



Научная статья

УДК: 633.11:631.521:631.86

doi: 10.55186/25876740\_2024\_67\_4\_495

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АГРОХИМИКАТОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Д.С. Магомедова<sup>1</sup>, С.А. Курбанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

<sup>2</sup>Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты изучения влияния агрохимикатов на рост, развитие, урожайность и качество сортов озимой мягкой пшеницы в условиях равнинной орошаемой зоны Республики Дагестан. Исследованиями установлено, что предпосевная обработка семян Гуматом калия Суфлер и листовые подкормки Биостимом зерновым (агрохимикаты АО «Щелково Агрохим») оказали существенное влияние на рост растений и развитие корневой системы озимой пшеницы, фотосинтетическую деятельность посевов, эффективность использования поливной воды и урожайность. Максимальную урожайность сорт Каролина 5 проявляет при сочетании предпосевной обработки семян и трех листовых подкормках в фазу кущения, выхода в трубку и колошения, что обеспечивает урожайность 6,69 т/га зерна при улучшении его качества. Расчет параметров адаптивности показал, что применение Биостима зернового улучшает генетическую гибкость, общую адаптивную способность, экологическую пластичность и коэффициент адаптивности, в связи с чем сорт Каролина 5 представляет практический интерес в плане сортосмены районированных сортов озимой пшеницы для орошаемой зоны региона.

**Ключевые слова:** сорта озимой пшеницы, агрохимикаты, корневая система, урожайность, качество зерна, параметры адаптивности

Original article

## YIELD AND QUALITY OF GRAIN OF WINTER VARIETIES WHEAT WHEN USING AGROCHEMICALS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

D.S. Magomedova<sup>1</sup>, S.A. Kurbanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Agricultural Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

<sup>2</sup>Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatova, Makhachkala, Russia

**Abstract.** The results of studying the influence of agrochemicals on the growth, development, yield and quality of winter soft wheat varieties in the conditions of the flat irrigated zone of the Republic of Dagestan are presented. Research has established that pre-sowing seed treatment with Potassium Humate Prompter and foliar fertilizing with Biostim grain (agricultural chemicals from Shchelkovo Agrokhim JSC) had a significant impact on plant growth and the development of the root system of winter wheat, photosynthetic activity of crops, efficiency of irrigation water use and productivity. The Carolina 5 variety exhibits maximum yield with a combination of pre-sowing seed treatment and three foliar applications during the tillering, booting and heading phases, which ensures a yield of 6.69 t/ha of grain while improving its quality. Calculation of adaptability parameters showed that the use of grain Biostim improves genetic flexibility, general adaptive capacity, ecological plasticity and adaptability coefficient, and therefore the Carolina 5 variety is of practical interest in terms of variety replacement of zoned varieties of winter wheat for the irrigated zone of the region.

**Keywords:** winter wheat varieties, agrochemicals, root system, yield, grain quality, adaptability parameters

**Введение.** Основой продовольственной безопасности любой страны является наращивание производства зерна, а в современных условиях повысить эффективность его производства можно с помощью самого дешевого и доступного средства — сорта [6, 7, 13]. Сорт является наиболее экономически эффективным средством получения высокой урожайности при минимальных затратах [4]. Одним из основных факторов увеличения урожайности зерновых культур является создание новых сортов, от которых зависит 20...28% прироста урожая, а при неблагоприятных погодных условиях их роль еще выше [16]. Это особенно важно в условиях усиливающейся аридизации климата, когда возникает необходимость в подборе адаптивных сортов и совершенствовании технологии возделывания озимой пшеницы. Адаптивные или экологически приспособленные сорта отличаются большей устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, влияние которых зачастую предопределяет до 60...80% вариативности урожайности [1, 5, 9, 18].

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 [11]. 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 вегетирующих растений озимой пшеницы с целью улучшения количественных и качественных показателей [14, 17, 19].

