

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

Т. Р. Валиев¹, аспирант кафедры земледелия почвоведения и мелиорации
ФГБОУ ВО Дагестанского ГАУ;

С. А. Курбанов¹, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой земледелия,
почвоведения и мелиорации ФГБОУ ВО Дагестанского ГАУ, kurbanovsa@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0001-9390-5180;

Д. С. Магомедова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН,
главный научный сотрудник ФГБНУ «ФАНЦ РД», mds-agro@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-7559-2456

¹ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова»,
367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Магомета Гаджиева, д. 180;

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,
367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, мкр. Научный городок, ул. им. А. Шахбанова, д. 30

В условиях Терско-Сулакской низменности Республики Дагестан в 2019–2022 гг. изучали влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы селекции Национального центра зерна им. П. П. Лукьяненко и Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра. Аналитический обзор литературных источников свидетельствует о том, что применение новых сортов и биостимуляторов является важным фактором повышения урожайности зерновых культур, которые при незначительных затратах обеспечивают рентабельность их применения. Опыты проводились на 5 сортах озимой мягкой пшеницы при разной схеме применения органоминерального комплекса Биостим зерновой в соответствии с методикой полевого опыта по Б. А. Доспехову. Погодные условия в годы проведения опыта в целом были благоприятными. Весенне-летнее развитие растений проходило в небольших по теплообеспеченности отклонениях при колебаниях ГТК от 0,37 до 0,58. Цель исследований – определение адаптивного потенциала растений озимой мягкой пшеницы и установление наиболее оптимальной схемы применения биопрепаратов для повышения потенциальной продуктивности сортов. В результате трехлетних исследований установлено, что продуктивность посевов зависит не только от сорта, но и от способов применения биостимулятора и их сочетаний. Максимальную урожайность обеспечивает сорт Каролина 5 – 6,44 т/га, что на 0,87 т/га выше контроля. Сочетание предпосевного замачивания семян гуматом калия Суфлер и обработка биостимулятором Биостимом зерновых посевов пшеницы обеспечило прибавку урожая зерна в среднем по всем сортам на 0,63 т/га, а наибольшую по сорту Каролина 5 – на 0,71 т/га. Расчеты параметров экологической пластичности показали, что сорта Каролина 5 и Алексеич наиболее приспособлены к конкретным почвенно-климатическим условиям и уровню применяемой технологии, и в этой связи могут быть использованы для районирования озимой пшеницы в условиях орошаемой зоны республики.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, гумат калия Суфлер, Биостим зерновой, качество зерна, показатели адаптивности.

Для цитирования: Валиев Т. Р., Курбанов С. А., Магомедова Д. С. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в условиях орошаемой зоны Республики Дагестан при применении биопрепаратов // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 5. С. 93–99. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-93-99.



PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF WINTER BREAD WHEAT VARIETIES IN THE IRRIGATED ZONE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN WHEN USING BIOLOGICAL PRODUCTS

T. R. Valiev¹, post graduate student of the department of agriculture, soil study and melioration
of the FSBEI HE Dagestan SAU;

S. A. Kurbanov¹, Doctor of Agricultural Sciences, head of the department of agriculture,
soil study and melioration of the FSBEI HE Dagestan SAU, kurbanovsa@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0001-9390-5180;

D. S. Magomedova², Doctor of Agricultural Sciences, professor of RAS,
main researcher of FSBSI “FARC of RD”, mds-agro@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-7559-2456

¹FSBEI HE “Dagestan state agricultural university named after M.M. Dzhambulatov”,
367032, republic of Dagestan, Makhachkala, Magomet Gadzhiev Str., 180;

²FSBSI “Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan”,
367014, Republic of Dagestan, Makhachkala, Nauchny Gorodok, A. Shakhbanov Str., 30

