

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КОМПЛЕКСУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АДАПТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

С. И. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, e.logv1nova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1226-5693;

А. А. Емельянова, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-0610-3591;

Е. В. Логвинова, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, e.logv1nova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-0422-6176

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,
305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70б; e-mail: kurskfarc@mail.ru

В статье изложены результаты экологического испытания различных сортов озимой мягкой пшеницы за 2018–2020 гг. и приведена оценка их урожайности. Целью исследований являлась оценка сортов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения по комплексу показателей адаптивности в почвенно-климатических условиях Курской области для использования в качестве исходного материала при создании новых адаптированных и высокопродуктивных сортов. Материалом для исследований являлись 16 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»: Губернатор Дона, Богема, Донмира и Октава 15, ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»: Юка, Гром, Веха, Сварог, Ахмат и Доля, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»: Вольный Дон, Краса Дона, Донская степь, Вольница и Этиюд. Стандартом был сорт Льговская 4 селекции Льговской опытно-селекционной станции филиала ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова». Индекс условий среды сложился по-разному. Неблагоприятные условия для формирования урожая наблюдались в 2019 г. ($I_j = -1,01$). Благоприятными были условия в 2018 году ($I_j = 0,28$) и 2020 году ($I_j = 0,74$). На основании проведенных исследований выделились сорта озимой пшеницы Веха и Ахмат, имеющие максимальную урожайность в опыте 7,49 и 7,67 т/га, высокую генетическую гибкость $(Y_{min} + Y_{max})/2 = 7,54$ и 7,97 и индекс экологической пластичности $ИЭП = 1,16$ и 1,17. Сорт Донская степь характеризуется высокой стабильностью урожайности ($S^2_d = 0,003$; $C_v = 1,47\%$; $Hom = 418,89$; $ПУСС = 613,0$) и стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -0,22$). Рекомендуется использовать выделившиеся генотипы в селекции на высокую продуктивность и адаптированность сортов.

Ключевые слова: сорт, озимая мягкая пшеница, урожайность, показатели экологической адаптивности.

Для цитирования: Кривошеев С. И., Емельянова А. А., Логвинова Е. В. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по комплексу показателей адаптивности в условиях Курской области // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 4. С. 12–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-12-16.



CHARACTERISTICS OF WINTER COMMON WHEAT VARIETIES ACCORDING TO A SET OF ADAPTABILITY INDICATORS IN THE KURSK REGION

S. I. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production, e.logv1nova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1226-5693;

A. A. Emeliyanova, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0610-3591;

E. V. Logvinova, researcher of the laboratory for breeding and seed production, e.logv1nova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-0422-6176

FSBSI "Kursk Federal Agrarian Research Center",
305021, Kursk, Karl Marks Str., 70b; e-mail: kurskfarc@mail.ru

The current paper has presented the results of environmental testing of various winter common wheat varieties in 2018–2020 and given an estimation of their productivity. The purpose of the study was to evaluate winter common wheat varieties of different geographical origin according to a set of adaptability indicators in the soil and climatic conditions of the Kursk region to use them as initial material for the development of new adapted and highly productive varieties. The material for the research was 16 winter common wheat varieties among which the varieties 'Gubernator Dona', 'Bogema', 'Donmira' and 'Oktava 15' developed by the FSBSI "Federal Rostov Agrarian Research Center"; the varieties 'Yuka', 'Grom', 'Vekha', 'Svarog', 'Akhmat' and 'Dolya' developed by the FSBSI "National Grain Center named after P. P. Lukyanenko"; the varieties 'Volny Don', 'Krasa Dona', 'Donskaya Step', 'Volnitsa' and 'Etyud' developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The standard was the variety 'Lgovskaya 4' developed by the Lgov experimental breeding station of the branch of the FSBSI "ARRISS named after A. L. Mazlumov". The index of environmental conditions developed differently. There were unfavorable conditions for yield formation in 2019 ($I_j = -1,01$), and favorable ones in 2018 ($I_j = 0,28$) and 2020 ($I_j = 0,74$). According to the conducted study, the winter wheat varieties 'Vekha' and 'Akhmat' were of maximum experimental productivity with 7.49 and 7.67 t/ha, had high genetic flexibility $(Y_{min} + Y_{max})/2 = 7.54$ and 7.97, and the indices of environmental adaptability IEA were 1.16 and 1.17. The variety 'Donskaya Step' is characterized by high yield stability ($S^2_d = 0.003$; $C_v = 1.47\%$; $Hom = 418.89$;

PUSS = 613.0) and stress resistance ($Y_{min} - Y_{max} = -0.22$). It can be recommended to use the isolated genotypes in breeding for high productivity and adaptability of varieties.