**Цель и задачи исследований.** В этой связи целью проведения данного исследования являлось установление оптимальной схемы применения агрохимикатов для повышения потенциальной продуктивности и адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы. Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

— определить влияние изучаемых факторов на рост и развитие наиболее перспективных сортов озимой мягкой пшеницы для орошаемых условий региона;

- определить наиболее оптимальную схему применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы;
- определить урожайность и показатели качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от условий возделывания;
- оценить параметры экологической пластичности сортов озимой мягкой пшеницы отечественной селекции в зависимости от схемы применения биопрепаратов.

**Методы исследований.** Исследования проводились в 2019–2022 гг. на орошаемых луговых среднесуглинистых почвах учебно-опытного хозяйства Дагестанского ГАУ, а производственная проверка на аналогичных почвах опытной станции им. Кирова-филиала ФГБНУ «ФАНЦ РД» в 2022–2023 гг. Почва средней степени окультуренности, содержание гумуса в пахотном слое 2,9%, среднеобеспечена по азоту, низко обеспечена по фосфору и повышенной обеспеченности по калию.

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 листовой

подкормки растений озимой пшеницы — Биостим зерновой (БЗ) — 1,3 л/га.

Двухфакторный полевой опыт был заложен на фоне  $N_{160}P_{60}$  по следующей схеме: сорта озимой пшеницы (фактор А) — Гром, контроль; Алексеич и Баграт (сорта Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко), Каролина 5 и Ксения (сорта Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра); схема применения био-препаратов (фактор В) — 1-й вариант — вода, контроль; 2-й — предпосевная обработка семян ГКС, 3-й — ГКС + листовая подкормка растений в фазу осеннего кущения БЗ, 4-й — ГКС + листовая подкормка растений БЗ в фазу осеннего кущения и в фазу выхода в трубку, 5-й — ГКС + листовая подкормка растений БЗ в фазу осеннего кущения, фазу выхода в трубку и в фазу колошения.

Полевые наблюдения, учеты и анализы проводили в соответствии с методикой полевого

опыта Б.А. Доспехова [8], методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12]. Полученные данные подвергались статистической обработке методами корреляционного и дисперсионного анализов.

**Результаты и обсуждение.** Всхожесть и густота стояния растений являются существенными показателями условий посева, то есть состояния почвы, качества посевных работ и качества семян, а повторные определения густоты стояния растений позволяют определить устойчивость посевов к абиотическим и биотическим факторам среды. Предпосевная обработка семян ГКС способствовала повышению всхожести семян в среднем по сортам на 4,3%, а листовые подкормки способствовали увеличению количества продуктивных стеблей на 5,7%, усилению ростовых процессов на 7,5...8,5% по сравнению с контролем. Корреляционный анализ выявил

среднюю прямую зависимость между высотой растений и урожайностью ( $y = 0,0509x + 1,8774$  при  $r = 0,569$ ).

Изучению корневой системы пшеницы, посвящено немало исследований и связано это с тем, что она не только усваивает влагу и растворенные в ней минеральные вещества с разной глубины в наиболее ответственные периоды развития растений, но и влияет на развитие всех органов и функций растений [10]. Знание величины корневой системы, глубины распространения в различные фазы роста особенно важно в условиях орошаемого земледелия для оптимального планирования режима орошения культуры.

Нашими исследованиями установлена взаимосвязь размещения корневой системы в пахотном горизонте по фазам развития культуры в зависимости от схемы применения агрохимикатов, а также сортовых особенностей озимой мягкой пшеницы (рис. 1).

Учет корневой системы показал, что предпосевная обработка ГКС увеличивает накопление корневой массы на 8,6%, а листовые подкормки БЗ — в среднем на 21,9%. Важным показателем эффективности работы корневой системы является коэффициент продуктивности. Применение предпосевной обработки семян снижает коэффициент продуктивности с 4,35 (вода) до 4,19, а применение листовых подкормок повышает эффективность работы корневой системы в среднем на 10,1%. Что касается сравниваемых сортов, то у Каролины 5  $K_{\text{прод.}} = 3,96$  при  $K_{\text{прод.}} = 4,43$  у сорта Гром (контроль).

