	2,81	3,69	0,23
3	Камышанка 4	3,32	3,71	2,58	3,20	3,59	4,06	2,72	3,46	0,26
4	Этюд	3,45	3,78	2,34	3,19	3,72	4,14	2,49	3,45	0,26
5	Жаворонок	3,21	3,69	2,47	3,12	3,42	3,96	2,62	3,33	0,21
	Среднее	3,36	3,77	2,46	3,20	3,59	4,06	2,59	3,42	0,22
	НСР ₀₅	0,21	0,23	0,13	0,21	0,21	0,23	0,13	0,21	–

Сорта, находившиеся в испытаниях, показали высокую урожайность, обусловленную почвенно-климатическими факторами зоны исследований. Относительно незначительные отличия этого показателя в исследуемой

группе на контроле во многом обусловлены выравнивающим воздействием условий вегетации. Однако и здесь можно отметить такой сорт, как Краса Дона (3,46 т/га), способный даже в жестких условиях сухостепной зоны кашта-

новых почв обеспечивать высокую продуктивность. Кроме того, на средние показатели, отраженные в таблице, значительное влияние оказали погодные условия весны 2024 года. Жесткие заморозки (до -5 °C) в конце первой – начале второй декады мая привели к резкому снижению урожайности всех сортов.

Наибольшую урожайность на участке с применением в качестве некорневой подкормки карбамида показали такие сорта, как Краса Дона (3,69 т/га), Камышанка 4 (3,46 т/га) и Этюд (3,45 т/га). Но наибольшую прибавку в зависи-

мости от исследуемого агроприема мы получили на таких сортах, как Камышанка 4 (0,26 т/га) и Этюд (0,26 т/га).

Увеличение урожайности важное, но не единственное следствие применения некорневых поздних подкормок карбамидом. Главная наша задача – изучить влияние этого агроприема на изменение содержания белка в зерне озимой пшеницы.

Данные по содержанию белка в зерне озимой мягкой пшеницы, полученные на опытном участке представлены в таблице 5.

Таблица 5. Влияние применения удобрений на содержание белка в зерне озимой мягкой пшеницы (2022–2024 гг.)
Table 5. Effect of fertilizing on protein percentage in winter common wheat grain (2022–2024)

№ п/п	Сорт	Селитра, контроль				Селитра + карбамид				Прибавка
		2022	2023	2024	Среднее	2022	2023	2024	Среднее	
1	Вольный Дон	11,0	12,1	13,0	12,0	11,3	12,3	13,5	12,4	0,4
2	Краса Дона	11,0	12,2	13,3	12,2	11,8	13,1	14,6	13,2	1,0
3	Камышанка 4	11,2	12,3	13,2	12,2	12,1	13,2	14,6	13,3	1,1
4	Этюд	12,5	12,8	13,9	13,1	13,0	13,8	15,0	13,9	0,8
5	Жаворонок	11,6	12,5	13,1	12,4	12,1	13,1	14,1	13,1	0,7
	Среднее	11,5	12,4	13,3	12,4	12,1	13,1	14,4	13,2	0,8
	НСР ₀₅	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	–

Как видно из таблицы 5, наивысшие показатели по содержанию белка на контроле в среднем за три года имеет сорт интенсивного типа Этюд (13,1 %). Остальные сорта имеют примерно равные показатели в интервале 12,0–12,4 %.

Внесение поздней некорневой подкормки карбамидом оказало значительное положительное влияние на белковость зерна. Наивысшее содержание белка в зерне было зафиксировано на сорте Этюд (13,9 %). Показатели сортов Краса Дона, Камышанка 4, Жаворонок находились в интервале 13,1–13,3 %. Наибольшую прибавку при использовании этого агроприема показал сорт Камышанка 4 (1,1 %).

Выводы. Таким образом, можно констатировать, что в условиях сухостепной зоны каштановых почв, несмотря на значимо разные погодные условия в процессе проведения наших исследований, поздние азотные подкормки карбамидом позволяют значительно улучшить условия азотного питания растений озимой мягкой пшеницы, что находит свое отражение как в увеличении урожайности, так и в увеличении содержания белка. Кроме того, необходимо отметить существенную роль сор-

та в эффективности рассматриваемого агроприема.

Урожайность сортов, находившихся в испытании, на фоне с применением поздних азотных подкормок сформировалась на уровне 3,14–3,69 т/га, что на 0,13–0,26 т/га выше, чем на контроле. Лучшие результаты показали сорта Краса Дона (3,69 т/га), Камышанка 4 (3,46 т/га) и Этюд (3,45 т/га).

Содержание белка в зерне озимой пшеницы после применения некорневой подкормки было на уровне 12,4–13,9 %, что превысило контроль на 0,3–1,1 % в среднем за три года испытаний. Лучшие показатели были у сорта Этюд (13,9 %).

Финансирование. Работа выполнена в рамках № ГЗ 122020100448-6 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

Библиографический список

1. Бижан С. П., Кирпичников Н. А., Трибельгорн В. В. Влияние фосфорных и магниевых удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2024. № 1. С. 14–16. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.03
2. Дороговцев С. Ю., Соболев Е. В., Тареева М. М., Бурцев А. Ю., Горбунов А. И., Романов В. С., Козарь Е. Г. Влияние листовых подкормок пшеницы озимой микроудобрениями марки «полифид» на урожайность и качество зерна в условиях Орловской области // Овощи России. 2019. № 2(46). С. 74–79. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-2-74-79
3. Ковалева Н. М., Собачкин Р. С. Влияние азотного удобрения на формирование нижних ярусов в сосняках Красноярской лесостепи // Лесоведение. 2016. № 1. С. 25–33.

4. Мамсиров Н. И., Кишев А. Ю., Мнатсаканян А. А. Оптимизация питательного режима озимой пшеницы // *Аграрный вестник Урала*. 2022. № 10 (225). С. 21–32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-225-10-21-32
5. Мнатсаканян А. А. Пролонгированные удобрения в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Краснодарского края // *Земледелие*. 2023. 3. С.27–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-3-27-31
6. Накаряков А. М., Завалин А. А. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-серой лесной почве // *Плодородие*. 2021. № 4. С. 26–30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08
7. Нуштаева А. В., Блинохватова Ю. В., Власова Т. А., Чекаев Н. П. Влияние микроудобрений на основе хелатных комплексов на всхожесть семян // *Нива Поволжья*. 2021. № 1(58). С. 17–22. DOI: 10.36461/NP.2021.58.1.009
8. Сабитов М. М. Влияние удобрений и средств защиты растений на засоренность, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // *Агрохимический вестник*. 2021. № 4. С. 41–47. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-4-008
9. Сапунков В. Л., Солонкин А. В., Гузенко А. В. Экологическое испытание сортов озимой пшеницы АНЦ «Донской» в зоне темно-каштановых почв Волгоградской области // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 6(78). С. 88–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-88-94
10. Семинченко Е. В. Влияние способов обработки почвы на ее водно-физические свойства в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья // *Агрохимия*. 2021. № 12. С. 75–81. DOI: 10.31857/S0002188121120139
11. Хакимов Р. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35, № 12. С. 16–22. DOI: 10.53859/02352451.2021.35.12.16
12. Ямщиков М. А., Пакуль В. Н. Влияние системы обработки на содержание продуктивной влаги в почве в Северной лесостепи Кузнецкой котловины // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022. № 3(117). С. 55–59. DOI: 10.23670/IRJ.2022.117.3.048
13. Guzenko A. Yu., Seminchenko E. V. The study of the dependence of biological products and the yield of spring barley (*Hordeum vulgare*) variety 'Ratnik' in arid conditions of the Volgograd region, Russia // *Research on Crops*. 2023. № 2(24). P. 270–275. DOI: 10.31830/2348-7542.2023.ROC_916
14. Seminchenko E. M. Crop rotations with perennial herbs and bean cultures in the conditions of the lower Volga region // *Research on Crops*. 2021. Vol. 4(22), P. 792–797. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.132
15. Seminchenko E. M., Solonkin A. B. Influence of predecessor crops on the yield of spring barley under the protection of forest belt // *Research on Crops*. 2022. Vol. 23, № 1. P. 40–45. DOI: 10.31830/2348-7542.2022.007
16. Zelenev A. V., Chamurliev O. G., Krivtsov I. V., Kholod A. A., Sidorov A. N., Vorontsova E. S. Romising agricultural technologies for growing winter wheat for sus-tainable agricultural development // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Article number: 012003. DOI: 10.1088/1755-1315/965/1/012003

References

1. Bizhan S. P., Kirpichnikov N. A., Tribel'gorn V. V. Vliyanie fosfornykh i magnievykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy [The effect of phosphorus and magnesium fertilizers on productivity and grain quality of winter wheat] // *Plodorodie*. 2024. № 1. S. 14–16. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.03
2. Dorogavtsev S. Yu., Sobolev E. V., Tareeva M. M., Burtsev A. Yu., Gorbunov A. I., Romanov V. S., Kozar' E. G. Vliyanie listovykh podkormok pshenitsy ozimoi mikroudobreniyami marki «polifid» na urozhainost' i kachestvo zerna v usloviyakh Orlovskoi oblasti [The effect of foliar feeding of winter wheat with polyfid micronutrient fertilizers on productivity and grain quality in the Orlov region] // *Ovoshchi Rossii*. 2019. № 2(46). S. 74–79. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-2-74-79
3. Kovaleva N. M., Sobachkin R. S. Vliyanie azotnogo udobreniya na formirovanie nizhnikh yarusov v sosnyakakh Krasnoyarskoi lesostepi [The effect of nitrogen fertilizer on the formation of lower tiers in pine forests of the Krasnoyarsk forest-steppe] // *Lesovedenie*. 2016. № 1. S. 25–33.
4. Mamsirov N. I., Kishev A. Yu., Mnatsakanyan A. A. Optimizatsiya pitatel'nogo rezhima ozimoi pshenitsy [Optimization of the nutritional regime of winter wheat] // *Agrarnyi vestnik Urala*. 2022. № 10(225). S. 21–32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-225-10-21-32
5. Mnatsakanyan A. A. Prolongirovannye udobreniya v tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy v usloviyakh Krasnodarskogo kraia [Slow-release fertilizers in the technology of winter wheat cultivation in the Krasnodar region] // *Zemledelie*. 2023. 3. S.27–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-3-27-31
6. Nakaryakov A. M., Zavalin A. A. Vliyanie biopreparatov i udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy na svetlo-seroi lesnoi pochve [The effect of bioproducts and fertilizers on productivity and grain quality of winter wheat on light gray forest soil] // *Plodorodie*. 2021. № 4. S. 26–30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08
7. Nushtaeva A. V., Blinokhvatova Yu. V., Vlasova T. A., Chekaev N. P. Vliyanie mikroudobrenii na osnove khelatnykh kompleksov na vskhozhest' semyan [The effect of micronutrient fertilizers based on chelate complexes on seed germination] // *Niva Povolzh'ya*. 2021. № 1(58). С. 17–22. DOI: 10.36461/NP.2021.58.1.009
8. Sabitov M. M. Vliyanie udobrenii i sredstv zashchity rastenii na zasorennost', urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy [The effect of fertilizers and plant protection products on weedness, productivity and grain quality of winter wheat] // *Agrokhimicheskii vestnik*. 2021. № 4. S. 41–47. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-4-008

9. Sapunkov V. L., Solonkin A. V., Guzenko A. V. Ekologicheskoe ispytanie sortov ozimoi pshenitsy ANTs «Donskoi» v zone temno-kashtanovykh pochv Volgogradskoi oblasti [Ecological testing of winter wheat varieties of the ARC "Donskoy" at the dark chestnut soils of the Volgograd region] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2021. № 6(78). S. 88–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-88-94
10. Seminchenko E. V. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na ee vodno-fizicheskie svoystva v usloviyakh sukhostepnoi zony Nizhnego Povolzh'ya [The effect of tillage methods on its water-physical properties in the dry-steppe part of the Lower Volga region] // *Agrokimiya*. 2021. № 12. S. 75–81. DOI: 10.31857/S0002188121120139
11. Khakimov R. A. Vliyanie predshestvennikov i mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy [The effect of forecrops and mineral fertilizers on productivity and quality of winter wheat grain] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021. T. 35, № 12. S. 16–22. DOI: 10.53859/02352451.2021.35.12.16
12. Yamshchikov M. A., Pakul' V. N. Vliyanie sistemy obrabotki na sodержание produktivnoi vlagi v pochve v Severnoi lesostepi Kuznetskoi kotloviny [The effect of the tillage system on productive moisture in soil in the Northern forest-steppe of the Kuznetsk Basin] // *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2022. № 3(117). С. 55–59. DOI: 10.23670/IRJ.2022.117.3.048
13. Guzenko A. Yu., Seminchenko E. V. The study of the dependence of biological products and the yield of spring barley (*Hordeum vulgare*) variety 'Ratnik' in arid conditions of the Volgograd region, Russia // *Research on Crops*. 2023. № 2(24). P. 270–275. DOI: 10.31830/2348-7542.2023.ROC_916
14. Seminchenko E. M. Crop rotations with perennial herbs and bean cultures in the conditions of the lower Volga region // *Research on Crops*. 2021. Vol. 4(22), P. 792–797. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.132
15. Seminchenko E. M., Solonkin A. B. Influence of predecessor crops on the yield of spring barley under the protection of forest belt // *Research on Crops*. 2022. Vol. 23, № 1. P. 40–45. DOI: 10.31830/2348-7542.2022.007
16. Zelenev A. V., Chamurliov O. G., Krivtsov I. V., Kholod A. A., Sidorov A. N., Vorontsova E. S. Promising agricultural technologies for growing winter wheat for sustainable agricultural development // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Article number: 012003. DOI: 10.1088/1755-1315/965/1/012003

Поступила: 25.02.25; доработана после рецензирования: 27.03.25; принята к публикации: 27.03.25.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Сапунков В. Л. – выполнение полевых опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Подгорный С. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.11 «324»:631.5:631.445.4(470.63)

DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-84-90

**РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В СИСТЕМЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

А. В. Гоноченко, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур, gonochenko94@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-2049-6087;

Р. Г. Гаджимаров, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур, rasul_agro@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4220-623X;

А. Н. Джандаров, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур, arsen-agro@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8576-2383;

В. К. Дридигер, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, руководитель научного направления, dridiger.victor@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0510-2220
Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,
356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49

Исследования проводили с целью установления влияния интенсивности технологий на ход формирования урожая и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Ставропольского края. Работу выполняли в Северо-Кавказском ФНАЦ в 2020–2023 гг., где озимую пшеницу возделывали после гороха по экстенсивной, нормальной и интенсивной технологиям в севообороте: горох – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница, в котором почва под все культуры в течение трех лет до и во время проведения опыта не обрабатывалась. Установлено, что технологии не оказали существенного влияния на полевую всхожесть и период появления всходов. Но, благодаря лучшему режиму питания и меньшего поражения растений болезнями и вредителями самую большую надземную массу (4095 г/м²), листовую поверхность (3,87 м²/м²) и поверхностный фотосинтетический потенциал (2,37 млн м² × сут./га) формировали посевы озимой пшеницы по интенсивной технологии, что достоверно на 32,1–33,9 % больше, чем по нормальной, и на 55,0–59,8 % больше экстенсивной технологии. Самая высокая урожайность озимой пшеницы была получена по интенсивной технологии – 6,26 т/га, что обеспечили большая густота стояния растений, их продуктивная кустистость, озерненность и масса зерна в колосе. По нормальной и экстенсивной технологии урожайность была значимо – на 2,38 т/га (38,0 %) и 4,98 т/га (79,6 %) соответственно – ниже, что произошло из-за существенного уменьшения всех элементов структуры урожая. По экстенсивной технологии – зерно 5-го класса, по нормальной и интенсивной технологии – продовольственное 3-го класса.