Keywords: variety, winter common wheat, productivity, indicators of environmental adaptability.

Введение. Использование высокопродуктивных экологически пластичных сортов играет важную роль в повышении стабильности урожайности и качества зерна (Грязнова, 2019).

В экологическом испытании сортов оценивается их адаптивный потенциал с применением различных статистических методов. Важными показателями адаптивности сорта являются его экологическая пластичность и стабильность. В основе этих признаков лежит оценка особенностей сортов по эффектам взаимодействия генотип – среда (Рыбась, 2016; Kendal, 2019). Управление эффектами взаимодействия генотип – среда через агротехнологические и генетико-селекционные мероприятия способствует существенному повышению урожайности (Драговцев и Якушев, 2015).

В качестве исходного материала в селекционной работе следует использовать адаптированные к местным условиям сорта с высокими вкладами систем адаптивности и эффектов реакции в формировании урожайности (Новохатин и др., 2022).

Целью исследований – оценка сортов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения по комплексу показателей адаптивности в почвенно-климатических условиях Курской области для использования в качестве исходного материала при создании новых адаптированных и высокопродуктивных сортов.

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в конкурсном сортоиспытании на полях научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2018–2020 годах. Объектом исследований стали сорта озимой мягкой пшеницы: селекции ФГБНУ «Федерального Ростовского аграрного научного центра» – Губернатор Дона, Богема, Донмира и Октава 15; ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» – Юка, Гром, Вежа, Сворог, Ахмат и Доля; ФГБНУ «Донской АНЦ» – Вольный Дон, Краса Дона, Донская степь, Вольница и Этюд. Стандартный сорт – Львовская 4 селекции Львовской ОСС филиала ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова».

Предшественник чистый пар. Посев проводили порционной сеялкой СКС-6-10 на деланках площадью 10 м², повторность шести-

кратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Исследования выполняли согласно «Методике Государственного сортоиспытания» (2019). Уборку проводили при достижении полной спелости зерна комбайном «Сампо-130».

Экологическую пластичность (b_i) и стабильность (S^2d) сортов рассчитывали по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) в изложении В. А. Зыкина (2005). Стрессоустойчивость сорта ($Y_{min} - Y_{max}$) и компенсаторную способность ($Y_{min} + Y_{max}$)/2 определяли по А. А. Rossielle, J. Hemblin в описании А. А. Гончаренко (2005).

Коэффициент отзывчивости (K_p) определяли по методу В. А. Зыкина (2005), индекс экологической пластичности (ИЭП) – по А. А. Грязнову (Грязнов, 2019), гомеостатичность (Hom) – по методике В. В. Хангильдина (Хангильдин и Литвиненко, 1981), показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) – по методике Э. Д. Неттевич (Сандухадзе и др., 2018), коэффициент вариации (C_v) – по Б. А. Доспехову (2014).

Метеоусловия вегетационных сезонов озимой пшеницы существенно различались по месяцам и годам исследований. В 2017–2018 гг. вегетация озимой пшеницы протекала в условиях повышенного температурного режима и недостатка влагообеспеченности ($ГТК = 0,86$). В 2018–2019 гг. засушливыми были апрель и июнь, дождливым и теплым – май, холодным – июль. В целом вегетационный сезон являлся неблагоприятным для формирования высокого урожая озимой пшеницы ($ГТК = 0,79$).

Погодные условия в 2019–2020 гг. сложились благоприятные для роста и развития озимой пшеницы ($ГТК = 1,08$). Но в апреле и мае 2020 г. растения вегетировали при высоком содержании влаги в почве и пониженных температурах, что привело к развитию грибных заболеваний. В большей степени от них пострадали сорта Юка, Вольница и Этюд, что в свою очередь привело к снижению урожайности.