Установлена корреляционная зависимость между развитием надземной и корневой массы растений озимой пшеницы, что подтверждает заметная (по шкале Чеддока) прямая корреляционная зависимость между ними ( $y = 0,028x + 0,9192$  при  $r = 0,591$ ).

То, что возможная потенциальная продуктивность современных сортов реализуется не в полной мере, во многом зависит от фотосинтетической деятельности посевов. Поэтому разработка агротехнических приемов, направленных на увеличение площади и продолжительности работы ассимиляционного аппарата, является актуальным направлением (табл. 1).

Анализируя полученные значения деятельности ассимиляционного аппарата изучаемых сортов, необходимо отметить, что по всем показателям выделяется сорт Каролина 5, подтверждаемый результатами статистической обработки данных. Эффективность применения агрохимикатов начинает сказываться по некоторым показателям уже после осеннего опрыскивания посевов Биостимом зерновым, а наибольший эффект достигается при 2-3-х листовых подкормках вегетирующих посевов. Применение агрохимикатов 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 прироста 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 (рис. 2).

В орошаемом земледелии важное значение, особенно в условиях усиливающейся аридизации климата, имеет рациональное использование водных ресурсов, показателем которого

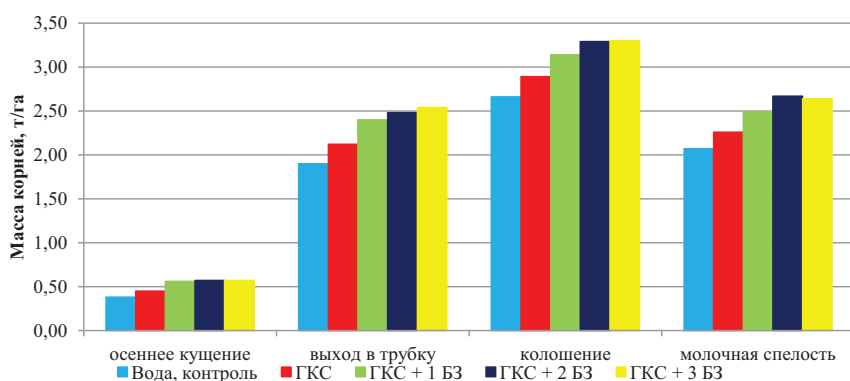


Рисунок 1. Влияние агрохимикатов на развитие корневой системы по фазам развития озимой пшеницы  
Figure 1. Effect of agrochemicals on root development by phases of winter wheat development

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

Сорта	Схемы применения агрохимикатов	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, млн м <sup>2</sup> · дней/га	СВ, т/га	СПП, г/м <sup>2</sup> · 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 + 1 БЗ	33,4	2,39	9,69	13,56	1,49
	ГКС + 2 БЗ	34,2	2,41	10,08	14,29	1,59
	ГКС + 3 БЗ	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 + 1 БЗ	38,2	2,75	11,24	15,62	1,74
	ГКС + 2 БЗ	39,6	2,83	11,65	16,31	1,82
	ГКС + 3 БЗ	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 + 1 БЗ	35,1	2,46	10,35	14,78	1,67
	ГКС + 2 БЗ	37,0	2,55	10,89	15,76	1,80
	ГКС + 3 БЗ	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 + 1 БЗ	39,7	2,72	11,68	17,03	1,95
	ГКС + 2 БЗ	41,9	2,83	12,24	18,14	2,09
	ГКС + 3 БЗ	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 + 1 БЗ	36,4	2,51	10,61	15,58	1,75
	ГКС + 2 БЗ	37,9	2,58	11,16	16,41	1,86
	ГКС + 3 БЗ	38,3	2,60	11,27	16,58	1,88
HCP <sub>05</sub>		1,9	0,13	0,54	0,77	0,09



является коэффициент использования воды (КИВ). В отличие от коэффициента водопотребления, КИВ имеет экономическое значение, так как является ресурсом, требующим финансовых затрат. В этой связи, наиболее эффективно используется поливная вода сортами Каролина 5 (на 13,5%) и Алексеич (на 8,6%), а сорта Ксения и Баграт по эффективности уступают сорту Гром (контроль). Все применяемые схемы агрохимикатов повышают эффективность использования поливной воды, но если при применении ГКС эффективность составляет всего 3,5%, то при применении 2 БЗ и 3 БЗ на фоне ГКС эффективность возрастает на 9,4 и 10,5% соответственно.