Ключевые слова: технология, надземная масса, площадь листьев, сухое вещество, урожайность, сырая клейковина.

Для цитирования: Гоноченко А. В., Гаджимаров Р. Г., Джандаров А. Н., Дридигер В. К. Рост, развитие и урожайность озимой пшеницы в зависимости от интенсификации технологии возделывания в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 84–90. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-84-90.

**WINTER WHEAT GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY
DEPENDING ON THE INTENSIFICATION
OF CULTIVATION TECHNOLOGY UNDER DIRECT SEEDING
ON ORDINARY BLACKEARTH OF THE STAVROPOL TERRITORY**

A. V. Gonochenko, post-graduate student, junior researcher at the laboratory of Agricultural Cultivation Technologies, gonochenko94@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-2049-6087;

R. G. Gadzhumarov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher at the laboratory of Agricultural Cultivation Technologies, rasul_agro@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4220-623X;

A. N. Dzhandarov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher at the laboratory of Agricultural Cultivation Technologies, arsen-agro@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8576-2383;

V. K. Dridiger, Doctor of Agricultural Sciences, professor of HAC, head of the research, dridiger.victor@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0510-2220
North Caucasian Federal Agrarian Centre,
356241 Stavropol region, Mikhaylovsk, Nikonov Str., 49

The current study was conducted with the purpose to identify the effect of technology intensity on crop formation and grain quality of winter wheat grown under direct seeding on ordinary blackearth in the Stavropol Territory. The work was carried out at the North Caucasus FSRC in 2020–2023, where winter wheat was cultivated after peas

using extensive, normal and intensive technologies in crop rotation, such as peas – winter wheat – sunflower – winter wheat, in which the soil for all crops was not cultivated for three years before and during the trials. There has been found that the technologies did not have a significant impact on field germination and the period of sprout emergence. However, due to the better nutrition regime and less plant damage by diseases and pests, the largest above-ground mass (4095 g/m²), leaf surface (3.87 m²/m²) and surface photosynthetic potential (2.37 million m² × day/ha) were formed by winter wheat under intensive technology, which was reliably 32.1–33.9 % more than normal and 55.0–59.8 % more than under extensive technology. The largest winter wheat productivity was obtained under intensive technology with 6.26 t/ha, which was ensured by high density of plants, their productive tillering, grain content and grain weight per ear. Under normal and extensive technology, the productivity was significantly lower by 2.38 t/ha (38.0 %) and 4.98 t/ha (79.6 %), which was due to a significant decrease in all yield structure elements. Under extensive technology, the yielded grain was of 5 class, under normal and intensive technology it was food grain of 3 class.

Keywords: technology, above-ground mass, leaf area, dry matter, productivity, crude gluten.

Введение. На юге России озимая пшеница является основной зерновой культурой, от урожайности и валовых сборов которой во многом зависит продовольственная безопасность региона. В Ставропольском крае под нее отводится 1,7–1,8 млн га, или 43–45 %, пахотных земель края. Сеют озимую пшеницу во всех почвенно-климатических зонах по технологиям, включающим основную отвальную обработку почвы (Ерошенко и др., 2020).

Однако в Ставропольском крае и других южных регионах страны все большее распространение получает возделывание сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы, в системе прямого посева, когда почва под все культуры севооборота не обрабатывается в течение длительного времени – всех лет применения технологии (Дридигер и др., 2021).

В зависимости от климатических и почвенных условий, обеспеченности хозяйств людскими и материально-техническими ресурсами, озимую пшеницу возделывают по различным по интенсификации производства технологиям – экстенсивным, нормальным и интенсивным (Киришин, 2022).

В экстенсивных технологиях урожай получают за счет естественного плодородия почвы, поэтому не вносят удобрения и не проводят борьбу с вредителями и болезнями. В нормальных технологиях удобрения вносят в дозах, обеспечивающих только устранение дефицита элементов питания возделываемого растения, а борьбу с сорняками, вредителями и болезнями проводят при превышении ими экономического порога вредоносности.

В интенсивных технологиях нормы применения удобрений существенно возрастают, их вносят дробно в течение вегетации на основе почвенной и листовой диагностики обеспеченности растений элементами питания. Применяют интегрированные системы защиты посевов от вредных организмов с использованием агротехнических, биологических и химических мер борьбы с ними.

Применяемые технологии оказывают существенное влияние на условия произрастания и ход формирования урожая, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Кроме того, из-за отсутствия обработки почвы и постоянного наличия на поверхности растительных остатков, в системе прямого посева изменяются водно-физические, агрохимиче-

ские и биологические свойства почвы, оказывающие существенное влияние на рост, развитие, урожайность и качество получаемой продукции возделываемых культур (Иванов и др., 2021). Это требует дополнительной корректировки технологий возделывания озимой пшеницы, под которую в данной системе земледелия отводится до половины посевных площадей. В связи с этим целью наших исследований является установление влияния экстенсивной, нормальной и интенсивной технологий на рост, развитие, урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Ставропольского края.

Материалы и методы исследований.

Полевые опыты проводили на экспериментальном поле Северо-Кавказского ФНАЦ (2020–2023 гг.), расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Среднегодовая среднесуточная температура воздуха здесь составляет 8,4 °С, сумма эффективных температур находится в пределах 3300–3650 °С. Годовое количество осадков 554 мм, из которых 400–450 мм выпадает весной и летом. Неравномерное распределение осадков в течение года является ограничивающим фактором для достижения высокой урожайности возделываемых культур (Волошенкова и др., 2023). Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднемощный слабогумусированный тяжелосуглинистый.

Метеорологические условия 2020/2021 с.-х. года характеризовались дефицитом осадков до и после посева озимой пшеницы, и их обильным выпадением в марте, апреле и мае, когда при климатической норме 155 мм выпало 244 мм, или в 1,6 раза больше. В 2021/2022 с.-х. году в предпосевной период выпали осадки, превысившие среднемноголетние показатели в 1,7–2,3 раза. Зима была снежной, и в мае количество осадков было в 1,5 раза больше климатической нормы, что благоприятно сказалось на росте, развитии и урожайности озимой пшеницы. В 2022/2023 с.-х. год в ноябре, декабре и январе отмечался недобор атмосферных осадков (51 мм, что в 2,0 раза меньше среднемноголетних значений), который компенсировался февральскими и мартовскими осадками – 140 мм при норме 69 мм. Кроме того, в мае при среднемноголетних значениях 74 мм осадков, их выпало 189 мм, или в 2,6 раза больше.

Озимую пшеницу в опыте возделывали в системе прямого посева в севообороте – горох – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница, в котором почва в течение трех лет до закладки опытов при возделывании всех культур не обрабатывалась. В опыте озимую пшеницу после гороха возделывали по трем технологиям.

В экстенсивной технологии из средств химизации применяли только опрыскивание посевов для борьбы с сорняками.

Нормальная технология включала протравливание семян перед посевом, припосевное внесение сложных минеральных удобрений (нитроаммофоска) в дозе $N_{20}P_{20}K_{20}$, ранневесеннюю азотную подкормку аммиачной селитрой в умеренных дозах (N_{33}), а также борьбу с сорняками и болезнями.

В интенсивной технологии дозы применения минеральных удобрений были существенно больше и вносили их дробно – при посеве $N_{60}P_{60}K_{60}$, и три азотные подкормки: после весеннего возобновления вегетации (N_{66}), во время кушения (N_{33}) и опрыскивание раствором карбамида (N_{30}) после колошения озимой пшеницы. В фазе кушения проводили борьбу с однодольными и двудольными сорняками в баковой смеси с фунгицидом, во время колошения – опрыскивание баковой смесью фунгицида и инсектицида против комплекса болезней и вредителей.

Для борьбы с однодольными и двудольными сорняками во всех технологиях применяли Пума Супер 7,5, ЭМВ (0,8 л/га) и Статус Гранд, ВДГ (40 г/га), в борьбе с болезнями и вредителями посевы опрыскивали фунгицидом Новус-Ф, КС (0,8 л/га) и инсектицидом Органза, КЭ – 0,2 л/га.

В опыте сеяли допущенный к использованию в Ставропольском крае сорт озимой пшеницы Виктория Одесская. Посев производили аргентинской сеялкой Gimetal в оптимальные сроки – 5–10 октября с нормой высева 4 млн. всхожих семян на 1 га. Повторность опыта трехкратная, площадь делянки 106 м².

Густота стояния растений, фенологические и другие сопутствующие наблюдения за посевами озимой пшеницы проведены в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур

(2019). Показатели фотосинтетической продуктивности определяли общепринятыми методами (Ерошенко, 2006). Учет урожая осуществляли путем прокоса середины делянок комбайном Сампо-130. Обобщение и математическая обработка полученных данных проведены по методическим указаниям Б. А. Доспехова (2014).

Результаты и их обсуждение. На полевую всхожесть семян озимой пшеницы существенное влияние оказали погодные условия до и после посева. В 2020 г. за август, сентябрь и октябрь выпало 16 мм осадков, что в 8,6 раза меньше климатической нормы – 137 мм, и по всем технологиям перед посевом озимой пшеницы в слое почвы 0–20 см содержалось всего 0,8–1,1 мм продуктивной влаги. Таких запасов влаги в посевном слое почвы явно не достаточно для получения своевременных и дружных всходов, поэтому они появились через 30 дней после выпадения осадков в первой декаде ноября. В этот год из-за позднего появления всходов растения озимой пшеницы ушли в зиму не раскустившимися.

В 2021 и 2022 гг. в сентябре выпадало 97 и 73 мм осадков соответственно, что превысило среднемноголетние значения на 50 и 26 мм, продолжались они и в октябре. Поэтому по всем технологиям в посевном слое почвы содержалось от 20 до 28 мм продуктивной влаги и всходы озимой пшеницы появлялись на 15–16-й день после посева. В эти годы после появления всходов и до наступления холодов было еще соответственно 54 и 27 дней теплой погоды, растения озимой пшеницы до наступления зимы сформировали по 3–5 листочков и 2–3 боковых побега кушения.

Однако разное время появления всходов не оказало существенного влияния на полевую всхожесть семян озимой пшеницы, количество которых в среднем за три года исследований по экстенсивной технологии составило 355 шт./м², нормальной – 349 шт./м², интенсивной – 365 шт./м², не отличаясь существенно между собой ($HCP_{05} = 18$ шт./м²).

В то же время технологии оказали значительное влияние на рост и развитие посевов озимой пшеницы. В течение всего периода вегетации значимо самую большую надземную массу формировали растения, возделываемые по интенсивной технологии (табл. 1).

Таблица 1. Влияние технологии возделывания на надземную массу озимой пшеницы, г/м² (среднее за 2021–2023 гг.)
Table 1. The effect of cultivation technology on above-ground mass of winter wheat, g/m² (mean in 2021–2023)

Технология	Фенологическая фаза			
	кушение	выход в трубку	колошение	полная спелость
Экстенсивная	365	1047	1728	906
Нормальная	535	1687	2708	1343
Интенсивная	680	2415	4095	1660
HCP_{05}	26	77	139	63

Такая разница в вегетативной массе растений между технологиями обусловлена суще-

ственно лучшей обеспеченностью растений озимой пшеницы элементами питания в ин-

тенсивной технологии в результате внесения оптимальных доз минеральных удобрений и интегрированной защиты посевов от вредных организмов. Снижение норм внесения минеральных туков и упрощение системы защиты растений в нормальной технологии приводит к снижению темпов формирования надземной массы по сравнению с интенсивной технологией. По этой же причине самую маленькую надземную массу формируют посевы по экстенсивной технологии, в которой удобрения не вносили и боролись только с сорными растениями.

В фазе колошения, когда вегетативная масса посевов была самой большой, по экстенсивной технологии в слое почвы 0–10 см в среднем за три года исследований содержалось 3,5 мг/кг почвы нитратного азота и 15,9 мг/кг подвижного фосфора, нормальной – соответственно 18,4 и 23,8 мг/кг, интенсивной – 25,6 и 31,2 мг/кг. По классификации Э. А. Муравина и В. И. Титовой (2010), по экстенсивной технологии обеспеченность почвы нитратным азотом была очень низкой, подвижным фосфором – низкой, по нормальной технологии обеспеченность обоими элементами питания была средней, интенсивной технологии – средней по нитратному азоту и повышенной по подвижному фосфору. Но после этого по интенсивной технологии была проведена азотная подкормка карбамидом в дозе 30 кг/га д.в., которая улучшила обеспеченность растений этим элементом питания.

В слое 10–20 см содержание этих элементов питания снижается, но закономерности такие же – существенно больше их по интенсивной технологии, значительно уменьшается в нормальной и меньше всего – в экстенсивной технологии. Аналогичное по обоим слоям почвы происходит и с обеспеченностью почвы подвижным калием.

По наблюдениям С. С. Санина с коллегами (2021), при внесении азотных удобрений в высоких дозах (N_{90} – N_{120} и более) пораженность растений озимой пшеницы болезнями возрастает в 2–3 раза по сравнению экстенсивными и нормальными технологиями. В наших исследованиях при суммарном внесении по нормальной технологии N_{53} и интенсивной N_{189} этого не произошло, так как в первом случае в борьбе с поражением растений болезнями проводилась одноразовая, во втором – двукратная обработка посевов фунгицидами. Поэтому по интенсивной технологии в годы исследований поражение растений пиренофорозом, септориозом, мучнистой росой и фузариозом находилось в пределах 4,5–5,0 %, не превышая экономический порог их вредоносности. В нормальной технологии эти значения были близки или немного превышали порог экономической вредоносности (5,1–11,1 %), тогда как в экстенсивной они были значительно больше – 8,6–19,1 %.