In the conditions of the Terek-Sulak lowland of the Republic of Dagestan, we studied the effect of biological products on productivity and grain quality of winter bread wheat varieties developed by the National Grain Center named

after P.P. Lukyanenko and the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center in 2019–2022. An analytical review of the references indicates that the use of new varieties and biostimulants are important factors in improving productivity of grain crops, which ensure the profitability of their use at low costs. The trials were carried out on 5 winter bread wheat varieties with different application schemes of the organomineral complex 'Biostim zernovoy' in accordance with the B.A. Dospikhov's field trial methodology. Weather conditions during the years of the trial were generally favorable. The spring-summer development of plants took place with slight differences in heat supply, with HTC fluctuations from 0.37 to 0.58. The purpose of the current study is to identify the adaptive potential of winter bread wheat plants and to establish the most optimal scheme for the use of biological products to increase the potential productivity of varieties. As a result of three years of study, there has been found that the productivity of crops depends not only on the variety, but also on the methods of using the biostimulant and their combinations. The maximum productivity has been provided by the variety 'Karolina 5' (6.44 t/ha), which was 0.87 t/ha larger than the control. The combination of pre-sowing seed soaking with potassium humate 'Sufler' and treatment of wheat crops with the biostimulant 'Biostim zernovoy' provided productivity increase on average for all varieties of 0.63 t/ha, and the largest for the variety 'Karolina' with 0.71 t/ha. Calculations of environmental adaptability parameters showed that the varieties 'Karolina 5' and 'Aleksich' are the most adapted ones to specific soil and climatic conditions and the level of technology used and, in this regard, can be used for zonation of winter wheat in the irrigated zone of the Republic.

Keywords: winter wheat, varieties, potassium humate 'Sufler', Biostim zernovoy, grain quality, adaptability indicators.

Введение. Важнейшее значение в увеличении производства высококачественного зерна пшеницы имеет максимальное раскрытие сортового потенциала на основе современных агротехнологий, обеспечивающих эффективное использование местных почвенно-климатических ресурсов и средств интенсификации земледелия. Одним из основных направлений повышения урожайности озимой пшеницы является подбор адаптивных сортов и использование в современных агротехнологиях различных биопрепаратов, повышающих резистентность растений к неблагоприятным факторам среды и их урожайности (Воронов и др., 2020; Farhat et al., 2022; Sharonova et al., 2022).

Озимая пшеница – основная сельскохозяйственная культура Республики Дагестан, занимающая 93,7 тыс. га (22,7 %), однако средняя урожайность (2,26 т/га) существенно уступает среднероссийской и не соответствует потенциальной продуктивности возделываемых сортов (Магомедова и др. 2020). В этой связи для повышения урожайности озимой пшеницы требуется совершенствование сортосмены и существующих агротехнических приемов, которые будут способствовать лучшей реализации потенциала сортов. Одним из наиболее эффективных приемов в современных технологиях возделывания озимой пшеницы является использование различных препаратов для обработки семян и растений озимой пшеницы с целью улучшения количественных и качественных показателей (Nuttall et al., 2017; Пономарева и др., 2019; Федотов и др., 2019).

С этой целью в Дагестанском ГАУ проводили сравнительную оценку перспективных для республики сортов озимой пшеницы на основе применения различных схем биостимулятора роста.

Материалы и методы исследования. Полевой эксперимент проводили в ОАО «Учебно-опытное хозяйство» г. Махачкалы в 2019–2022 гг. на луговых среднесуглинистых почвах с содержанием гумуса в пахотном слое 2,93 %. По содержанию доступных форм основных элементов питания почва относится к среднеобеспеченной – по легкогидролизуемому азоту, низкообеспе-

ченной – по подвижному фосфору и повышенной обеспеченности – по обменному калию. Вскипание от 10 %-й соляной кислоты наблюдается с глубины 0,30 м, емкость поглощения – 25–30 мг-экв. на 100 г почвы, реакция пахотного и подпахотного горизонта – pH = 7,2.

Полевой эксперимент закладывался рендомизированным методом размещения вариантов и последовательным размещением повторений. В качестве биопрепаратов использовали продукцию АО «Щелково Агрохим»: для предпосевной обработки семян – воду и гумат калия Суфлер (ГКС) из расчета 0,3 л/т при расходе рабочей жидкости 150 л/т, для некорневой подкормки растений озимой пшеницы – Биостим зерновой (БЗ) в дозах, рекомендованных производителем, – 1,0 л/т и 1,3 л/га соответственно.