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

Сравнительный анализ данных по урожайности сортов озимой пшеницы свидетельствует о том, что новые сорта селекции Северо-Кавказского ФНАЦ (Каролина 5) и НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (Алексеич) превышают сорт Гром (контроль) на 15,6 и 9,3%, обеспечивая выход зерна более 6,4 и 6,1 т/га соответственно. Сорт Баграт (5,47 т/га) практически не уступал сорту Гром (5,57 т/га) по урожайности, а сорт Ксения показал самую низкую урожайность (5,26 т/га). У всех сортов наиболее высокая урожайность озимой мягкой пшеницы отмечена при двукратной и трехкратной листовой подкормке посевов Биостимом зерновым, а максимальная урожайность сформировалась у сорта Каролина 5 — 6,69...6,76 т/га, что на 16,1% выше контроля.

Наряду с урожайностью, важным показателем является качество зерна, а в соответствии с национальным стандартом РФ ГОСТ 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», наиболее важными являются массовая доля белка (протеина), массовая доля сырой клейковины, натура и ряд других показателей (табл. 3).

Среди изучаемых сортов по содержанию белка лучшие результаты отмечены у сортов Ксения (13,42%), Каролина (13,38%) и Баграт (13,15%), однако в соответствии с вышеуказанным ГОСТом по этому показателю они относятся к пшеницам 3 класса, как и сорта Алексеич и Гром, у которых содержание белка существенно ниже.

Усредненные значения по агрохимикатам показали их влияние на повышение содержания протеина, но только при двукратной и трехкратной фолиарной подкормке посевов БЗ, что позволило по содержанию массовой доли белка на трех сортах (Ксения, Каролина 5 и Баграт) получить зерно, соответствующее 2 классу — 13,52 и 13,61% соответственно. Применение агрохимикатов позволило увеличить содержание сырой клейковины до уровня 3 класса, но только при применении схем ГКС + 2 БЗ (26,54%) и ГКС + 3 БЗ (26,48%). Математическая обработка данных подтвердила достоверность полученных результатов.

В современных экономических условиях при ограниченном использовании минеральных удобрений и средств химизации для получения высоких и стабильных урожаев большое внимание уделяется оценке сортов по параметрам экологической пластичности, которую связывают с их способностью давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических и агротехнических условиях [3].

Изучение варьирования динамики урожайности позволило выявить наиболее ценные сорта с высокой степенью адаптивности к погодным условиям. В ходе проведенного анализа рассчитывались 12 параметров адаптивности, среди которых, по мнению многих ученых [2, 9, 15], для объективной характеристики адаптивных свойств рекомендуется использовать следующие статистические показатели: генетическую гибкость, коэффициенты экологической пластичности и стабильности, коэффициент адаптивности и общей адаптивной способности (табл. 4).

Расчеты показали, что сорт Каролина 5 и Алексеич по комплексу основных параметров адаптивности (экологическая пластичность, генетическая гибкость, коэффициент адаптивности и др.) превосходят сорт Гром, поэтому их лучше выращивать на интенсивном фоне с высоким уровнем агротехники, а сорта Гром и Ксения могут давать стабильный, но не очень высокий урожай, в любых условиях выращивания, как лучшие по стрессоустойчивости.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что применение агрохимикатов (ГКС и БЗ) способствует улучшению параметров адаптивности, а по комплексу параметров лучшими были варианты с предпосевной обработкой семян и двукратной-трехкратной листовой подкормкой вегетирующих растений Биостимом зерновым.