Важную роль в формировании урожая озимой пшеницы играет фотосинтетический аппарат посевов, эффективность работы которого во многом зависит от площади ассимиляционной поверхности. Во все годы проведения исследований повышение интенсивности технологий приводило к существенному увеличению листовой поверхности посевов озимой пшеницы, что наблюдается во все фазы роста и развития растений. В фазе колошения, когда по всем технологиям площадь ассимиляционной поверхности достигает наибольших значений, самая большая она была по интенсивной технологии и составляла 3,87 м²/м², что достоверно на 0,95 м²/м², или на 32,5 % больше, чем по нормальной технологии и на 2,13 м²/м² или в 2,2 раза выше, чем по экстенсивной технологии (табл. 2).

Таблица 2. Влияние технологии возделывания на площадь листьев и поверхностный фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Table 2. The effect of cultivation technology on leaf area and surface photosynthetic potential of winter wheat (mean in 2021–2023)

Технология	Площадь листьев, м ² /м ²			Поверхностный фотосинтетический потенциал, тыс. м ² × сут./га
	кущение	выход в трубку	колошение	
Экстенсивная	0,62	0,97	1,74	952
Нормальная	1,21	1,63	2,92	1610
Интенсивная	1,62	2,36	3,87	2368
НСР ₀₅	0,13	0,17	0,21	86

Самая большая ассимиляционная поверхность посевов в интенсивной технологии и более продолжительный период вегетации (на 3 дня по сравнению с нормальной и на 6 дней с экстенсивной технологией), обеспечили ей и значимо самый высокий поверхностный фотосинтетический потенциал листьев растений озимой пшеницы за весь период вегета-

ции культуры, который на 758 тыс. м² × сут./га, или на 32,0 %, больше, чем в нормальной технологии, и на 1416 тыс. м² × сут./га (в 2,5 раза) больше экстенсивной технологии.

В то же время, чистая продуктивность фотосинтеза самая большая по экстенсивной технологии и за весь период вегетации в среднем за три года составляет 8,26 г/м² × сут, что досто-

верно на $1,99 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$ больше, чем в нормальной технологии, и на $2,31 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$ превышает интенсивную технологию. Это обусловлено тем, что для обеспечения текущей жизнедеятельности в растениях с меньшей листовой поверхностью процесс фотосинтеза протекает намного интенсивнее, чем в посевах с большей листовой поверхностью, где потребное количество продуктов фотосинтеза производится за счет большей ассимиляционной поверхности (Ерошенко, 2006).

Поэтому по интенсивной технологии с большей ассимиляционной поверхностью в растениях озимой пшеницы в фазе полной спелости содержалось 1341 г/м^2 сухого веще-

ства, значительно меньше его было накоплено по нормальной технологии (1010 г/м^2) и меньше всего – в экстенсивной технологии (744 г/м^2). Самое большое содержание сухого вещества в посеве озимой пшеницы по интенсивной технологии обеспечивается более благоприятными условиями формирования урожая (лучшая обеспеченность элементами питания, меньшее поражение вредителями и болезнями), чем по базовой и экстенсивной технологиям.

Как следствие, во все годы проведения опыта самую высокую урожайность сформировали посевы озимой пшеницы по интенсивной технологии, которая в среднем составила $6,26 \text{ т/га}$ (табл. 3).

Таблица 3. Влияние технологии возделывания на урожайность озимой пшеницы, т/га
Table 3. The effect of cultivation technology on winter wheat productivity, t/ha

Технология	Год			Среднее
	2021	2022	2023	
Экстенсивная	1,72	2,91	1,92	2,18
Нормальная	3,55	4,41	3,70	3,88
Интенсивная	5,27	6,60	6,91	6,26
НСП ₀₅	0,23	0,29	0,22	0,25

Значимо (на $2,38 \text{ т/га}$, или на $38,0 \%$) она меньше по нормальной технологии, самая низкая урожайность получена по экстенсивной технологии – $2,18 \text{ т/га}$, что в $1,8$ раза меньше, чем по нормальной, и в $2,9$ раза меньше интенсивной технологии. При этом разница между технологиями математически доказуема во все годы исследований.

Более низкая урожайность озимой пшеницы по всем технологиям получена в 2021 г., когда, несмотря на годовое количество осадков, даже немного превышающее среднееголетние значения (586 мм), из-за сильной осенней засухи 2020 г., растения не раскустились и из зимовки вышли в фазе 2–3-х листьев. Быстрый же рост температур воздуха весной не позволил им сформировать вторичную корневую систему и 2–3 боковых побега, что и стало основной причиной снижения урожайности в этот год.

В 2022 и 2023 гг. годовое количество осадков было на 122 и 112 мм ($22,0$ и $20,2 \%$) больше климатической нормы и выпадали они в течение вегетации довольно равномерно, что и способствовало получению более высокого урожая озимой пшеницы по всем изучаемым технологиям.

Увеличение урожайности по мере интенсификации технологий происходило благодаря увеличению всех элементов структуры урожая озимой пшеницы. По нормальной технологии наблюдалось существенное увеличение густоты стояния растений, продуктивной кустистости, озерненности колоса, зерна в нем и массы 1000 зерен по отношению к экстенсивной технологии. Такое же значимое увеличение происходило по интенсивной технологии в сравнении с нормальной (табл. 4).

Таблица 4. Влияние технологии возделывания на структуру урожая озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)
Table 4. The effect of cultivation technology on winter wheat yield structure (mean in 2021–2023)

Технология	Количество растений, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Зерен в колосе, шт.	Масса, г	
				зерна в колосе	1000 зерен
Экстенсивная	273	1,19	30,5	0,91	30,1
Нормальная	297	1,23	34,9	1,14	34,3
Интенсивная	316	1,56	40,8	1,57	37,8
НСП ₀₅	14	–	1,8	0,06	1,8

Интенсификация технологий оказала влияние и на качество зерна озимой пшеницы. При несущественных различиях между технологиями по стекловидности, зерно, выращенное по экстенсивной технологии,

по содержанию сырой клейковины соответствует 5-му классу качества (фуражное зерно) и может быть использовано только на корм животным (табл. 5).

Таблица 5. Влияние технологи возделывания на качество зерна озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)
Table 5. The effect of cultivation technology on grain quality of winter wheat (mean in 2021–2023)

Технология	Стекловидность, %	Количество, %		ИДК	Класс качества
		белка	сырой клейковины		
Экстенсивная	44,5	10,6	17,3	75,6	5
Нормальная	44,7	13,4	24,0	72,6	3
Интенсивная	46,0	15,4	26,7	76,0	3
НСР ₀₅	2,4	0,8	1,3	–	–

Больше всего белка и сырой – опечатка клейковины содержало зерно, полученное по интенсивной технологии, и по этим показателям соответствовало продовольственному зерну 3-го класса. При значимом снижении содержания белка и сырой клейковины зерно, произведенное по нормальной технологии, также было продовольственным 3-го класса качества. Но по содержанию сырой клейковины зерно по нормальной технологии приближалось к низшему значению градации 3-го класса (23,0 %), тогда как по интенсивной технологии оно было близким к верхней ее границе – 27,0 %, что существенно увеличивает хлебопекарные качества и стоимость зерна, произведенного по интенсивной технологии.

Выводы. Технологии возделывания озимой пшеницы в системе прямого посева не оказали существенного влияния на полевую всхожесть и период появления всходов, которые в большей степени зависели от осадков, выпадаю-

щих до и после посева культуры. Но, благодаря лучшему режиму питания и меньшему поражению растений болезнями и вредителями самую большую надземную массу и эффективно работающий фотосинтетический аппарат в течение всего периода вегетации формируют посевы по интенсивной технологии. В нормальной технологии эти показатели достоверно ниже, меньше всего они по экстенсивной технологии.

Вследствие этого по интенсивной технологии урожайность озимой пшеницы в среднем за годы проведения опыта составила 6,36 т/га, по нормальной и экстенсивной технологии она значимо ниже – 3,88 и 2,18 т/га соответственно. Зерно, полученное при выращивании озимой пшеницы по интенсивной и нормальной технологии, продовольственное 3-го класса, по экстенсивной технологии – фуражное 5-го класса.

Финансирование. Данная работа выполнена по теме Государственного задания № FNMU-2022-0027.

Библиографический список

1. Волошенкова Т. В., Антонов С. А., Калашникова А. А., Перегудов С. В. Тенденции изменения климата в засушливых районах Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 11. С. 5–11. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_11_5
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Дридигер В. К., Кулинцев В. В., Измалков С. А., Дридигер В. В. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 1. С. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10100
4. Ерошенко Ф. В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
5. Ерошенко Ф. В., Оганян Л. Р., Сторчак И. Г., Шестакова Е. О. Состояние и перспективы устойчивого производства высококачественного зерна в Ставропольском крае // АПК: Экономика, управление. 2020. № 2. С. 55–66. DOI: 10.33305/203-54
6. Иванов А. Л., Кулинцев В. В., Дридигер В. К., Белобров В. П. Освоение технологии прямого посева на черноземах России // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 2(14). С. 18–36. DOI: 10.25930/2687-1254/003.2.14.2021
7. Кирюшин В. И. Система научно-инновационного обеспечения технологий адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. 2022. № 2. С. 3–7. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-2-3-7
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1: Общая часть. М.: «Группа Компаний Море», 2019. 385 с.
9. Муравин Э. А., Титова В. И. Агрохимия. М., 2010. 462 с.
10. Санин С. С., Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Карлова Л. В., Корнева Л. Г., Рулева О. М., Санин С. С. Технологии интенсивного зернопроизводства и защиты растений // Защита и карантин растений. 2021. № 5. С. 9–16. DOI: 10.47528/1026-8634_2021_5_9

References

1. Voloshenkova T. V., Antonov S. A., Kalashnikova A. A., Peregudov S. V. Tendentsii izmeneniya klimata v zasushlivykh raionakh Stavropol'skogo kraia [Climate change trends in arid regions of Stavropol Territory] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023. T. 37, № 11. S. 5–11. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_11_5
2. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with basics of statistical processing of the study results)]. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

3. Dridiger V. K., Kulintsev V. V., Izmalkov S. A., Dridiger V. V. Effektivnost' tekhnologii No-till v zasushlivoi zone Stavropol'skogo kraia [No-till technology efficiency in arid part of Stavropol Territory] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T. 35, № 1. S. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10100
4. Eroshenko F. V. Osobennosti fotosinteticheskoi deyatel'nosti sortov ozimoi pshenitsy [Photosynthetic activity features of winter wheat varieties]. Stavropol': Servisshkola, 2006. 200 s.
5. Eroshenko F. V., Oganyan L. R., Storchak I. G., Shestakova E. O. Sostoyanie i perspektivy ustoichivogo proizvodstva vysokokachestvennogo zerna v Stavropol'skom krae [Status and prospects of sustainable production of high-quality grain in Stavropol Territory] // APK: Ekonomika, upravlenie. 2020. № 2. S. 55–66. DOI: 10.33305/203-54
6. Ivanov A. L., Kulintsev V. V., Dridiger V. K., Belobrov V. P. Osvoenie tekhnologii pryamogo poseva na chernozemakh Rossii [Mastering direct seeding technology on Russian blackearth (chernozems)] // Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2021. № 2(14). S. 18–36. DOI: 10.25930/2687-1254/003.2.14.2021
7. Kiryushin V. I. Sistema nauchno-innovatsionnogo obespecheniya tekhnologii adaptivno-landshaftnogo zemledeliya [System of scientific and innovative support for adaptive landscape farming technologies] // Zemledelie. 2022. № 2. S. 3–7. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-2-3-7
8. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology of the state variety testing of agricultural crops]. Vyp. 1: Obshchaya chast'. M.: «Gruppa Kompanii More», 2019. 385 s.
9. Muravin E. A., Titova V. I. Agrokhimiya [Agrochemistry]. M., 2010. 462 s.
10. Sanin S. S., Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Karlova L. V., Korneva L. G., Ruleva O. M., Sanin S. S. Tekhnologii intensivnogo zernoproizvodstva i zashchity rastenii [Technologies of intensive grain production and plant protection] // Zashchita i karantin rastenii. 2021. № 5. S. 9–16. DOI: 10.47528/1026-8634_2021_5_9

Поступила: 11.03.25; доработана после рецензирования: 31.03.25; принята к публикации: 09.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Авторский вклад. Гоноченко А. В. – проектирование и проведение исследования, анализ данных и их интерпретация, написание рукописи; Гаджумаров Р. Г. – выполнение полевых опытов и сбор данных, оформление статьи; Джандаров А. Н. – выполнение полевых, лабораторных опытов и сбор данных; Дридигер В. К. – концептуализация исследования, анализ данных и подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ АГРОФОНА И ОСУШАЕМОГО АГРОЛАНДШАФТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

М. В. Рублюк, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела мониторинга состояния и использования осушаемых земель, 2016vniimz-noo@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-5319-2614;

Д. А. Иванов, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор, заведующий отделом мониторинга состояния и использования осушаемых земель, ORCID ID: 0000-0002-2588-272X
Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2; e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Исследования проводили в 2021–2024 гг. с целью выявления влияния агрофона и условий осушаемого агроландшафта на продуктивность и показатели экономической эффективности производства зерна яровой пшеницы сорта Злата в пределах Верхневолжья в стационарном полевом опыте, расположенном на конечно-моренном холме в Тверской области. Схема опыта включает следующие варианты: агромикрорландшафты (фактор А) – транзитно-аккумулятивный южного склона; транзитный южного склона; элювиально-транзитный южного склона; элювиально-аккумулятивный (вершина холма); элювиально-транзитный северного склона; транзитный северного склона; транзитно-аккумулятивный северного склона и фон удобрений (фактор В) – 1) контроль (N_{30}); 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$. Установлено, что внесение полного NPK в дозе 60 кг/га в д. в. под яровую пшеницу сорта Злата способствовало получению максимальной прибавки урожая зерна – 0,62 т/га в верхних частях агроландшафта (в элювиально-аккумулятивном и элювиально-транзитном южного склона) относительно контроля (N_{30}). Вариабельность урожайности пшеницы на варианте с полным NPK составила 22,7 %, а на контроле возрасла до 28,2 %. По урожайности яровой пшеницы, полученной на контрольном варианте, установлена прямая сильная корреляционная связь с содержанием гумуса ($r = 0,80$) и легкогидролизуемого азота ($r = 0,75$) в почве. Затраты на производство 1 га яровой пшеницы и стоимость полученной продукции были максимальными на агрофоне с применением $N_{60}P_{60}K_{60}$ в транзитно-аккумулятивном микрорландшафте северного склона и составили соответственно 38,27 и 77,10 тыс. руб./га. Наименьшая себестоимость 1 т зерна яровой пшеницы (11,2 тыс. руб.) была на контрольном варианте транзитно-аккумулятивного микрорландшафта северного склона. Максимальная в опыте условная прибыль (46,41 тыс. руб./га) и рентабельность (167,6 %) получена в контрольном варианте транзитно-аккумулятивного агромикрорландшафта.