Двухфакторный полевой опыт был заложен по следующей схеме: сорта озимой пшеницы (фактор А) – Гром, контроль; Алексич и Баграт (сорта Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко), Каролина 5 и Ксения (сорта Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра); схема применения биопрепаратов (фактор В) – 1-й вариант – вода, контроль; 2-й – предпосевная обработка семян ГКС, 3-й – предпосевная обработка семян ГКС + некорневая обработка растений в фазу осеннего кушения БЗ, 4-й – предпосевная обработка семян ГКС + некорневая обработка растений в фазу осеннего кушения и в фазу выхода в трубку, 5-й – предпосевная обработка семян ГКС + некорневая обработка растений БЗ в фазу осеннего кушения, фазу выхода в трубку и в фазу колошения. На всех вариантах опыта вносили $N_{160}P_{60}$.

Все необходимые наблюдения, учеты и анализы проводили в соответствии с методикой полевого опыта Б. А. Доспехова (2014), фотосинтетическую деятельность – по А. А. Ничипоровичу (1961). Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову, а также методами корреляционного и регрессионного анализов с использованием пакета программ «Microsoft Excel 7.0 и «Statistica 10.0».

Результаты и их обсуждение. У автотрофных организмов, к которым относится и озимая пшеница, фотосинтез является основным про-

цессом образования органического вещества. Сочетание ассимиляции минеральных элементов из почвы с процессом фотосинтеза создает материальную базу для формирования урожая растений, из которого на долю фотосинтеза приходится около 95 %. Вместе с тем необходимо учитывать, что общая продуктивность растений зависит не только от интенсивности фотосинтеза, но и от характера ростовых процессов, работоспособности листьев – основного органа фотосинтеза (табл. 1).

Площадь отдельного листа и общая листовая поверхность растения позволяют оценить его фотосинтетический потенциал. Лист обладает наибольшими приспособительными качествами к условиям окружающей среды, что выражается в изменении площади ассимиляционной поверхности растений в зависимости от условий выращивания (Лобунская и др., 2021).

Таблица 1. Основные показатели фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы (2020–2022 гг.)
Table 1. Main indicators of photosynthetic activity of the winter wheat varieties (2020–2022)

Сорта	Варианты опыта	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² · дней/га	СВ, т/га	СРП, г/м ² · сутки	КПД ФАР, %
Гром, контроль	Вода, контроль	31,2	2,26	9,04	12,45	1,34
	ГКС	32,0	2,30	9,51	13,22	1,45
	ГКС + БЗ (1)*	33,4	2,39	9,69	13,56	1,49
	ГКС + БЗ (2)*	34,2	2,41	10,08	14,29	1,59
	ГКС + БЗ (3)*	35,1	2,47	10,21	14,49	1,61
Алексеич	Вода, контроль	36,2	2,64	10,49	14,37	1,54
	ГКС	37,4	2,71	11,07	15,29	1,67
	ГКС + БЗ (1)	38,2	2,75	11,24	15,62	1,74
	ГКС + БЗ (2)	39,6	2,83	11,65	16,31	1,82
	ГКС + БЗ (3)	40,3	2,88	11,86	16,56	1,85
Баграт	Вода, контроль	33,9	2,41	9,83	13,83	1,50
	ГКС	34,7	2,45	10,16	14,40	1,61
	ГКС + БЗ (1)	35,1	2,46	10,35	14,78	1,67
	ГКС + БЗ (2)	37,0	2,55	10,89	15,76	1,80
	ГКС + БЗ (3)	37,3	2,57	10,96	15,89	1,81
Каролина 5	Вода, контроль	38,1	2,68	11,04	15,77	1,73
	ГКС	39,5	2,72	11,58	16,79	1,89
	ГКС + БЗ (1)	39,7	2,72	11,68	17,03	1,95
	ГКС + БЗ (2)	41,9	2,83	12,24	18,14	2,09
	ГКС + БЗ (3)	42,0	2,83	12,37	18,31	2,11
Ксения	Вода, контроль	35,3	2,45	10,23	14,72	1,62
	ГКС	36,2	2,45	10,38	15,02	1,70
	ГКС + БЗ (1)	36,4	2,51	10,61	15,58	1,75
	ГКС + БЗ (2)	37,9	2,58	11,16	16,41	1,86
	ГКС + БЗ (3)	38,3	2,60	11,27	16,58	1,88
НСР ₀₅ по факторам АВ		1,9	0,13	0,54	0,77	0,09