Анализ энергетической эффективности показал, что применение биопрепаратов снижает энергетические затраты на выращивание 1 т зерна на 1036 МДж, способствуя повышению коэффициента энергетической эффективности на 8,7%. Расчеты экономической эффективности показали, что лучшим является сорт Каролина 5, а в сочетании со схемой применения биопрепаратов ГКС + 2 БЗ он обеспечивает максимальную рентабельность — 89,4% при наименьшей себестоимости 1 т зерна.

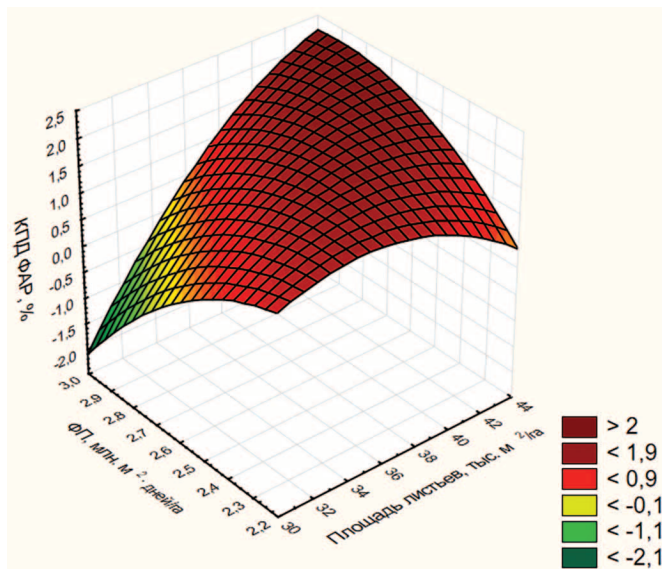


Рисунок 2. Влияние площади листьев и ФП на КПД ФАР  
Figure 2. Influence of leaf area and PP on PAR efficiency

Таблица 2. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от различных вариантов применения агрохимикатов, т/га (2020-2022 гг.)

Table 2. Productivity of winter wheat varieties depending on various options for using agrochemicals, t/ha (2020-2022)

Сорта	Варианты опыта				
	Вода, контроль	ГКС	ГКС + 1 БЗ	ГКС + 2 БЗ	ГКС + 3 БЗ
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
НСР <sub>05</sub>			0,35		

Таблица 3. Качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от схемы применения агрохимикатов (2020-2022 гг.)

Table 3. Grain quality of winter wheat varieties depending on from the scheme of use of agrochemicals (2020-2022)

Схемы применения агрохимикатов	Протеин, %	Клейковина, %	Крахмал, %	Индекс Зелени, мл
Вода, контроль	12,11	19,72	69,4	33,79
ГКС	12,18	20,84	69,7	37,02
ГКС + 1 БЗ	13,38	22,83	70,3	30,47
ГКС + 2 БЗ	13,52	26,57	69,4	43,72
ГКС + 3 БЗ	13,61	26,47	70,0	38,26
НСР <sub>05</sub>	0,64	1,18	3,49	1,83

Таблица 4. Адаптивные свойства озимой мягкой пшеницы по признаку «урожайность» при применении агрохимикатов (2020-2022 гг.)

Table 4. Adaptive properties of winter soft wheat by trait « yield » when using agrochemicals (2020-2022)

Схемы применения био-препаратов	Параметры адаптивности				
	генетическая гибкость, т/га	общая адаптивная способность	экологическая стабильность	экологическая пластичность	коэффициент адаптивности
Вода	5,48	-0,34	0,62	1,00	0,94
ГКС	5,71	-0,14	0,99	1,10	0,98
ГКС + 1 БЗ	5,86	0	0,74	1,19	1,00
ГКС + 2 БЗ	6,06	0,19	0,86	1,12	1,04
ГКС + 3 БЗ	6,12	0,29	0,49	1,17	1,05





**Выводы.** Среди изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы 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 ( $b_1 = 1,32$  и  $1,26$ ) и коэффициенту пластичности ( $KA = 1,12$  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 листовая подкормка 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.