Ключевые слова: агроландшафт, фон удобрений, агрохимические показатели, урожайность, яровая пшеница, экономическая эффективность, рентабельность.

Для цитирования: Рублюк М. В., Иванов Д. А. Влияние агрофона и осушаемого агроландшафта на продуктивность и показатели экономической эффективности производства зерна яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 91–98. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-91-98.



THE EFFECT OF AGRICULTURAL BACKGROUND AND DRAINED LANDSCAPE ON PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SPRING WHEAT GRAIN PRODUCTION

M. V. Rublyuk, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of monitoring the state and use of the drained lands, 2016vniimz-noo@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-5319-2614;

D. A. Ivanov, Doctor of Agricultural Sciences, correspondent member of the RAS, professor, head of the department of monitoring the state and use of the drained lands, ORCID ID: 0000-0002-2588-272X

*Federal Research Center V. V. Dokuchaev Soil Science Institute
119017, Moscow, Pyzhevsky Lane, 7, building 2; e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru*

The current study was conducted in 2021–2024 to identify the effect of the agricultural background and conditions of the drained agricultural landscape on productivity and economic efficiency of grain production of the spring wheat variety 'Zlata' within the Upper Volga region in a stationary field trial located on a terminal moraine hill in the Tver region. The trial scheme comprises the agro-microlandscapes (factor A) such as transit-accumulative southern slope, transit southern slope, eluvial-transit southern slope, eluvial-accumulative (hilltop), eluvial-transit northern slope, transit northern slope, transit-accumulative northern slope and the fertilizer background (factor B), where 1) control (N_{30}) and 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$. There has been found that the application of full NPK at a dose of 60 kg/ha in active ingredient under the spring wheat variety 'Zlata' contributed to obtaining the maximum increase in grain productivity with 0.62 t/ha in the upper parts of the agrolandscape (in the eluvial-accumulative and eluvial-transit southern slope) in comparison with the control (N_{30}). The variability of wheat productivity in the variant with full NPK was 22.7 %, and in the control it increased to 28.2 %. The spring wheat productivity obtained in the control variant has shown a direct strong cor-

relation with the content of humus ($r = 0.80$) and easily hydrolyzed nitrogen ($r = 0.75$) in soil. The costs of producing 1 ha of spring wheat and the cost of the obtained products were maximum on the agricultural background with the use of $N_{60}P_{60}K_{60}$ in the transit-accumulative microlandscape of the northern slope and amounted to 38.27 and 77.10 thousand rubles/ha, respectively. The lowest cost price of 1 ton of spring wheat grain (11.2 thousand rubles) was in the control variant of the transit-accumulative microlandscape of the northern slope. The maximum conditional profit in the trial (46.41 thousand rubles/ha) and profitability (167.6 %) were obtained in the control variant of the transit-accumulative agro-microlandscape.

Keywords: agricultural landscape, fertilizer background, agrochemical indicators, productivity, spring wheat, economic efficiency, profitability.

Введение. Рост урожайности зерновых культур в последние годы согласуется с изменением агрометеорологических условий (Савин, 2023; Abys et al., 2022). Потенциал урожайности яровой мягкой пшеницы изменяется под воздействием совокупных факторов, а именно: погодных условий, минерального фона удобрений и возделываемого сорта (Барковская и др., 2022, Hossain et al., 2021). На продукционный процесс яровой пшеницы в большой степени влияют условия тепло- и влагообеспеченности растений за вегетационный период, а также экспозиция и крутизна склона (Прохоров и др., 2024). Основополагающими факторами в формировании урожайности яровой пшеницы являются сорт данной культуры, норма высева семян и применение азотных подкормок (Артемьев и др., 2022, Reckling et al., 2020). Продуктивность яровой пшеницы изменяется в пределах осушаемого агроландшафта и при применении разных фонов минеральных удобрений (Рублюк и Иванов, 2024). Использование азотного удобрения и биопрепаратов положительно влияет на накопление в зерне азота (Алферов и др., 2023; Pennacchi et al., 2019, Сычев и др., 2022). Увеличение в смешанном посеве пшеницы доли гороха способствует повышению содержания азота в зерне пшеницы (Завалин и Алешин, 2021). При хорошем увлажнении урожайность яровой пшеницы возрастала в 1,5–2 раза (Усенко и др., 2023). Применение удобрений в системе точного земледелия более экономически эффективно благодаря наименьшей себестоимости зерна, максимальной в опыте чистой прибыли и высокой рентабельности производства (Абрамов и Шерстобитов, 2024).

Цель исследований – выявить влияние агрофона и осушаемого агроландшафта на продуктивность и показатели экономической эффективности производства зерна яровой пшеницы сорта Злата в условиях Верхневолжья.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственного использования мелиорированных земель – филиале ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева» (ВНИИМЗ) в 2021–2024 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (г. Тверь, п. Эммаусс). На участке размещены два зернотравяных севооборота (овес + травы – травы 1–2 г. п. – озимая рожь – яровая пшеница). В первом севообороте (контрольный вариант) вносили минимальное количество азотных удобрений (аммиачную селитру) в подкормку (N_{30} кг/га д.в.) на зерновых культурах.

Во втором севообороте (вариант с полным NPK) применяли 60 кг/га д.в. (диаммофоска) на зерновых культурах в предпосевную культивацию и N_{40} кг/га д. в. аммиачной селитры – в подкормку, и K_{70} кг/га д.в. (хлористый калий) – на травах 1 и 2 г пользования в подкормку. В опыте сеяли клеверотимофеечную травосмесь, сорт клевера – Вик 7, тимофеевки – Вик 9. Влияние удобрений на продуктивность яровой пшеницы изучали в осушаемом агроландшафте, который представляет собой вершину холма, склоны и межхолмные депрессии. В его пределах выделили варианты опыта (агромикроландшафты) – 1. Т-Аю – транзитно-аккумулятивный южного склона; 2. Тю – транзитный южного склона; 3. Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4. Э-А – элювиально-аккумулятивный (вершина холма); 5. Э-Тс – элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс – транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона. Почвенная разность опытного участка – глееватая остаточно-карбонатная дерново-сильнопodzolistая почва, гранулометрический состав которой в пределах южной части и вершины супесчаный, а в северной части – легкосуглинистый. На склоне южной экспозиции морена находится по профилю ниже 1 м, а на северном – на 0,5–0,6 м и частично встречается в верхнем слое.

Подвижный фосфор и обменный калий определяли по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011), содержание органического вещества – методом Тюрина (ГОСТ 26213-91), обменную кислотность – потенциометрическим методом (ГОСТ 58594-2019). Площадь опытных делянок – 288 м², повторность вариантов – 4-кратная. Посев яровой пшеницы проводили сеялкой СЗ-4.0 во второй декаде мая. Норма высева семян пшеницы – 5,5 млн всхожих зерен. Уборку зерна яровой пшеницы проводили во второй декаде августа, способ уборки – прямое комбайнирование.

Закладку полевых опытов проводили в соответствии с Методикой полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами (1967). Расчет экономической эффективности возделывания яровой пшеницы проводили в соответствии с Методическими подходами определения экономической эффективности при производстве зерна (Старченко и Чабанный, 2015).

Статистическая обработка результатов исследований выполнена корреляционным и дисперсионным методами с использованием компьютерных программ STATGRAFICS, EXCEL 2007. В двухфакторном дисперсионном

анализе фактором А являются агромикрорландшафты: (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас); фактором В – фон удобрений: 1) контроль (N_{30}); 2) $N_{60} P_{60} K_{60}$.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2021–2024 гг. показаны на рисунках 1 и 2. За период вегетации яровой пшеницы сумма осадков составила 208; 247; 262 и 271 мм в 2021, 2022, 2023 и 2024 гг. соответственно. В мае количество выпавших осадков за годы исследований изменялось

от 16 до 56 мм. Наименьшее количество осадков (29 % от нормы) выпало в 2024 году. В июне максимальное количество осадков выпало в 2021 г. (139 % от нормы), а в 2023 г. осадков выпало наименьшее количество (59 % от нормы). В июле 2021 г. наблюдался дефицит влаги, осадков выпало 24 % от нормы, и избыток – в 2023 г. (136 % от нормы). В августе количество выпавших осадков было ниже среднемноголетних значений по всем годам исследований и составило 73–88 % от нормы.

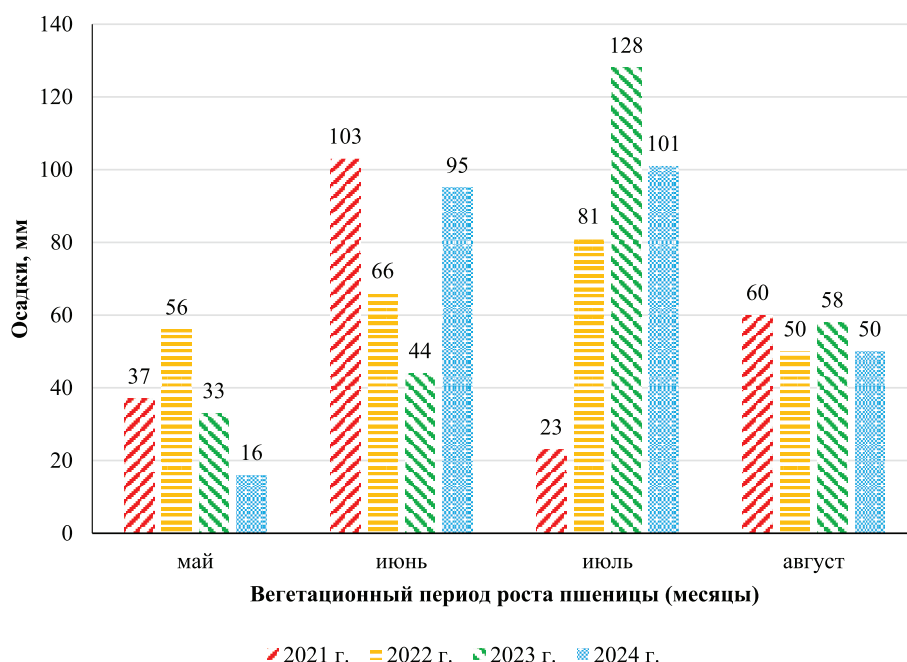


Рис. 1. Распределение атмосферных осадков за вегетационный период яровой пшеницы (2021–2024 гг.)
Fig. 1. Distribution of atmospheric precipitation during the vegetation period of spring wheat (2021–2024)

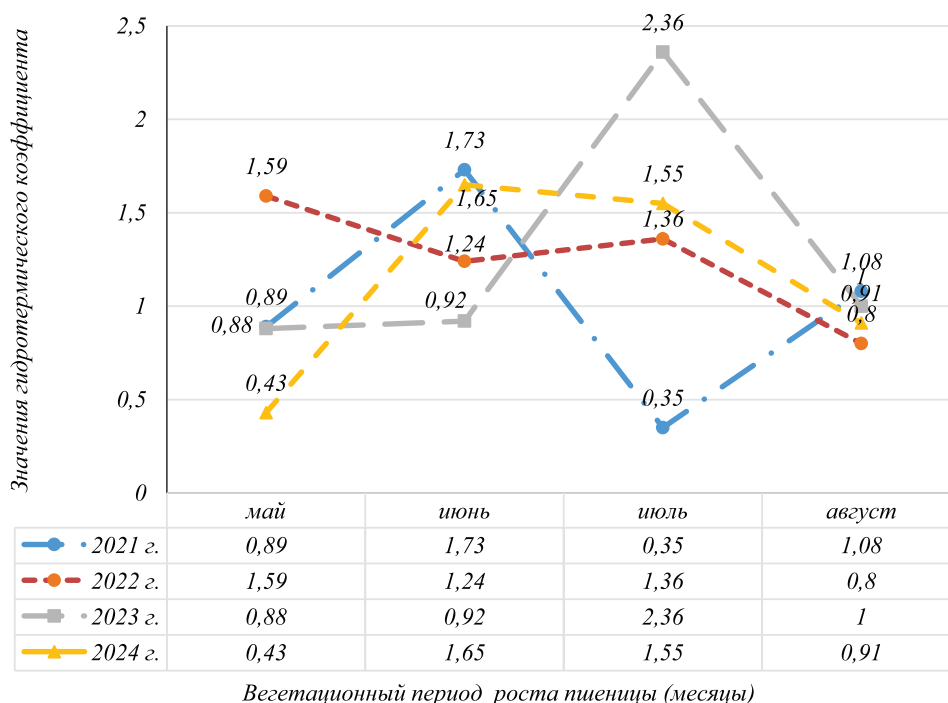


Рис. 2. Значения ГТК за вегетационный период возделывания яровой пшеницы (2021–2024 гг.)
Fig. 2. HTC values during the vegetation period of spring wheat (2021–2024)

Значения гидротермического коэффициента изменялись по годам исследований и в течение вегетационного периода возделывания яровой пшеницы (табл. 1, рис. 2). В мае значения ГТК изменялись в пределах от 0,43 до 1,59 ед. Данный период был засушливым по всем годам исследований, кроме 2022-го, который был оптимальным для роста растений. В июне сложились оптимальные условия для роста растений в 2021, 2022 и 2024 гг. (ГТК составил 1,73; 1,24 и 1,65 соответственно). В июле ГТК изменялся от 0,35 до 2,36 ед. В 2021 г. июль был засушливым, а в 2023 г. – избыточно-влажным. Август был засушливым по всем годам исследований, ГТК составил 0,80–1,08 ед.

Значения гидротермических коэффициентов за вегетационный период возделывания яровой пшеницы в 2021 и 2024 гг. составили соответственно 0,96 и 1,08, что характеризует эти

годы как засушливые либо недостаточно влажные. В 2022 и 2023 гг. вегетационный период характеризовался как оптимальный для возделывания с/х культур (ГТК составил соответственно 1,28 и 1,42).

Неблагоприятные периоды по влагообеспеченности растений яровой пшеницы в критические фазы роста и развития оказали негативное влияние на формирование урожая зерна.

Результаты и их обсуждение. Агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы изменялись в пределах агроландшафта. На вариантах опыта почва имела слабокислую и кислую реакцию почвенного раствора. В среднем за 2021–2024 гг. обменная кислотность почвы изменялась в пределах от 4,99 до 5,57 ед. (табл. 1).