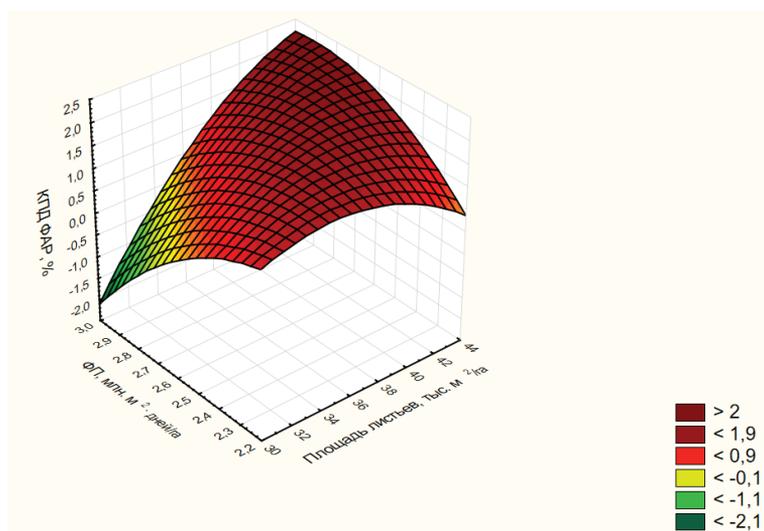
Примечание. * – применение одной, двух или трех обработок вегетирующих растений Биостимом зерновым.

Анализируя полученные значения деятельности ассимиляционного аппарата изучаемых сортов, необходимо отметить, что по всем показателям выделяется сорт Каролина 5, подтверждаемый результатами статистической обработки данных. Это превышение связано как с биологическими особенностями сорта, что выражается в большей высоте растений, так и лучшей отзывчивости сорта на применяемые биопрепараты, о чем свидетельствует максимальное значение КПД ФАР – 2,11 %. Худшим по показателям фотосинтетической деятельности оказался сорт Гром, остальные сорта занимали промежуточное положение.

При сравнении вариантов с различной схемой применения биостимуляторов роста видно, что эффективность их применения начинает сказываться по некоторым показателям

уже после осеннего опрыскивания посевов Биостимом зерновым, а наибольший эффект достигается при 2–3-х некорневых опрыскиваниях вегетирующих посевов. Применение биопрепаратов на этих вариантах в среднем приводит к росту ассимиляционной поверхности посевов по сравнению с контролем на 9,9 % и фотосинтетического потенциала на 6,6 %, увеличению накопления сухого вещества на 11,2 % и скорости роста посевов на 14,4 %. Все это в конечном итоге способствовало увеличению КПД фотосинтетически активной радиации на 18,7 %.

Использование программного продукта «STATISTICA 10» позволило установить множественную зависимость между площадью листьев, фотосинтетическим потенциалом и КПД ФАР (см. рис.).



Влияние площади листьев и ФП на КПД ФАР
Effect of leaf area and FP on PAR efficiency

Полученная зависимость между КПД ФАР и изучаемыми показателями выражается полиномом второй степени:

$$\text{КПД ФАР (\%)} = -0,2087 - 0,0338x + 1,1888y - 0,0149x^2 + 0,4669xy - 3,7372y^2.$$

Максимальные значения показателей фотосинтетической деятельности посевов озимой

пшеницы получены по сорту Каролина 5 при сочетании предпосевной обработки семян ГКС и тройной обработки БЗ вегетирующих растений пшеницы.

В результате трехлетних исследований установлено, что продуктивность посевов озимой пшеницы зависит не только от сорта, но и от способов и схемы применения биостимулятора и их сочетаний (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от различных вариантов применения биопрепаратов, т/га (2020–2022 гг.)
Table 2. Productivity of the winter wheat varieties depending on various options for the use of biological products, t/ha (2020–2022)

Сорта	Варианты опыта				
	вода, контроль	обработка семян ГКС	обработка семян ГКС + БЗ (1)	обработка семян ГКС + БЗ (2)	обработка семян ГКС + БЗ (3)
Гром, st	5,26	5,44	5,57	5,76	5,83
Алексеич	5,73	5,92	6,11	6,30	6,41
Баграт	5,12	5,31	5,47	5,70	5,74
Каролина 5	6,05	6,29	6,42	6,69	6,76
Ксения	4,94	5,13	5,24	5,47	5,52
Средняя*	5,42	5,62	5,76	5,98	6,05

Примечание. НСР₀₅ т/га – 0,35.