Результаты и их обсуждение. Средняя урожайность сортов озимой мягкой пшеницы изменялась от 5,85 т/га у сорта Этюд до 7,67 т/га у сорта Ахмат. В большей степени урожайность варьировала по годам исследований – от 4,26 т/га у сорта Богема в 2019 г. до 9,29 т/га у сорта Ахмат в 2020 г. (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы и показатели их экологической адаптивности
Table 1. Productivity of winter common wheat varieties and indicators of their environmental adaptability

Сорт	Урожайность, т/га				Коэффициенты*		
	2018	2019	2020	Средняя	b_i	S^2d	K_p
Львовская 4, st	7,08	5,63	7,11	6,61	0,95	0,08	1,26
Губернатор Дона	5,88	5,42	7,33	6,21	0,97	0,56	1,35
Богема	6,18	4,26	9,00	6,48	2,48	1,52	2,11
Донмира	6,92	4,99	7,25	6,39	1,38	0,05	1,45
Октава 15	7,18	4,85	7,62	6,55	1,67	0,06	1,57

Продолжение табл. 1

Сорт	Урожайность, т/га				Коэффициенты*		
	2018	2019	2020	Средняя	b_i	S^2d	Кр.
Юка	7,12	5,91	6,77	6,60	0,63	0,21	1,20
Гром	7,17	5,98	7,30	6,82	0,83	0,03	1,22
Веха	7,41	6,95	8,12	7,49	0,65	0,10	1,17
Сварог	7,23	5,60	7,27	6,70	1,06	0,13	1,30
Ахмат	7,07	6,65	9,29	7,67	1,30	1,34	1,40
Доля	6,95	5,40	7,33	6,56	1,17	0,005	1,36
Вольный Дон	6,25	5,28	6,53	6,02	0,76	0,004	1,24
Краса Дона	6,73	5,26	6,91	6,30	1,02	0,04	1,31
Донская степь	6,14	6,03	6,25	6,14	0,15	0,003	1,04
Вольница	7,09	5,56	5,90	6,18	0,45	0,96	1,28
Этюд	6,58	4,57	6,39	5,85	1,19	0,85	1,44
Средние – X_i	6,81	5,52	7,27	6,53	–	–	–
НСР ₀₅	0,30	0,24	0,36	0,53	–	–	–
Индекс среды I_j	0,28	-1,01	0,74	–	–	–	–

Примечание. * – коэффициенты: b_i – коэффициент линейной регрессии; S^2d – коэффициент стабильности; Кр. – коэффициент отзывчивости на условия окружающей среды.

Выяснено, что наиболее урожайными сортами в среднем за 2018–2020 гг. были сорта озимой пшеницы селекции «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»: Веха (7,49 т/га) и Ахмат (7,67 т/га), где прибавка по сравнению с контролем Льговская 4 (6,61 т/га) составила 0,88 и 1,06 т/га соответственно. Средняя урожайность по сортам ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» составила 6,97 т/га, по сортам ФРАНЦ – 6,41 т/га, по сортам «Донской АНЦ» – 6,40 т/га.

Индекс условий среды сложился следующим образом. Неблагоприятные условия для формирования урожая наблюдались в 2019 г., где $I_j = -1,01$. Благоприятными были условия 2018 г. ($I_j = 0,28$) и особенно 2020 г. ($I_j = 0,74$).

Коэффициент линейной регрессии (b_i) урожайности показывает отзывчивость сортов на изменение условий выращивания. Большей отзывчивостью обладали сорта Сварог, Доля, Этюд, Ахмат, Донмира, Октава 15 с $b_i = 1,06–1,67$ и особенно Богема, где коэффициент экологической пластичности составил 2,48.

В изучаемом наборе образцов $b_j < 1$ имели сорта Вольница, Юка, Веха, Вольный Дон, Гром с $b_i = 0,45–0,83$ и выделялся сорт Донская степь с $b_i = 0,15$. Урожайность в этой группе сортов значительно меньше реагировала на изменение условий выращивания, чем в группе с $b_i > 1$.

Сорта Льговская 4, Губернатор Дона и Краса Дона имели $b_i = 0,95–1,02$, что близко к единице, и, следовательно, изменение урожайности соответствовало изменению условий выращивания.