Таблица 1. Влияние осушаемого агроландшафта на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы слое 0–20 см (в среднем за 2021–2024 гг.)
Table 1. The effect of drained agrolandscape on agrochemical parameters of sod-podzolic soil in the layer of 0–20 cm (mean in 2021–2024)

Агромикрорландшафты	Показатели				
	pH _{KCl}	N _{лг}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус
	мг/кг почвы				%
Т-Аю	5,20	47,8	413,5	98,0	2,21
Тю	5,20	59,5	396,3	105,0	3,14
Э-Тю	5,19	56,2	319,5	156,5	2,62
Э-А	5,57	50,2	329,8	153,3	2,88
Э-Тс	4,99	58,4	147,3	109,4	2,86
Тс	5,54	65,6	162,0	101,9	3,40
Т-Ас	5,55	65,6	201,3	89,5	3,50
Среднее	5,32	57,6	281,4	116,2	2,95
НСР ₀₅	0,39	10,1	40,2	17,7	Различия недостоверны

Максимальное подкисление почвы (на 0,33 ед.) в сравнении со средним значением отмечено в верхней части северного склона (в Э-Тс). Количество легкогидролизуемого азота в почве находилось в пределах от 47,8 до 65,6 мг/кг почвы. Максимальное содержание азота было в почве транзитных вариантов северного склона. В сравнении со средним значением его повышение здесь составило 8 мг/кг почвы. В опыте обеспеченность подвижным фосфором была высокая в транзитных вариантах северного склона, повышенная – в Э-Тс и очень высокая – на южном склоне и на вершине (по Кирсанову) (Воробьева, 1998). Его количество в пределах агроландшафта варьировало от 147,3 до 413,5 мг/кг почвы. Максимальное количество фосфора (413,5 мг) содержалось в почве транзитно-аккумулятивного микрорландшафта южного склона. По сравнению со средним значением его прибавка составила 132,1 мг. Обеспеченность

почвы обменным калием была повышенная и средняя (по Кирсанову) (Воробьева, 1998). Величина данного показателя варьировала от 89,5 до 156,5 мг/кг почвы. Максимальное количество калия (156,5 мг) содержалось в почве элювиально-транзитного варианта южного склона. Его увеличение в сравнении со средней по опыту составило 40,3 мг/кг почвы. В нижней части склона северной экспозиции содержание обменного калия максимально снижалось (на 26,7 мг) в сравнении со средней по опыту.

Содержание органического вещества находилось в пределах от 2,21 до 3,5 %, что соответствует второй категории окультуренности почвы. Максимальный процент гумуса (3,5 %) был в нижней части северного склона (в Т-Ас). В сравнении со средней по опыту его повышение составило 0,55 %.

Изучаемые агрофоны оказали влияние на урожайность яровой пшеницы в пределах осушаемого агроландшафта (табл. 2).

Таблица 2. Влияние агрофона и осушаемого агроландшафта на урожайность яровой пшеницы, т/га (в среднем за 2021–2024 гг.)
Table 2. The effect of agricultural background and drained agrolandscape on spring wheat productivity, t/ha (mean in 2021–2024)

Агромикрорландшафты (фактор А)	Фон удобрений (фактор В)		Среднее по фактору А
	контроль – N ₃₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
Т-Аю	1,11	1,32	1,21
Тю	1,29	1,45	1,37
Э-Тю	1,68	2,30	1,99
Э-А (вершина холма)	1,79	2,41	2,10
Э-Тс	1,65	2,20	1,92
Тс	2,28	2,41	2,34
Т-Ас	2,47	2,57	2,52
Среднее по фактору В	1,75	2,10	1,92

НСР₀₅ для частных различий – 0,37; для фактора А – 0,26; для фактора В – 0,14

В среднем за четыре года исследований урожайность яровой пшеницы сорта Злата в целом по агроландшафту составила 1,75 и 2,10 т/га на контроле и на варианте с применением полного NPK соответственно. Наиболее высокий показатель урожайности пшеницы был получен в нижней части северного склона по двум фонам удобрений. Прибавка урожайности на контроле и на варианте с внесением полного NPK составила соответственно 0,72 и 0,47 т/га в сравнении со средней по опыту. В нижней части склона южной экспозиции (в Т-Аю) была получена наиболее низкая урожайность яровой пшеницы по двум фонам. Снижение данного показателя в сравнении со средней по агроландшафту составило на контроле и на варианте с полным NPK 0,64 и 0,78 т/га соответственно. Внесение полного NPK в дозе 60 кг/га в д. в. под яровую пшеницу способствовало получению прибавки урожая зерна в пределах от 0,10 до 0,62 т/га относительно контроля. Максимальное повышение урожайности зерна (0,62 т/га) получено в верхних частях агроландшафта (в элювиально-акку-

мулятивном и элювиально-транзитном южного склона).

В опыте вариабельность урожайности пшеницы на контрольном варианте составила 28,2 %, а на варианте с полным NPK снизилась до 22,7 %. По урожайности яровой пшеницы установлена прямая сильная корреляционная связь с содержанием гумуса ($r = 0,80$) и легкогидролизуемого азота ($r = 0,75$) на контрольном варианте и обратная – с содержанием фосфора ($r = -0,76$). В варианте с применением полного NPK отмечалась средняя корреляционная связь урожайности яровой пшеницы с агрохимическими показателями почв: с содержанием в них гумуса и азота – $r = 0,58$ и $0,51$ соответственно.

Стоимость полученной валовой продукции зависит от цены ее реализации. Осенью 2024 г. стоимость 1 кг зерна яровой пшеницы составила 30 руб. за 1 кг. При пересчете на величину урожайности стоимость валовой продукции зерна яровой пшеницы находилась в пределах 33,3–77,1 тыс. руб./га (табл. 3).

Таблица 3. Влияние агрофона и осушаемого агроландшафта на показатели экономической эффективности возделывания яровой пшеницы (2021–2024 гг.)

Table 3. The effect of agricultural background and drained agrolandscape on economic efficiency of spring wheat cultivation (2021–2024)

Агромикрорландшафты	Показатели					
	Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Себестоимость производства 1 т зерна, тыс. руб./га	Условная прибыль, тыс. руб./га	Условная прибыль на 1 рубль затрат	Рентабельность, %
	Фон удобрений – контроль – N ₃₀					
Т-Аю	33,30	24,87	22,4	8,43	0,34	33,9
Тю	38,70	25,58	19,6	13,42	0,53	52,4
Э-Тю	50,40	26,05	15,0	24,35	0,93	93,4
Э-А	53,70	26,27	14,7	27,43	1,04	104,4
Э-Тс	49,50	26,04	15,8	23,46	0,90	90,0
Тс	68,40	27,06	11,9	41,34	1,53	152,7
Т-Ас	74,10	27,69	11,2	46,41	1,68	167,6
	Фон удобрений – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
Т-Аю	39,60	35,81	27,1	3,79	0,11	10,6
Тю	43,50	36,04	20,7	7,46	0,21	20,7
Э-Тю	66,90	37,67	16,4	29,23	0,54	77,6

Продолжение табл. 3

Агромикрорландшафты	Показатели					Рентабельность, %
	Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Себестоимость производства 1 т зерна, тыс. руб./га	Условная прибыль, тыс. руб./га	Условная прибыль на 1 рубль затрат	
Э-А	72,30	37,87	15,7	34,43	0,91	90,9
Э-Тс	66,00	37,51	17,1	28,49	0,76	75,9
Тс	72,30	37,86	15,7	34,47	0,91	91,0
Т-Ас	77,10	38,27	14,9	38,83	1,01	101,5

Максимальная стоимость продукции была получена на агрофоне с применением NPK в дозе 60 кг д. в./га в транзитно-аккумулятивном микрорландшафте северного склона. В сравнении с контрольным вариантом стоимость валовой продукции увеличилась здесь на 3,0 тыс. руб./га. Наименьшая стоимость валовой продукции была получена на контрольном варианте транзитно-аккумулятивного микрорландшафта южного склона – 33,3 тыс. руб./га.

Затраты на производство зерна яровой пшеницы составляют статьи расходов на ГСМ, семена, удобрения, оплату труда и др. Производственные затраты на возделывание 1 га яровой пшеницы изменялись в пределах от 24,87 до 38,27 тыс. руб./га. Их максимальная величина – 38,27 тыс. руб./га была в варианте с применением полного NPK транзитно-аккумулятивного микрорландшафта северного склона. Наиболее низкие затраты на производство пшеницы (24,87 тыс. руб./га) были в контрольном варианте транзитно-аккумулятивного микрорландшафта южного склона. Их снижение в сравнении с максимальными затратами составило 13,4 тыс. руб./га.

Себестоимость 1 т зерна яровой пшеницы варьировала от 11,2 до 27,1 тыс. руб. Наименьшая себестоимость была отмечена в транзитно-аккумулятивном микрорландшафте по двум фонам удобрений: 11,2 тыс. руб. – на контроле и 14,9 тыс. руб. – на фоне с полным NPK. Максимальное значение данного показателя (27,1 тыс. руб.) отмечено в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона на фоне с полным NPK.

Условная прибыль исчисляется как разница между стоимостью полученного урожая зерна яровой пшеницы и затратами на его выращивание. Условная прибыль в расчете на 1 га колебалась в пределах от 3,79 до 46,41 тыс. руб. на 1 га. Наибольшая прибыль была получена на варианте северного склона – в Т-Ас – 38,83 и 46,41 тыс. руб./га на удобренном фоне и контроле соответственно.

Чистый доход на 1 рубль затрат имел разброс от 0,11 до 1,68 руб.

Большое значение в экономической эффективности возделывания яровой пшеницы имеет рентабельность, которая представляет

собой отношение чистого дохода к затратам, выраженная в процентах. Рентабельность производства зерна яровой пшеницы оказалась низкой. Лишь на трех микрорландшафтах (элювиально-аккумулятивный, транзитном и транзитно-аккумулятивном северного склона) она составила 101,5–167,6 %. По другим вариантам рентабельность составила 10,6–93,4 %.

Выводы. Исследования за 2021–2024 гг. показали влияние агрофона и агромикрорландшафтов на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Злата и показатели экономической эффективности.

1. Внесение полного NPK в дозе 60 кг/га в д. в. под яровую пшеницу способствовало получению максимальной прибавки урожая зерна – 0,62 т/га в верхних частях агроландшафта (в элювиально-аккумулятивном и элювиально-транзитном южного склона) относительно контроля (N_{30}).

2. В опыте вариabельность урожайности пшеницы на контрольном варианте составила 28,2 %, а на варианте с полным NPK снизилась до 22,7 %.

3. По урожайности яровой пшеницы, полученной на контрольном варианте, установлена прямая сильная корреляционная связь с содержанием гумуса ($r = 0,80$) и легкогидролизуемого азота ($r = 0,75$).

4. Затраты на производство 1 га яровой пшеницы и стоимость полученной продукции были максимальными на агрофоне с применением $N_{60}P_{60}K_{60}$ в транзитно-аккумулятивном микрорландшафте северного склона и составили соответственно 38,27 и 77,10 тыс. руб./га.

5. Наименьшая себестоимость 1 т зерна яровой пшеницы (11,2 тыс. руб.) была на контрольном варианте транзитно-аккумулятивного микрорландшафта северного склона.

6. Максимальная в опыте условная прибыль (46,41 тыс. руб./га) и рентабельность (167,6 %) получена в контрольном варианте транзитно-аккумулятивного агромикрорландшафта.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева» (тема 0439-2022-0017).

Библиографический список

1. Абрамов Н. В., Шерстобитов С. В. Формирование зерна яровой пшеницы высокого качества при дифференцированном внесении азотных удобрений // Земледелие. 2024. № 3. С. 33–39. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-33-39

2. Алферов А. А., Никитин С. Н., Чернова Л. С., Завалин А. А. Эффективность применений азотных удобрений биопрепаратов на яровой пшенице // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. №5. С. 39–42. DOI: 10.31857/ S2500262723050071
3. Артемьев А. А., Кузнецов Д. А. Урожайность и семенные качества яровой пшеницы при разных нормах высева и дозах азотных подкормок // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65, № 3 (387). С. 287–291 DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_287
4. Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23, №2. С. 239–247. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.239-247
5. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
6. Завалин А. А., Алешин М. А. Вынос урожая, баланс в почве и эффективность использования азота зерновыми культурами в смешанных и одновидовых агроценозах // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 6. С. 3–8. DOI: 10.31857/ S2500262721060016
7. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами. М.: Наука, 1967. 183 с.
8. Прохоров А. А., Куприянов А. Н., Борисов Б. А., Ефимов О. Е. Агроэкологическая оценка продуктивности яровой пшеницы в агроландшафтах Нижнекамского района Республики Татарстан // Плодородие. 2024. №5. С. 89–96. DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.19
9. Рублюк М. В., Иванов Д. А. Влияние фона удобрений и осушаемого агроландшафта на свойства дерновоподзолистой почвы и урожайность яровой пшеницы сорта Злата // Земледелие. 2024. № 3. С. 18–23. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-18-23
10. Савин И. Ю. О влиянии современных изменений климата на рост урожайности яровых зерновых культур в России // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 2. С. 58–62. DOI: 10.31857/S2500262723020126
11. Старченко И. В., Чабанный А. А. Методические подходы определения экономической эффективности при производстве зерна // Проблемы современной экономики. Материалы IV Международной научной конференции. 2015. С. 98–101.
12. Сычев В. Г., Шафран С. А., Илюшенко И. В. Применение минеральных удобрений и их эффективность в различных зонах России // Плодородие. 2022. № 3. С. 3–6. DOI: 10.25680/S19948603.126.01
13. Усенко В. И., Гаркуша А. А., Литвинцева Т. А., Дерянова Е. Г., Щербакова А. А., Кобзева И. А. Урожай яровой пшеницы при комплексном агротехнологическом воздействии в условиях различного увлажнения юга Западной Сибири // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 6. С. 47–54. DOI: 10.31857/S2500262723060108
14. Abys C., Skakun S., Becker-Reshef I. The Rise and Volatility of Russian Winter Wheat Production // Environmental Research Communications. 2022. Vol. 4, № 10. Article number: 101003. DOI: 10.1088/2515-7620/ac97d2
15. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Abu Syed M., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A. K., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate // Agronomy. 2021. Vol. 11, № 2. Article number: 241. DOI: 10.3390/agronomy11020241
16. Pennacchi J. P., Carmo-Silva E., Andralojc P. J., Lawson T., Allen A. M., Raines C. A., Parry M. A. J. Stability of wheat grain yields over three field seasons in the UK // Food Energy Secur. 2018. Article number: 147. DOI: 10.1002/fes3.147
17. Reckling M., Bergkvist G., Watson C. A., Stoddard F. L., Bachinger J. Re-designing organic grain legume cropping systems using systems agronomy // European Journal of Agronomy. 2020. Vol. 112, Article number: 125951. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125951

References

1. Abramov N. V., Sherstobitov S. V. Formirovanie zerna yarovoi pshenitsy vysokogo kachestva pri differentsirovannom vnesenii azotnykh udobrenii [Formation of high-quality spring wheat grain with differentiated application of nitrogen fertilizers] // Zemledelie. 2024. № 3. С. 33–39. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-33-39
2. Alferov A. A., Nikitin S. N., Chernova L. S., Zavalin A. A. Effektivnost' primeneniya azotnykh udobrenii biopreparatov na yarovoi pshenitse [Efficiency of nitrogen fertilizers and bio-products on spring wheat] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2023. № 5. С. 39–42. DOI: 10.31857/ S2500262723050071
3. Artem'ev A. A., Kuznetsov D. A. Urozhainost' i semennyye kachestva yarovoi pshenitsy pri raznykh normakh vyseva i dozakh azotnykh podkormok [Productivity and seed qualities of spring wheat with different seeding rates and doses of nitrogen fertilizers] // Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. 2022. Т. 65, № 3 (387). С. 287–291 DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_287
4. Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. Vliyaniye mineral'nykh udobrenii na urozhainost' yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Tsentral'nogo Nечernozem'ya [The effect of mineral fertilizers on spring common wheat productivity in the Central Non-Blackearth Region] // Agramaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. Т. 23, № 2. С. 239–247. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.239-247
5. Vorob'eva L. A. Khimicheskii analiz pochv [Chemical analysis of soils]. M.: Izd-vo MGU, 1998. 272 s.
6. Zavalin A. A., Aleshin M. A. Vynos urozhayem, balans v pochve i effektivnost' ispol'zovaniya azota zernovymi kul'turami v smeshannykh i odnovidovykh agrotsenozakh [Crop removal, soil balance and efficiency of nitrogen use by grain crops in mixed and single species agroecosystems] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2021. № 6. С. 3–8. DOI: 10.31857/ S2500262721060016
7. Metodika polevykh i vegetatsionnykh opytov s udobreniyami i gerbitsidami [Methodology of field and vegetation trials with fertilizers and herbicides]. M.: Nauka, 1967. 183 s.