Предпосевное замачивание семян ГКС (1 л/т) оказало положительное влияние на урожайность всех изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы. Наиболее отзывчивым на обработку семян ГКС оказался сорт Каролина 5, где прибавка составила 0,24 т/га, а наименьшая у сорта Гром – 0,18 т/га. Однако положительное влияние варианта, где проводилась обработка ГКС, не превышало ошибки опыта. Однократная обработка посевов в фазу осеннего кущения биостимулятором БЗ в дозе 1,3 л/га активизировала рост и развитие растений и способствовало на фоне предпосевной обработки семян дальнейшему росту урожайности озимой пшеницы. В среднем по сортам сочетание ГКС + БЗ повысило урожайность на 6,3 %, при этом максимальная составила 0,38 т/га у сорта Алексеич,

а минимальная у сорта Ксения – 0,30 т/га. При обработке вегетирующих растений пшеницы по схеме ГКС + БЗ (2) прибавка урожайности по сравнению с контролем составила в среднем 0,56 т/га. Эффективность обработки посевов в фазу колошения озимой пшеницы была наименее результативной, так как рост урожайности был недостоверным и в среднем составил 0,07 т/га.

Наиболее отзывчивым на применение биопрепаратов оказался сорт Каролина 5, который при предпосевной обработке семян ГКС и 2–3-х некорневых обработках посевов биостимулятором БЗ обеспечил урожайность в пределах 6,69–6,76 т/га, что на 0,93 т/га выше контроля.

При анализе полученных результатов для оценки качества использовали национальный стандарт РФ ГОСТ 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», в соответствии с которым только 4-й и 5-й варианты по содержанию белка соответствуют пшенице 2 класса, а по содержанию клейковины – пшенице 3 класса. Остальные варианты по этим показателям относятся к пшенице 3 и 4 класса.

В настоящее время особенно актуальной становится не только повышение продуктивности сортов, но и их адаптивность в связи с изменением климатических условий (Гладышева и Банникова 2021; Кинчаров и др., 2019). Определение различных показателей адаптив-

ности изучаемых сортов к конкретным условиям возделывания позволит выделить наиболее перспективные из них для последующего районирования для хозяйств с различным уровнем агротехники.

Для расчетов по определению параметров наиболее используемых показателей адаптивности использовали различные методики. В любом полевом эксперименте основным показателем эффективности применяемых приемов агротехники является урожайность, поэтому в наших расчетах по определению адаптивного потенциала изучаемых сортов за основу был взят именно этот показатель (табл. 3).

Таблица 3. Адаптивные свойства сортов озимой мягкой пшеницы по признаку «урожайность» (2020–2022 гг.)
Table 3. Adaptive properties of the winter bread wheat varieties according to the trait 'productivity' (2020–2022)

Сорта	Варьирование урожайности (У), ц/га			Показатели адаптивности		
	У _{min}	У _{max}	У _{ср}	экологическая пластичность	экологическая стабильность	коэффициент адаптивности
Гром, st	5,20	6,07	5,57	1,01	0,62	0,97
Алексеич	5,65	6,73	6,09	1,26	0,99	1,06
Баграт	5,14	5,88	5,46	0,87	0,74	0,95
Каролина	5,97	7,11	6,44	1,32	0,86	1,12
Ксения	4,85	5,82	5,26	1,11	0,49	0,91

Наиболее широко применяемые показатели адаптивности (экологическая стабильность и пластичность) позволяют выделить из изучаемых сортов те, которые способны в наибольшей степени реализовать свой потенциал в постоянно изменяющихся условиях внешней среды.