#### Список источников

1. Алабушев А.В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 47-51.
2. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Оценка адаптивного потенциала сортов твердой яровой пшеницы по урожайности // Вестник Красноярского ГАУ. 2021. № 2. С. 46-55.
3. Безуглая Т.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П. [и др.] // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3 (75). С. 27-33.
4. Беляев Н.Н., Дубинкина Е.А. Оценка адаптации сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3 (27). С. 91-95.
5. Воронов С.И., Плескачев Ю.Н., Ильяшенко П.В. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2020. № 2 (113). С. 64-66.
6. Газе В.Л., Ионова Е.В., Марченко Д.М., Лиховидова В.А. Сортосмена озимой мягкой пшеницы как механизм увеличения продуктивности и устойчивости к абиотическим факторам среды // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6 (60). С. 16-20.
7. Гладышева О.В., Банникова М.И. Урожайность и оценки адаптивности раннеспелых и позднеспелых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья // Аграрная наука. 2021. № 1. С. 129-132.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1989. 351 с.
9. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 2000. № 3. С. 55-60.
10. Лиховидова В.А., Е.В. Ионова, Д.М. Марченко. Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 39-42.
11. 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. Махачкала. 2020. С. 207-216.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. Зерновые, кру-

пьяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва. 1989. 197 с.

13. Петров Л.К. Особенности формирования потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от сортов, норм и сроков посева семян в Волго-Вятском регионе // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64, № 6 (384). С. 30-33.

14. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице // Агробиохимический вестник. 2019. № 1. С. 59-62.

15. Рыбась И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И. [и др.] Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 51-54.

16. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы важнейший фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 4-6.

17. Федотов В.А., Подлесных Н.В., Луккин 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.

18. Farhat F., Arfan M., Tabassum H.N., Tariq A., Wang X., Kamran M., Tariq I., Mora-Poblete F., Iqbal R., El-Sabrout 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.

19. 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.

#### References

1. Alabushev A.V. (2013). *Adaptivnyj potencial sortov zernovykh kultur* [Adaptive potential of grain crop varieties]. *Leguminous and cereal crops*, no. 2 (6), pp. 47-51.
2. Baikalova L.P., Serebrennikov Yu.I. (2021). *Otsenka adaptivnogo potenciala sortov tverdoj yarovoj pshenicy po urozhajnosti* [Assessment of the adaptive potential of durum spring wheat varieties in terms of yield]. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, no. 2, pp. 46-55.
3. Bezuglaya T.S., Samofalova N.E., Ilichkina N.P. [and others] (2021). *Adaptivnyj potencial novyh sortov i linij ozimoy tverdoj pshenicy v usloviyah Rostovskoj oblasti* [Adaptive potential of new varieties and lines of winter durum wheat in the conditions of the Rostov region]. *Grain farming in Russia*, no. 3 (75), pp. 27-33.
4. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. (2018). *Otsenka adaptatsii sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah Central'nogo Chernozem'ya* [Assessment of adaptation of winter soft wheat varieties in the conditions of the Central Black Earth Region]. *Grain legumes and cereal crops*, no. 3 (27), pp. 91-95.
5. Voronov S.I., Pleskachev Yu.N., Ilyashenko P.V. (2020). *Osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna ozimoy pshenicy* [Fundamentals of the production of high-quality winter wheat grain]. *Fertility*, no. 2 (113), pp. 64-66.
6. Gaze V.L., Ionova E.V., Marchenko D.M., Likhovidova V.A. (2016). *Sortosmena ozimoy myagkoj pshenicy kak mekhanizm uvelicheniya produktivnosti i ustojchivosti k abioticheskim faktorom sredy* [Variety change of winter soft wheat as a mechanism for increasing productivity and resistance to abiotic environmental factors]. *Grain Economy of Russia*, no. 6 (60), pp. 16-20.
7. Gladysheva O.V., Bannikova M.I. (2021). *Urozhajnost' i ocnki adaptivnosti rannespelykh i pozdnospelykh sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah Central'nogo Nechernozem'ya*

[Productivity and assessment of adaptability of early-ripening and late-ripening varieties of winter soft wheat in the conditions of the Central Non-Black Earth Region]. *Agrarian Science*, no. 1, pp. 129-132.