8. Prokhorov A. A., Kupriyanov A. N., Borisov B. A., Efimov O. E. Agroekologicheskaya otsenka produktivnosti yarovoi pshenitsy v agrolandshaftakh Nizhnekamskogo raiona Respubliki Tatarstan [Agroecological estimation of the spring wheat productivity in the agrolandscapes of the Nizhnekamsk region of the Republic of Tatarstan] // *Plodorodie*. 2024. № 5. S. 89–96. DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.19
9. Rublyuk M. V., Ivanov D. A. Vliyanie fona udobrenii i osushaemogo agrolandshafta na svoistva dernovopodzolistoi pochvy i urozhainost' yarovoi pshenitsy sorta Zlata [The effect of fertilizer background and drained agrolandscape on the properties of sod-podzolic soil and spring wheat productivity of the variety 'Zlata'] // *Zemledelie*. 2024. № 3. S. 18–23. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-18-23
10. Savin I. Yu. O vliyaniy sovremennykh izmenenii klimata na rost urozhainosti yarovykh zernovykh kul'tur v Rossii [On the impact of modern climate change on the improvement of spring grain crops' productivity in Russia] // *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2023. № 2. S. 58–62. DOI: 10.31857/S2500262723020126
11. Starchenko I. V., Chabannyi A. A. Metodicheskie podkhody opredeleniya ekonomicheskoi effektivnosti pri proizvodstve zerna [Methodological approaches to determining economic efficiency in grain production] // *Problemy sovremennoi ekonomiki. Materialy IV Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*. 2015. S. 98–101.
12. Sychev V. G., Shafran S. A., Ilyushenko I. V. Primenenie mineral'nykh udobrenii i ikh effektivnost' v razlichnykh zonakh Rossii [The use of mineral fertilizers and their efficiency in various parts of Russia] // *Plodorodie*. 2022. № 3. S. 3–6. DOI: 10.25680/S19948603.126.01
13. Usenko V. I., Garkusha A. A., Litvintseva T. A., Deryanova E. G., Shcherbakova A. A., Kobzeva I. A. Urozhai yarovoi pshenitsy pri kompleksnom agrotekhnologicheskom vozeistvii v usloviyakh razlichnogo uvlazhneniya yuga Zapadnoi Sibiri [Spring wheat yield under a complex agro-technological impact in conditions of different moisture in the south of Western Siberia] // *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2023. № 6. S. 47–54. DOI: 10.31857/S2500262723060108
14. Abys C., Skakun S., Becker-Reshef I. The Rise and Volatility of Russian Winter Wheat Production // *Environmental Research Communications*. 2022. Vol. 4, № 10. Article number: 101003. DOI: 10.1088/2515-7620/ac97d2
15. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Abu Syed M., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A. K., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate // *Agronomy*. 2021. Vol. 11, № 2. Article number: 241. DOI: 10.3390/agronomy11020241
16. Pennacchi J. P., Carmo-Silva E., Andralojc P. J., Lawson T., Allen A. M., Raines C. A., Parry M. A. J. Stability of wheat grain yields over three field seasons in the UK // *Food Energy Secur.* 2018. Article number: 147. DOI: 10.1002/fes3.147
17. Reckling M., Bergkvist G., Watson C. A., Stoddard F. L., Bachinger J. Re-designing organic grain legume cropping systems using systems agronomy // *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 112, Article number: 125951. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125951

Поступила: 03.03.25; доработана после рецензирования: 07.04.25; принята к публикации: 07.04.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Рублюк М. В. – выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Иванов Д. А. – концептуализация исследований, сбор данных, анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА «РОСТОК» В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Казак, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологии и селекции в растениеводстве им. Ю. П. Логинова, kazakaa@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-0563-3806;

Ю. П. Логинов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве им. Ю. П. Логинова, loginov.yup@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-2372-9350;

С. Н. Ященко, старший преподаватель кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве им. Ю. П. Логинова, yaschenko.sn@ati.gausz.ru, ORCID ID: 0000-0001-8017-629X
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,
625003, Тюменская обл., г. Тюмень, ул. Республики, д. 7; e-mail: pr@gausz.ru

Целью данного исследования было выяснить влияние регулятора роста «Росток» на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы Ирень и Икар в условиях лесостепной зоны Тюменской области. Исследования проводили в период с 2014 по 2017 г. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья, где изучалось воздействие гуминового препарата «Росток» на продолжительность межфазных периодов, фотосинтетическую активность листьев, урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы. Работы осуществлялись как в полевых, так и в лабораторных условиях. Технология возделывания яровой мягкой пшеницы соответствовала рекомендациям для Тюменской области и включала: основную обработку почвы плугом на глубину 26–28 см, весеннее боронование, внесение минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{45}$) и предпосевную культивацию на глубину 6–7 см. Посев проводили сеялкой ССФК-10 с нормой высева 6,2 млн. всхожих зерен на гектар. Объемом исследования стали два сортовых реестровых сорта яровой мягкой пшеницы – Ирень (среднеранний) и Икар (среднеспелый). Для проведения исследования использовали общепринятые методики, включая Методику государственного сортоиспытания; для определения фотосинтетической активности растений применяли методику А. А. Ничипоровича. При оценке показателей качества зерна опирались на методики, описанные и принятые в ГОСТ. Установлено, что в вариантах с обработкой семян перед посевом и совместной обработкой семян и растений удалось добиться максимального проявления хозяйственных признаков. В частности, густота всходов увеличилась на 11,7–16,3 %, сохранность растений к уборке – на 8,2–13,6 %, продуктивная кустистость – на 0,15–0,24, озерненность колоса – на 4–5 зерен, а урожайность – на 0,43–0,77 т/га при контроле урожайности у сорта Ирень 2,82 т/га, у сорта Икар – 2,98 т/га. Урожайность зерна сочеталась с его качеством: содержание белка составило 15,7–16,4 % для сорта Ирень и 13,7–14,1 % для сорта Икар. По уровню содержания и качеству клейковины зерно сорта Ирень соответствует требованиям для сильной пшеницы, в то время как сорт Икар соответствует требованиям для обычной пшеницы. Рентабельность зерна в опытных вариантах составила 52,3–63,1 % для сорта Ирень и 47,5–60,6 % для сорта Икар, в то время как в контроле – 31,4 % и 25,1 % соответственно.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, урожайность, качество, рентабельность.

Для цитирования: Казак А. А., Логинов Ю. П., Ященко С. Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения регулятора роста «Росток» в северной лесостепи Тюменской области // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 3. С. 99–107. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-99-107.



PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON THE GROWTH REGULATOR “ROSTOK” IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE TYUMEN REGION

A. A. Kazak, Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, head of the department of biotechnology and Plant Breeding named after Y. P. Loginov, kazakaa@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-0563-3806;

Yu. P. Loginov, Doctor of Agricultural Sciences, professor, professor of the department of biotechnology and Plant Breeding named after Y. P. Loginov, loginov.yup@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-2372-9350;

S. N. Yashchenko, senior lecturer of the department of biotechnology and Plant Breeding named after Y. P. Loginov, yaschenko.sn@ati.gausz.ru, ORCID ID: 0000-0001-8017-629X
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Northern Trans-Ural State Agricultural University”,
625003, Tyumen region, Tyumen, Respublik Str., 7; e-mail: pr@gausz.ru

The purpose of the current study was to find out the effect of the growth regulator “Rostok” on productivity and grain quality of spring wheat varieties ‘Iren’ and ‘Ikar’ in the forest-steppe of the Tyumen region. The study was conducted from 2014 to 2017 at the experimental plot of the Northern Trans-Ural SAU, where there was studied the effect of the humic product “Rostok” on the length of interphase periods, photosynthetic activity of leaves, productivity, and grain quality of spring common wheat varieties. The work was conducted both in the field

and in the laboratory. The cultivation technology of spring common wheat corresponded to the recommendations for the Tyumen region and included primary plowing to a depth of 26–28 cm, spring harrowing, fertilizing ($N_{60}P_{60}K_{45}$) and pre-sowing cultivation to a depth of 6–7 cm. Sowing was carried out by the SSFK-10 seeder with a seeding rate of 6.2 million germ.grains per hectare. The objects of the study were two varietal registered varieties of spring common wheat 'Iren' (middle-early) and 'Ikar' (middle-ripening). The study was conducted using generally accepted methods, including the Methodology of the State Variety Testing. A. A. Nichiporovich method was used to determine the photosynthetic activity of plants. When estimating the quality indicators of grain, the methods described and adopted in GOSTs were relied on. There has found that in the variants with pre-sowing treatment of seeds and joint treatment of seeds and plants, it was possible to achieve the maximum manifestation of economic traits. Density of sprouts increased by 11.7–16.3 %, survival rate of plants for harvesting by 8.2–13.6 %, productive tillering by 0.15–0.24, grain content per ear by 4–5 grains, and productivity by 0.43–0.77 t/ha, productivity of the variety 'Iren' was 2.82 t/ha, and 2.98 t/ha of the variety 'Ikar'. Grain productivity was combined with its quality, since protein content was 15.7–16.4 % in the variety 'Iren' and 13.7–14.1 % in the variety 'Ikar'. According to gluten percentage and quality, the grain of the variety 'Iren' meets the requirements for strong wheat, while the variety 'Ikar' meets the requirements for ordinary wheat. The grain profitability in the experimental variants was 52.3–63.1 % for the variety 'Iren' and 47.5–60.6 % for the variety 'Ikar', while for the control variety it was 31.4 % and 25.1 %, respectively.

Keywords: spring wheat, variety, productivity, quality, profitability.

Введение. XXI век характеризуется значительным поворотом агрономической науки к органическому земледелию. Это направление обусловлено необходимостью снижения экологической нагрузки на почву и повышения устойчивости экосистем, что стало актуальным вопросом в условиях растущего населения планеты и ограниченности природных ресурсов. Одним из ключевых аспектов органического земледелия является использование биопрепаратов, которые производятся из натурального сырья и оказывают минимальное воздействие на окружающую среду. Такие препараты способствуют улучшению плодородия почвы, повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, одновременно снижая зависимость от синтетических удобрений и пестицидов (Коробова и др., 2021).

Одним из примеров успешных разработок в этой области стал препарат «Росток», созданный учеными кафедры общей химии имени И. Д. Комиссарова Государственного аграрного университета Северного Зауралья под руководством доктора биологических наук, профессора Игоря Дмитриевича Комиссарова. Этот регулятор роста был разработан на основе торфа – уникального природного материала, обладающего широким спектром полезных свойств. Торф содержит большое количество органических веществ, микроэлементов и гуминовых кислот, которые положительно влияют на рост и развитие растений, улучшая структуру почвы и повышая ее плодородие (Грехова и др., 2021; Грехова и Грехова, 2022).

На протяжении последних двадцати лет кафедра общей химии активно сотрудничает с научными учреждениями и сельскохозяйственными предприятиями региона, проводя обширные исследования по влиянию препарата «Росток» на различные культуры, включая пшеницу, ячмень, овес и картофель. За этот период было выполнено значительное количество научных экспериментов, результаты которых легли в основу дипломных проектов студентов и кандидатских диссертаций аспирантов. Более того, на основании полученных данных были разработаны практические рекомендации для сельхозпроизво-

дителей, что позволило внедрить инновационные технологии в производственную практику (Ахтямова и Еремин, 2023; Литвиненко и др., 2020; Федотова и Грехова, 2018; Шерстобитов и др., 2024).

Кроме того, продолжаются совместные работы над новыми проектами, направленными на повышение эффективности применения биопрепаратов. В частности, в последние годы внимание ученых кафедры сосредоточено на изучении капсулированных удобрений, которые позволяют повысить доступность питательных веществ для растений и минимизировать потери активных компонентов в процессе хранения и транспортировки. Эти разработки открывают новые перспективы для устойчивого развития сельского хозяйства, позволяя фермерам получать высокие урожаи при минимальных затратах ресурсов.

Цель исследований: выяснить влияние регулятора роста «Росток» на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы Ирень и Икар, а также оценить экономическую целесообразность его применения в производственных условиях

Результаты проведенного исследования позволяют сделать выводы о перспективности использования регулятора роста «Росток» в современных системах земледелия, направленных на повышение продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям внешней среды.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2014–2017 гг. на опытном поле Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья по предшественнику однолетние травы. Почва чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, средне обеспечена азотом и фосфором, хорошо – калием, реакция почвенного раствора 6,7, содержание гумуса 7,2 %.

Погодные условия в период исследований были контрастными, отражены на графиках (рис. 1 и 2).

Так, 2014 и 2016 гг. характеризовались, как слабозасушливые (ГТК = 1,23 – 2014 г. и 0,83 – 2016 г.), а 2015 и 2017 гг. – как влажные

(ГТК = 1,33 – 2015 г. и 1,43 – 2017 г.). Такие погодные условия в исследуемые годы обеспечили

возможность провести полноценную оценку сортов яровой мягкой пшеницы.