Наши расчеты показали, что сорта Каролина 5 и Алексеич обладают наибольшей экологической пластичностью ($b_i > 1$) и большой отзывчивостью на изменения условий выращивания, поэтому их лучше выращивать на интенсивном фоне с высоким уровнем агротехники. У сорта Баграт $b_i = 0,87$, что свидетельствует о низкой экологической пластичности, и его выращивание больше подходит для хозяйств с невысоким уровнем агротехники, где от него будет наибольшая отдача при минимуме затрат.

Расчеты экологической стабильности показали, что наиболее стабильными являются сорта Ксения и Гром, значения которых свидетельствуют о том, что эти сорта могут давать не очень высокий, но стабильный урожай в любых условиях выращивания.

По коэффициенту адаптивности (КА) только сорта Каролина 5 и Алексеич имеют значения больше 1, что характеризует их как наиболее адаптивные и потенциально высокопродуктивные.

Выводы. Сорта Каролина 5 (Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр) и Алексеич (Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко) обладают наиболее значимыми адаптационными показателями по экологической пластичности ($b_i = 1,32$ и $1,26$) и коэффициенту адаптивности ($KA = 1,12$ и $1,06$), и представляют практический интерес в плане сортосмены районированных сортов озимой мягкой пшеницы. Наиболее экономически эффективной схемой применения биопрепаратов является сочетание предпосевного замачивания семян гуматом калия Суфлер в дозе 1,0 л/т и обработка вегетирующих растений озимой пшеницы в фазе осеннего кущения и выхода в трубку Биостимом зерновым в дозе 1,3 л/га, обеспечивающих урожай по сорту Каролина 5 – 6,69 т/га, а по сорту Алексеич – 6,30 т/га.

Библиографические ссылки

1. Воронов С.И., Плескачев Ю.Н., Ильяшенко П.В. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2020. № 2 (113). С. 64–66. DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.19
2. Гладышева О.В., Банникова М.И. Урожайность и оценка адаптивности раннеспелых и позднеспелых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья // Аграрная наука. 2021. № 1. С. 129–132. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-129-132
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Кинчаров А.И., Демина Е.А., Таранова Т.Ю., Муллаянова О.С., Чекмасова К.Ю. Оценка адаптивного потенциала перспективных сортов яровой мягкой пшеницы //

Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 10–1(37). С. 145–149. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11624

5. Лобунская И.А., Ионова Е.В., Лиховидова В.А. Влияние засушливых условий на урожайность и элементы фотосинтетической деятельности озимой мягкой пшеницы // Аграрная наука. 2021. № 2. С. 74–77. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-345-2-74-77

6. Магомедова Д.С., Курбанов С.А., Ахмедова С.О., Мамаев Г.М. Разработка элементов адаптивной технологии возделывания озимой пшеницы в орошаемых условиях равнинной зоны Дагестана // Современное состояние и инновационные пути развития мелиорации и орошаемого земледелия: Материалы международной научно-практической конференции специалистов, ученых и аспирантов, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Махачкала, 24–25 сентября 2020 г. / отв. ред. С.А. Курбанов. Махачкала. 2020. С. 207–216.

7. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице // Агротехнический вестник. 2019. № 1. С. 59–62. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10014

8. Федотов В.А., Подлесных Н.В., Лукин А.Л., Власова Л.М. Урожайность озимой твердой пшеницы в зависимости от действия препаратов для обработки семян и растений // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 1. С. 63–66. DOI: 10.30850/vrsn/2019/1/63-66

9. Farhat F., Arfan M., Tabassum H.N., Tariq A., Wang X., Kamran M., Tariq I., Mora-Poblete F., Iqbal R., El-Sabroun A.M., Elansary Hosam O. The Impact of Bio-Stimulants on Cd-Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.): Insights Into Growth, Chlorophyll Fluorescence, Cd Accumulation, and Osmolyte Regulation // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 850567. DOI: 10.3389/fpls.2022.850567

10. Nuttall J.G., O'Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.] Models of grain quality in wheat – a review // Field Crop Res. 2017. Vol. 202, P. 136–145. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.011

11. Sharonova N.L., Terenzhev D.A., Lyubina A.P., Fadeeva I.D., Zakirov A.T. Substances for biological protection, regulation of growth and development of agricultural crops based on secondary plant metabolites // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 949(1), Article number: 012049. DOI: 10.1088/1755-1315/949/1/012049