8. Dosphehov B.A. (1989). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)], Moscow, *Agropromizdat*.

9. Zhuchenko A.A. (2000). *Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoj sistemy selekcii rastenij* [Ecological and genetic foundations of the adaptive system of plant breeding]. *Agricultural biology*, no. 3, pp. 55-60.

10. Likhovidova V.A., Ionova E.V., Marchenko D.M. (2018). *Vliyeniye pochvennoj i vozduzhnoj zasuhi na razvitiye kornevoj sistemy sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy* [The influence of soil and air drought on the development of the root system of varieties and lines of winter soft wheat]. *Grain Economy of Russia*, no. 4 (58), pp. 39-42.

11. Magomedova D.S., Kurbanov S.A. (2020). Development of elements of adaptive technology for cultivating winter wheat in the irrigated conditions of the plain zone of Dagestan. Proceedings of the *Current state and innovative ways of development of land reclamation and irrigated agriculture (Makhachkala, Russia, September 24-25, 2020)*, (eds. S. Akhmedova, G. Mamaev), *Makhachkala*, pp. 207-216.

12. The State Commission for Variety Testing of agricultural crops (1989). *Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozaystvennykh kul'tur* [Grains, cereals, legumes, corn and forage crops. Methodology for state variety testing of agricultural crops], Moscow, issue 2.

13. Petrov L.K. (2021). *Osobennosti formirovaniya potencial'noj produktivnosti ozimoy pshenicy v zavisimosti ot sortov, norm i srokov poseva semyan v Volgo-Vyat'skom regione* [Features of the formation of potential productivity of winter wheat depending on varieties, norms and timing of seed sowing in the Volga-Vyatka region]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 6 (384), pp. 30-33.

14. Ponomareva A.S., Korshunov A.A., Voznesenskaya T.Yu., Ryzhova D.A. (2019). *Effektivnost' primeneniya organomineral'nykh udobrenij s kompleksom aminokislot na pshenice* [Efficiency of using organomineral fertilizers with a complex of amino acids on wheat]. *Agrochemical Bulletin*, no. 1, pp. 59-62.

15. Rybas I.A., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. [and others] (2018). *Otsenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy* [Assessment of adaptability parameters of winter soft wheat varieties]. *Grain economy of Russia*, no. 4 (58), pp. 51-54.

16. Sandukhadze B.I. (2010). *Selekcija ozimoy pshenicy vazhnejshij faktor povysheniya urozhajnosti i kachestva* [Selection of winter wheat is the most important factor in increasing yield and quality]. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, no. 11, pp. 4-6.

17. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Lukin A.L., Vlasova L.M. (2019). *Urozhajnost' ozimoy tverdoj pshenicy v zavisimosti ot dejstviya preparatov dlya obrabotki semyan i rastenij* [Yield of winter durum wheat depending on the effect of preparations for treating seeds and plants]. *Bulletin of Russian Agricultural Science*, no. 1, pp. 63-66.

18. Farhat F., Arfan M., Tabassum H.N., Tariq A., Wang X., Kamran M., Tariq I., Mora-Poblete F., Iqbal R., El-Sabrout A.M., Elansary Hosam O. The Impact of Bio-Stimulants on Cd-Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*, vol. 13, Article number: 850567.

19. Nuttall J.G., O'Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.] (2017). Models of grain quality in wheat — a review. *Field Crop Res*, vol. 202, pp. 136-145.

#### Информация об авторах:

**Магомедова Диана Султановна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7559-2456>, [mds-agro@mail.ru](mailto:mds-agro@mail.ru)

**Курбанов Серажутдин Аминович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9390-5180>, [kurbanovsa@mail.ru](mailto:kurbanovsa@mail.ru)

#### Information about the authors:

**Diana S. Magomedova**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7559-2456>, [mds-agro@mail.ru](mailto:mds-agro@mail.ru)

**Serazhutdin A. Kurbanov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatova, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9390-5180>, [kurbanovsa@mail.ru](mailto:kurbanovsa@mail.ru)