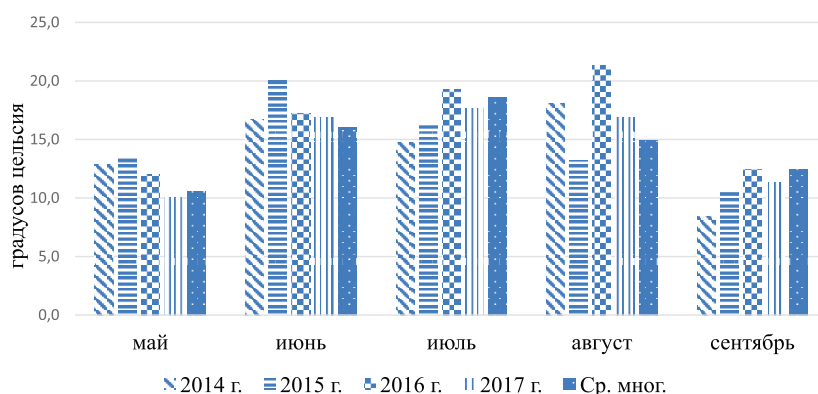


Рис. 1. Температурный режим в лесостепной зоне Тюменской области (2014–2017 гг.)

Fig. 1. Temperature regime in the forest-steppe of the Tyumen region (2014–2017)

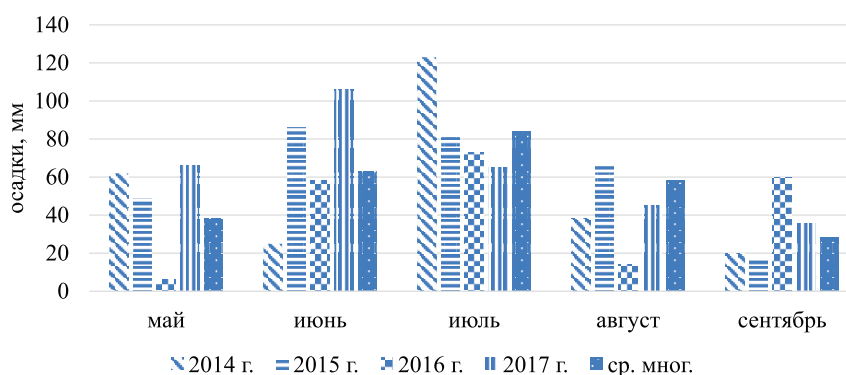


Рис. 2. Количество осадков в лесостепной зоне Тюменской области (2014–2017 гг.)

Fig. 2. Amount of precipitation in the forest-steppe of the Tyumen region (2014–2017)

В опыте применяли технологию возделывания, рекомендованную рядом ученых, в том числе Ю. П. Логиновым и А. А. Казак (2024), В. В. Рзаевой (2021) и др., для условий Тюменской области. Обработка почвы включала зяблевую отвальную вспашку плугом ПЛН-3-35 на глубину 26–28 см, весеннее боронование в два следа тяжелыми зубowymi боронами БЗТС-1,0, предпосевную культивацию КПС-4 на глубину 6–7 см (Замятин и др., 2024). Минеральные удобрения $N_{60}P_{60}K_{45}$ вносили РОУ-9 перед предпосевной культивацией (Грехова и Грехова, 2022; Литвиненко и др., 2021; Логинов и Казак, 2024).

За объект изучения взято два реестровых сорта яровой мягкой пшеницы: Ирень – среднеранний, Икар – среднеспелый. Сорт Ирень выведен на Красноуфимской селекционной станции Уральского НИИСХ, разновидность *milturum*, внесенный в Реестр в 1998 г., Икар выведен в НИИСХ Северного Зауралья, разновидность *pyrothrix*, внесенный в Реестр в 2001 году. Лидеры в РФ по посевным площадям по данным Россельхозцентра.

Варианты опыта:

- контроль, семена не обработанные;
- контроль, семена обработаны водой;
- семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %);

– растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %);

– семена и растения обработаны препаратом «Росток» (0,01 %).

Посев проведен сеялкой ССФК-10 при температуре почвы на глубине 6–7 см 14–15 °С. Норма высева – 6,2 млн всхожих зерен на гектар, площадь деланки 40 м², учетная – 30 м², повторность 4-кратная, размещение деланок рендомизированное. Уход за посевами пшеницы выполняли вручную.

Фенологические наблюдения, густота всходов и сохранность растений к уборке, структурные элементы урожайности изучены по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985), фотосинтетическая активность листьев определена по методике А. А. Ничипоровича (1967); содержание белка – по ГОСТ 10846-91; содержание и качество клейковины – по ГОСТ Р 54478-2011; урожайные данные обработаны статистическим методом по Б. А. Доспехову (2014).

Результаты и их обсуждение. Годы исследований отличались по осадкам и температурному режиму, что позволило полнее изучить поставленные задачи.

В условиях короткого сибирского лета одним из основных хозяйственных показателей является продолжительность вегетационного периода (табл. 1).

Таблица 1. Влияние препарата «Росток» на продолжительность межфазных периодов сортов яровой пшеницы (2014–2017 гг.)
Table 1. Effect of the product “Rostok” on the length of interphase periods of spring wheat varieties (2014–2017)

Варианты опыта	Период, сут.			к контролю, ±
	всходы–колошение	колошение–спелость	всходы–спелость	
Сорт Ирень				
контроль, семена не обработанные	40±3	43±4	83±3	–
контроль, семена обработаны водой	38±1	42±3	80±2	-3
семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	37±2	42±2	79±2	-4
растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	40±3	45±4	85±4	+2
семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	37±2	44±3	81±2	-2
Сорт Икар				
контроль, семена не обработанные	43±4	46±2	89±3	–
контроль, семена обработаны водой	40±1	45±4	85±2	-4
семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	39±2	44±3	83±3	-6
растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	43±3	46±2	89±3	–
семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	40±2	45±4	85±3	-4

Из анализа данных таблицы 1 видно, что обработка семян обоих сортов пшеницы водой и препаратом «Росток» сократила продолжительность межфазного периода «всходы – колошение» на 2–4 суток при продолжительности его в контрольном варианте у сорта Ирень 40 суток и у сорта Икар – 43. Что касается периода «колошение – спелость», он увеличился в варианте с обработкой растений на двое суток у сорта Ирень, а у сорта Икар остался на уровне контроля. В целом вегетационный период у сорта Ирень в варианте с обработкой семян препаратом «Росток» сократился на четверо суток по сравнению с контролем, у сорта Икар – на 6 суток и составил 79 суток у сорта Ирень и 85 суток у сорта Икар.

Густота всходов и сохранность растений к уборке относятся к основным хозяйствен-

ным признакам, от которых в значительной степени зависят урожайность и экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы Тюменской области. По многолетним нашим данным и по наблюдениям товаропроизводителей этот показатель все еще остается на низком уровне. Ежегодно от 620 высеваемых всхожих семян на м² всходов получается 400–450 шт., остальные семена выброшены в качестве балласта. В течение лета отмечается гибель растений по разным причинам. Решать эту проблему необходимо двумя путями: селекционным и улучшением технологии возделывания. Данные по влиянию препарата «Росток» на густоту всходов и сохранность растений к уборке сортов пшеницы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Густота всходов и сохранность растений к уборке (2014–2017 гг.)
Table 2. Density of sprouts and survival rate of plants for harvesting (2014–2017)

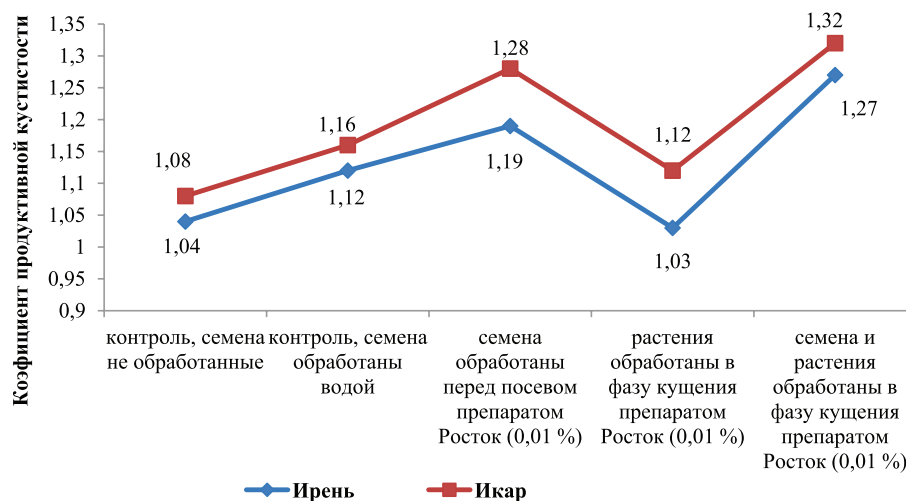
Сорт	Варианты опыта	Густота всходов, м ²		К контролю, ±	Сохранность растений к уборке		К контролю, ±
		шт.	%		шт.	%	
Ирень	контроль, семена не обработанные	412	66,5	–	381	61,4	–
	контроль, семена обработаны водой	449	72,4	+5,9	407	65,6	+4,2
	семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	485	78,2	+11,7	439	70,8	+11,4
	растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	409	65,9	-0,4	410	66,1	+4,7
	семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	504	81,3	+14,8	465	75,0	+13,6
	HCP ₀₅	43	–	–	32	–	–
Икар	контроль, семена не обработанные	397	64,0	–	373	60,2	–
	контроль, семена обработаны водой	431	69,5	+5,5	398	64,2	+4,0
	семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	473	76,3	+12,3	424	68,4	+8,2
	растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	402	64,8	+0,8	382	61,6	+1,4
	семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	498	80,3	+16,3	437	70,5	+10,3
	HCP ₀₅	21	–	–	26	–	–

Из анализа таблицы 2 следует, что густота всходов в контрольном варианте у сорта Ирень составила 412 шт./м², у сорта Икар – 397 шт./м². В варианте с обработкой семян водой она увеличилась на 5,9 и 5,5 % соответственно, а с обработкой семян препаратом «Росток» густота всходов увеличилась на 11,7 % у сорта Ирень и на 11,3 % у сорта Икар. В варианте с обработкой семян и растений препаратом «Росток» получена самая высокая густота всходов, которая была на 14,8 и 16,3 % выше контроля. Отмеченные варианты выделились в лучшую сторону и по сохранности растений к уборке.

Продуктивная кустистость растений пшеницы в Тюменской области во многие годы

оказывает слабое влияние на величину урожайности. Дело в том, что часто в фазу кущения проявляется весенне-летняя засуха и высокая температура воздуха, в таких условиях растения пшеницы плохо кустятся. По многолетним данным кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве НИИСХ Северного Зауралья, сортоиспытательных участков области продуктивная кустистость составляет 1,1–1,2, редко 1,3. Повышение ее селекционным путем и приемами технологии возделывания позволило бы снизить норму высева и сделать технологию возделывания менее затратной.

О влиянии препарата «Росток» на продуктивную кустистость растений пшеницы изучаемых сортов можно судить по данным рисунка 3.



Примечание. $HCP_{05}(Ирень) = 0,10$; $HCP_{05}(Икар) = 0,10$.

Рис. 3. Продуктивная кустистость растений сортов яровой пшеницы в зависимости от применения препарата «Росток» (2014–2017 гг.)

Fig. 3. Productive tillering of spring wheat varieties depending on the product “Rostok” (2014–2017)

Обработка семян перед посевом препаратом «Росток», а также семян и растений в фазу выхода в трубку увеличила продуктивную кустистость растений у обоих сортов до 1,19–1,2 и 1,28–1,32 соответственно, на контроле она была 1,04–1,08. Следует отметить, что дополнительные побеги развивались синхронно и почти не уступали главным побегам.

Листья, стебли и колос являются основой фотосинтеза, от которого зависит урожайность зерна. Главную роль здесь играет площадь листьев, их расположение относительно стебля. Отмеченные признаки у сортов пшеницы генетически обусловлены, но их проявление зависит также от погодных условий и элементов технологии возделывания, в том числе и от применения биопрепаратов. О влиянии биопрепарата «Росток» на показатели фотосинтетической активности листьев сортов пшеницы можно судить по данным рисунков 4 и 5.

В контрольном варианте площадь листьев была у сорта Ирень 23,1 тыс. м²/га, у сорта Икар – 24,9 тыс. м²/га. В варианте с обработкой семян препаратом «Росток» она увеличилась

соответственно до 28,3 и 32,5 тыс. м²/га соответственно, а в варианте с обработкой семян и растений площадь листьев достигла максимальной величины 34,3 тыс. м²/га у сорта Ирень и 36,7 тыс. м²/га у сорта Икар. В отмеченных вариантах была максимальной продуктивность фотосинтеза – 5,7–5,9 г/м² сутки. Для сравнения в контрольном варианте – 4,8–4,9 г/м² сутки.

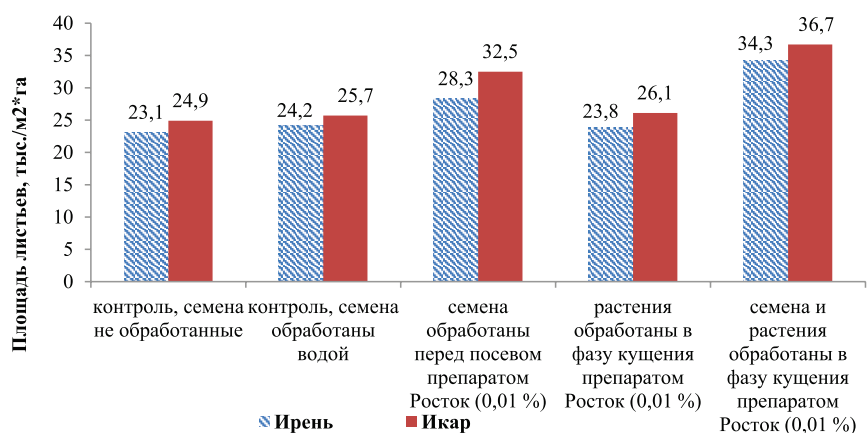
В вариантах с обработкой семян перед посевом, а также семян перед посевом и растений по вегетации озерненность колоса у изучаемых сортов составила 22–24 шт., что на 4–5 зерен выше контроля. Что касается крупности семян, то у обоих сортов она была близка к показателю контрольного варианта. Из отмеченных показателей формируется масса зерна колоса. В контрольном варианте она составила у сорта Ирень 0,69 г, у сорта Икар – 0,74, в вариантах с применением препарата Росток масса зерна с колоса увеличивается до 0,86–0,94 г.

При изучении любого агротехнического приема главным показателем является урожайность (табл. 3).