Экологическая стабильность сорта показывает, что чем ниже в числовом эквиваленте оказывается показатель сорта, тем он стабильнее себя ведет в тех или иных условиях. Самым стабильным был сорт Донская степь ($S^2d = 0,003$), а также сорта Вольный Дон,

Доля, Гром, Краса Дона, Донмира, Октава 15, Льговская 4 ($S^2d = 0,004–0,08$).

Менее стабильными сортами являлись Этюд, Вольница, Ахмат и Богема ($S^2d = 0,85–1,52$).

Коэффициент отзывчивости на условия окружающей среды (Кр.) по методу В. А. Зыкина (Филиппов и др., 2022) показывает, как сильно отличается урожайность сорта, выращенного в благоприятных условиях, от урожайности этого же сорта, полученного в неблагоприятных условиях. Наибольший коэффициент отзывчивости получен у сорта Богема (Кр. = 2,11) и Октава 15 (Кр. = 1,57), слабо реагировали сорта Веха, Юка, Гром (Кр. = 1,17–1,22) и Донская степь (Кр. = 1,04).

Устойчивость сортов к стрессу является важным показателем адаптивности и экологической пластичности. Стрессоустойчивость тем выше, чем меньше разница между минимальной и максимальной урожайностью, то есть шире диапазон приспособительных возможностей сорта (Сапега и др., 2012). Высокой стрессоустойчивостью характеризовались сорта «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»: Веха, Юка и Гром ($Y_{min} - Y_{max} = -1,17–1,32$), сорт Вольный Дон (-1,25), но лидером являлся сорт Донская степь, оригинатор: «АНЦ Донской» (-0,22). Невысокая устойчивость к стрессу определена у сортов Донмира, Ахмат, Октава 15: соответственно -2,26; -2,64; -2,77, и особенно у сорта Богема (-4,74) (табл. 2).

В контрастных условиях среды важна генетическая гибкость сорта, его компенсаторная способность, показателем которой является средняя урожайность в стрессовых и нестрессовых условиях (Сапега и Турсумбекова, 2020). Более высокие параметры показателя определены у сортов Богема, Гром, Веха и Ахмат ($(Y_{min} + Y_{max})/2 = 6,63–7,97$), а минимальные – у сортов Этюд, Вольный Дон и Краса Дона ($(Y_{min} + Y_{max})/2 = 5,58–6,09$).

Таблица 2. Показатели адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности зерна
Table 2. Indicators of adaptability of winter common wheat varieties according to grain productivity

Сорт	(Ymin – Ymax)	(Ymin + Ymax)/2	Cv,%	Ном	ИЭП	ПУСС,%
Льговская 4, st	-1,48	6,37	10,44	63,33	1,01	100,0
Губернатор Дона	-1,91	6,38	13,05	47,61	0,95	75,2
Богема	-4,74	6,63	30,10	21,54	0,97	33,3
Донмира	-2,26	6,12	15,56	41,25	0,97	62,7
Октава 15	-2,77	6,24	16,03	40,86	0,93	64,0
Юка	-1,21	6,52	7,73	85,42	1,02	134,7
Гром	-1,32	6,64	8,73	78,84	1,05	127,3
Вежа	-1,17	7,54	6,42	116,88	1,16	208,8
Сварог	-1,67	6,44	11,57	58,30	1,03	92,7
Ахмат	-2,64	7,97	15,13	50,72	1,17	92,9
Доля	-1,93	6,37	12,73	51,86	1,00	80,8
Вольный Дон	-1,25	5,91	15,12	39,83	0,93	62,2
Краса Дона	-1,65	6,09	11,75	53,64	0,96	80,7
Донская степь	-0,22	6,14	1,47	418,89	0,95	613,0
Вольница	-1,53	6,33	10,62	57,87	0,95	86,0
Этюд	-2,01	5,58	15,49	46,86	0,89	52,8

Стабильная урожайность зерна свидетельствует о высокой, а вариабельность, наоборот о низкой гомеостатичности генотипа при одних и тех же лимитирующих факторах внешней среды. Сочетание гомеостатичности и коэффициента вариации показывает устойчивость признака в изменяющихся условиях среды, то есть стабильность (Рыбась и др., 2018).