References

1. Voronov S.I., Pleskachev Yu. N., Il'yashenko P.V. Osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna ozimoi pshenitsy [Fundamentals of the production of high-quality winter wheat grain] // Plodorodie. 2020. № 2 (113). С. 64–66. DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.19

2. Gladysheva O.V., Bannikova M.I. Urozhainost' i otsenka adaptivnosti rannespelykh i pozdnospelykh sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya [Productivity and estimation of adaptability of early-maturing and late-maturing varieties of winter bread wheat in the conditions of the Central Blackearth region] // Agrarnaya nauka. 2021. № 1. С. 129–132. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-129-132

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)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

4. Kincharov A.I., Demina E.A., Taranova T. Yu., Mullayanova O.S., Chekmasova K. Yu. Otsenka adaptivnogo potentsiala perspektivnykh sortov yarovoi myagkoi pshenitsy [Estimation of the adaptive potential of promising spring bread wheat varieties] // Mezhdunarodny zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2019. № 10–1(37). С. 145–149. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11624

5. Lobunskaya I.A., Ionova E.V., Likhovidova V.A. Vliyanie zasushlivykh uslovii na urozhainost' i elementy fotosinteticheskoi deyatel'nosti ozimoi myagkoi pshenitsy [Effect of dry conditions on productivity and elements of photosynthetic activity of winter bread wheat] // Agrarnaya nauka. 2021. № 2. С. 74–77. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-345-2-74-77

6. Magomedova D.S., Kurbanov S.A., Akhmedova S.O., Mamaev G.M. Razrabotka elementov adaptivnoi tekhnologii vozdel'yvaniya ozimoi pshenitsy v oroshaemykh usloviyakh ravninnoi zony Dagestana [Development of elements of adaptive technology for winter wheat cultivation in irrigated conditions of the flat zone of Dagestan] // Sovremennoe sostoyanie i innovatsionnye puti razvitiya melioratsii i oroshaemogo zemledeliya: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii spetsialistov, uchenykh i aspirantov, posvyashchennoi 75-letiyu Pobedy v Velikoi Otechestvennoi voine. Makhachkala, 24–25 sentyabrya 2020 g. / отв. ред. S.A. Kurbanov. Makhachkala. 2020. С. 207–216.

7. Ponomareva A.S., Korshunov A.A., Voznesenskaya T. Yu., Ryzhova D.A. Effektivnost' primeneniya organomineral'nykh udobrenii s kompleksom aminokislot na pshenitse [The efficiency of use of organomineral fertilizers with a complex of amino acids on wheat] // Agrokhimicheskii vestnik. 2019. № 1. С. 59–62. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10014

8. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Lukin A.L., Vlasova L.M. Urozhainost' ozimoi tverdoi pshenitsy v zavisimosti ot deistviya preparatov dlya obrabotki semyan i rastenii [Winter durum wheat productivity depending on the effect of products for seed and plant treatment] // Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. № 1. С. 63–66. DOI: 10.30850/vrsn/2019/1/63-66

9. Farhat F., Arfan M., Tabassum H.N., Tariq A., Wang X., Kamran M., Tariq I., Mora-Poblete F., Iqbal R., El-Sabroun A.M., Elansary Hosam O. The Impact of Bio-Stimulants on Cd-Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.): Insights Into Growth, Chlorophyll Fluorescence, Cd Accumulation, and Osmolyte Regulation // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 850567. DOI: 10.3389/fpls.2022.850567

10. Nuttall J.G., O'Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.] Models of grain quality in wheat – a review // Field Crop Res. 2017. Vol. 202, P. 136–145. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.011

11. Sharonova N.L., Terenzhev D.A., Lyubina A.P., Fadeeva I.D., Zakirov A.T. Substances for biological protection, regulation of growth and development of agricultural crops based on secondary

plant metabolites // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 949(1), Article number: 012049. DOI: 10.1088/1755-1315/949/1/012049

Поступила: 18.05.23; доработана после рецензирования: 02.09.23; принята к публикации: 04.09.23.

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. Курбанов С. А. – концептуализация исследования; Валиев Т. Р. – подготовка опыта; Курбанов С. А., Валиев Т. Р. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Курбанов С. А., Магомедова Д. С. – анализ данных и их интерпретация; Магомедова Д. С. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.