Примечание. $HCP_{05}(\text{Ирень}) = 0,5$; $HCP_{05}(\text{Икар}) = 0,4$.

Рис. 4. Влияние препарата «Росток» на продуктивность фотосинтеза сортов яровой пшеницы (2014–2017 гг.)
Fig. 4. Effect of the product “Rostok” on productivity of photosynthesis of spring wheat varieties (2014–2017)



Примечание: $HCP_{05}(\text{Ирень}) = 4,7$; $HCP_{05}(\text{Икар}) = 5,2$.

Рис. 5. Влияние препарата «Росток» на площадь листьев сортов яровой пшеницы (2014–2017 гг.)
Fig. 5. Effect of the product “Rostok” on the leaf area of spring wheat varieties (2014–2017)

Таблица 3. Урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от применения препарата «Росток» (2014–2017 гг.)
Table 3. Productivity of spring wheat grain depending on the product “Rostok” (2014–2017)

Сорт	Варианты опыта	Урожайность, т/га					К контролю, ±
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя	
Ирень	контроль, семена не обработанные	2,86	3,02	2,24	3,18	2,82	–
	контроль, семена обработаны водой	2,93	3,14	2,31	3,26	2,91	+0,09
	семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	3,21	3,48	2,79	3,54	3,25	+0,43
	растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	2,94	3,26	2,52	3,37	3,02	+0,20
	семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,42	3,61	2,93	3,85	3,45	+0,63
	HCP_{05}	0,24	0,24	0,30	0,27	–	–
Икар	контроль, семена не обработанные	2,98	3,11	2,47	3,39	2,98	–
	контроль, семена обработаны водой	3,07	3,23	2,62	3,54	3,11	+0,13
	семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	3,44	3,59	2,98	3,87	3,47	+0,49
	растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,18	3,31	2,56	3,73	3,19	+0,21
	семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,65	3,89	3,32	4,15	3,75	+0,77
	HCP_{05}	0,18	0,23	0,15	0,28	–	–

Из анализа данных таблицы 3 следует, что сорт Икар сильнее реагировал на препарат, «Росток» и дал прибавки урожайности 0,49–0,777 т/га при урожайности в контрольном варианте 2,98 т/га. У сорта Ирень прибавки урожайности несколько ниже, но они математически доказуемы. Вариант с обработкой растений препаратом «Роток» на обоих сортах уступил варианту с обработкой семян. Самым лучшим по урожайности был вариант с обработкой семян перед посевом и растений в период вегетации.

В условиях рынка урожайность должна сочетаться с качеством зерна. Оно должно отвечать требованиям на ценную и сильную

яровую пшеницу. Кстати, следует отметить, что за последнее десятилетие качество зерна сибирской яровой пшеницы снизилось и оно в большом количестве используется в комбикормовой промышленности, поэтому перед селекционерами и технологами поставлена задача в ближайшем будущем решить проблему качества зерна пшеницы, обеспечить спрос на продовольственную пшеницу в рамках региона, а также для реализации на внешнем рынке.

О влиянии препарата «Росток» на качество зерна изучаемых сортов пшеницы можно судить по данным таблицы 4.

Таблица 4. Влияние препарата «Росток» на качество зерна яровой пшеницы (2014–2017 гг.)
Table 4. Effect of the product “Rostok” on the quality of spring wheat grain (2014–2017)

Сорт	Варианты опыта*	Число падения, сек.	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Белок, %	Клейковина	
						содержание, %	качество, ед. ИДК-1
Ирень	1	173	34,8	774	15,2	29,8	65
	2	169	35,1	779	14,9	29,5	67
	3	195	35,9	762	15,7	32,1	70
	4	178	34,2	775	14,6	29,2	69
	5	181	36,3	788	16,4	33,7	72
НСР ₀₅		10	0,8	9	0,7	2,0	–
Икар	1	204	36,7	791	13,1	26,5	88
	2	197	37,1	795	13,5	26,9	91
	3	212	37,8	803	13,7	27,3	95
	4	196	36,5	786	13,2	25,8	99
	5	209	38,2	809	14,1	28,2	87
НСР ₀₅		11	0,7	16	0,7	0,9	–

Многие исследователи отмечают, что при урожайности зерна пшеницы 5 т/га и более его качество резко снижается (Алтухов и др., 2020; Самойлов и др., 2018). В нашем опыте урожайность сорта Икар достигла 4 т/га только в одном варианте, поэтому снижение качества зерна не установлено. По всем показателям, представленным в таблице 4, зерно отвечало требованиям на продовольственную пшеницу.

Производство зерна яровой пшеницы должно быть экономически выгодным для товаропроизводителей. Проведенные расчеты показали, что по рентабельности варианты с применением препарата «Росток» на обоих сортах имели преимущество по сравнению с контролем (табл. 5). Цена реализации продукции в данном расчете принята за 11 тыс. руб. – это средняя рыночная цена для региона, партии семян продовольственного назначения.

Таблица 5. Экономическая эффективность применения препарата «Росток» на яровой пшенице (2014–2017 гг.)
Table 5. Economic efficiency of the product “Rostok” for spring wheat (2014–2017)

Сорт	Варианты опыта	Урожайность, т/га	Денежно-материальные затраты на 1 га, руб.	Условно чистый доход на 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
Ирень	контроль, семена не обработанные	2,82	22687,2	8332,8	37
	контроль, семена обработаны водой	2,91	22691,6	9318,4	41
	семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	3,25	22708,6	13041,4	57
	растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,02	22698,5	10521,5	46
	семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,45	22719,9	15230,1	67
Икар	контроль, семена не обработанные	2,98	22695,0	10085,0	44
	контроль, семена обработаны водой	3,11	22701,3	11508,7	51
	семена обработаны перед посевом препаратом «Росток» (0,01 %)	3,47	22719,3	15450,7	68
	растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,19	22706,8	12383,2	55
	семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %)	3,75	22734,5	18515,5	81

Анализируя данные экономической эффективности (табл. 5), самый высокий уровень рентабельности получен у сорта Икар на варианте с обработкой семян и растений в фазу кущения препаратом «Росток» и составил 81 %, что обусловлено условно чистым доходом на 1 га – 18515,5 руб. при урожайности 3,75 т/га. В целом по обоим изученным сортам Ирень и Икар варианты с обработкой семян и растений в фазу кущения препаратом «Росток» являются высокорентабельными – 67–81 %, учитывая, что на данном варианте материально-денежные затраты на 1 га увеличиваются на 50–158 руб. в отличие от вариантов с обработкой семян или растений препаратом «Росток».

Выводы. В заключение необходимо сказать о том, что наиболее экономически эффективный вариант – семена и растения обработаны в фазу кущения препаратом «Росток» (0,01 %) на сортах яровой мягкой пшеницы Ирень и Икар, что составило 67–81 % с наибольшей урожайности 3,45–3,75 т/га. Обработка семян и растений сортов яровой мягкой пшеницы Ирень, Икар препаратом «Росток» увеличивает густоту всходов и сохранность растений к уборке, массу зерна в колосе, урожайность на 0,43–0,77 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

Финансирование. Работа выполнена в рамках внутреннего финансирования и выполнения диссертационной работы Яценко С.Н.

Библиографический список

1. Алтухов А. И., Завалин А. А., Милащенко Н. З., Трушкин С. В. Проблема повышения качества пшеницы в стране требует комплексного решения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 32–39.
2. Ахтямова А. А., Еремин Д. И. Изменение химического состава соломы яровой пшеницы при использовании гуминового препарата «Росток» в лесостепи Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4(193). С. 58–65. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-58-65
3. Грехова И. В., Литвиненко Н. В., Грехова В. Ю., Федотова О. В., Шерстобитов С. В. Влияние состава и доз органоминерального удобрения на продуктивность культур // Вестник КрасГАУ. 2021. № 10(175). С. 80–87. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-80-87
4. Грехова И. В., Грехова В. Ю. Безотходная переработка низинного торфа для получения жидких органоминеральных удобрений // Горный журнал. 2022. № 5. С. 31–35. DOI: 10.17580/gzh.2022.05.03
5. Замятина А. В., Санникова Н. В., Шулёпова О. В. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на химический состав *Triticum aestivum* в условиях Северного Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10(211). С. 31–41. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-31-41
6. Коробова Л. Н., Кизимова Т. А., Побеленская А. А., Ломова Т. Г. Изменение состояния яровой пшеницы при добавлении к гербицидам бактериально-гуминового препарата // Вестник НГАУ. 2021. № 3(60). С. 37–46. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-60-3-37-46
7. Литвиненко Н. В., Куртова А. В., Грехова И. В. Влияние на продуктивность культур предпосадочной и некорневой обработок гуминовым препаратом «Росток» // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 7–1(97). С. 160–163. DOI: 10.23670/IRJ.2020.97.7.026
8. Логинов Ю. П., Казак А. А. Влияние глубокой безотвальной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Ирень в северной лесостепи Тюменской области // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 6. С. 87–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-95-6-87-92
9. Рзаева, В. В. Возделывание сельскохозяйственных культур в Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2021. № 3(168). С. 3–8. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-3-8
10. Самойлов Л. Н., Чернова Л. С., Трушкин С. В. Комплекс факторов, влияющих на производство и качество зерна пшеницы // Плодородие. 2018. № 6(105). С. 12–16. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.04
11. Федотова О. В., Грехова И. В. Оптимальная доза препарата «Росток» в баковой смеси с гербицидом на яровой пшенице // Мир инноваций. 2018. № 1–2. С. 90–94.
12. Шерстобитов С. В., Визирская М. М., Абрамов Н. В., Гребенникова Т. В. Влияние листовых подкормок на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Агрохимический вестник. 2024. № 3. С. 46–51. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-3-008

References

1. Altukhov A. I., Zavalin A. A., Milashchenko N. Z., Trushkin S. V. Problema povysheniya kachestva pshenitsy v strane trebuets kompleksnogo resheniya [The problem of improving wheat quality in the country requires a comprehensive solution] // Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2020. № 2. S. 32–39.
2. Akhtyamova A. A., Eremin D. I. Izmenenie khimicheskogo sostava solomy yarovoi pshenitsy pri ispol'zovanii guminovogo preparata «Rostok» v lesostepi Zaural'ya [The change of the chemical composition of spring wheat straw when using the humic product "Rostok" in the forest-steppe of the Trans-Urals] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 4(193). S. 58–65. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-58-65
3. Grekhova I. V., Litvinenko N. V., Grekhova V. Yu., Fedotova O. V., Sherstobitov S. V. Vliyanie sostava i doz organomineral'nogo udobreniya na produktivnost' kul'tur [The effect of the composition and doses of organomineral fertilizer on crop productivity] // Vestnik KrasGAU. 2021. № 10(175). S. 80–87. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-80-87
4. Grekhova I. V., Grekhova V. Yu. Bezotkhodnaya pererabotka nizinnogo torfa dlya polucheniya zhidkikh organomineral'nykh udobrenii [Waste-free processing of lowland peat to obtain liquid organomineral fertilizers] // Gornyi zhurnal. 2022. № 5. S. 31–35. DOI: 10.17580/gzh.2022.05.03

5. Zamyatina A. V., Sannikova N. V., Shulepova O. V. Vliyanie obrabotki pochvy i mineral'nykh udobrenii na khimicheskii sostav *Triticum aestivum* v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [The effect of tillage and mineral fertilizers on the chemical composition of *Triticum aestivum* in the conditions of the Northern Trans-Urals] // Vestnik KrasGAU. 2024. № 10(211). S. 31–41. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-31-41
6. Korobova L. N., Kizimova T. A., Pobelenskaya A. A., Lomova T. G. Izmenenie sostoyaniya yarovoi pshenitsy pri dobavlenii k gerbitsidam bakterial'no-guminovogo preparata [The change of the spring wheat state when adding a bacterial-humic product to herbicides] // Vestnik NGAU. 2021. № 3(60). S. 37–46. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-60-3-37-46
7. Litvinenko N. V., Kurtova A. V., Grekhova I. V. Vliyanie na produktivnost' kul'tur predposadochnoi i nekornevoi obrabotok guminovym preparatom "Rostok" [The effect of pre-planting and foliar treatments with the humic product "Rostok" on crop productivity] // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. 2020. № 7–1(97). S. 160–163. DOI: 10.23670/IRJ.2020.97.7.026
8. Loginov Yu. P., Kazak A. A. Vliyanie glubokoi bezotval'noi obrabotki pochvy na urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy sorta Iren' v severnoi lesostepi Tyumenskoii oblasti [The effect of deep subsoil tillage on productivity and grain quality of the spring wheat variety 'Iren' in the northern forest-steppe of the Tyumen region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2024. T. 16, № 6. S. 87–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-95-6-87-92
9. Rzaeva, V. V. Vozdelyvanie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Tyumenskoii oblasti [Cultivation of agricultural crops in the Tyumen region] // Vestnik KrasGAU. 2021. № 3(168). S. 3–8. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-3-8
10. Samoilov L. N., Chernova L. S., Trushkin S. V. Kompleks faktorov, vliyayushchikh na proizvodstvo i kachestvo zerna pshenitsy [A set of factors influencing on wheat grain production and quality] // Plodorodie. 2018. № 6(105). S. 12–16. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.04
11. Fedotova O. V., Grekhova I. V. Optimal'naya doza preparata Rostok v bakovoi smesi s gerbitsidom na yarovoi pshenitse [Optimal dose of the product "Rostok" in a tank mixture with herbicide for spring wheat] // Mir innovatsii. 2018. № 1–2. S. 90–94.
12. Sherstobitov S. V., Vizirskaya M. M., Abramov N. V., Grebennikova T. V. Vliyanie listovykh podkormok na urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy [The effect of foliar feeding on spring wheat grain productivity and quality] // Agrokhimicheskii vestnik. 2024. № 3. S. 46–51. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-3-008

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Авторский вклад равноценен по всем позициям.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Уважаемые коллеги!

Редакция теоретического и научно-практического журнала «Зерновое хозяйство России», приглашает научных сотрудников, педагогов, соискателей и аспирантов к сотрудничеству в рамках научного журнала.

Тематика научных материалов – селекция, генетика, семеноводство, семеноведение, физиология, биохимия и биотехнология, агрохимия, иммунитет, защита растений, технологии возделывания зерновых и кормовых культур.

В журнале публикуются статьи проблемного и научно-практического характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС 77-81134 от 17 мая 2021 г.

Журнал рекомендован Высшей аттестационной комиссией (ВАК) и включён в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук (категория К1).

Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ), Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и Белый список (<https://journalrank.rcsi.science/ru/record-sources/>). Полные тексты статей доступны на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: https://elibrary.ru/title_profile.asp?id=31842.

Консультации по возникающим вопросам можно получить по адресу электронной почты: **zhros.don@yandex.ru**