Стабильными являлись сорта селекции «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» с низким коэффициентом вариации и высокой гомеостатичностью Вежа (Cv = 6,42 %, Ном = 116,88), Юка (Cv = 7,73 %, Ном = 85,42), Гром (Cv = 8,73 %, Ном = 78,84) и сорт селекции АНЦ «Донской» Донская степь (Cv = 1,47 %, Ном = 418,89). Сорт селекции ФРАНЦ Богема отметился высоким коэффициентом вариации (Cv = 30,1 %) и низкой гомеостатичностью (Ном = 21,54), то есть обладал высокой изменчивостью. Средней изменчивостью и низкой гомеостатичностью отличались сорта Октава 15 (Cv = 16,03, Ном = 40,86), Донмира (Cv = 15,56, Ном = 41,25), Этюд (Cv = 15,49, Ном = 46,86).

Индекс экологической пластичности (ИЭП) позволяет оценить пластичность сорта (Грязнов, 2019). При ИЭП > 1 сорта характеризуются как пластичные. К таким сортам отно-

сились Льговская 4, st, Юка, Сварог, Гром, Вежа и Ахмат (ИЭП = 1,01–1,17).

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) характеризует одновременно уровень и стабильность урожайности по отношению к стандарту. Высоким показателем уровня стабильности отмечены сорта Гром, Юка, Вежа и Донская степь (ПУСС = 127,3–613,0 %). Низкий ПУСС у сортов Богема, Этюд, Вольный Дон и Донмира (33,3–62,7 %).

Выводы. На основании проведенных в 2018–2020 гг. исследований 16 сортов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения по комплексу показателей адаптивности в почвенно-климатических условиях Курской области выделились сорта Вежа и Ахмат, имеющие максимальную урожайность в опыте 7,49 и 7,67 т/га, высокую генетическую гибкость $(Y_{min} + Y_{max})/2 = 7,54$ и 7,97 и индекс экологической пластичности ИЭП = 1,16 и 1,17 соответственно. Сорт Донская степь характеризуется высокой стабильностью урожайности ($S^2d = 0,003$, Cv = 1,47 %, Ном = 418,89, ПУСС = 613,0) и стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -0,22$).

Рекомендуется использовать выделившиеся генотипы в селекции на высокую продуктивность и адаптированность сортов.

Библиографические ссылки

1. Грязнов, А. А. Ячмень голозерный. Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2019. 384 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп., стереотип. М.: Альянс, 2014. 352 с.
3. Драгавцев В. А., Якушев В. П. Инновационные технологии селекции растений на повышение продуктивности и урожая // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 3(54). С. 130–137.
4. Новохатин В. В., Шеломенцева Т. В., Драгавцева В. А. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной селекции в Северном Зауралье) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 1. С. 81–97. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.81rus
5. Рыбась, И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 51(5). С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
6. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Иванисов М. М., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54

7. Сандухадзе Б. И., Марченкова Л. А., Мамедов Р. З., Чавдарь Р. Ф., Орлова Т. Г., Бугрова В. В. Изучение адаптивности сортов озимой пшеницы на фоне искусственно создаваемых стрессов // Инновационные разработки по селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч. конф., приуроченной к 90-летию со дня рождения академии Э. Д. Неттевича // М.: ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка», 2018. С. 109–114.
8. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш., Сапега С. В. Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 22–26.
9. 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
10. Филиппов Е. Г., Брагин Р. Н., Донцов Д. П. Анализ показателей адаптивности сортов и линий ярового ячменя в экологическом сортоиспытании // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 4(32). С. 221–230.
11. Kendal, E. Comparind durum wheatcultivars bydenotypexyildxtrit and denotypextritbiplot method // Chilean journal of agricultural research. 2019. Vol. 79(4), P. 512–522. DOI: 10.4067/S0718-58392019000400512

References

1. Gryaznov A. A. Yachmen' golozernyi [A hulles barley]. Chelyabinsk: FGBOU VO Yuzhno-Ural'skii GAU, 2019. 384 s.
2. Dospelkov, 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.
3. Dragavtsev V. A., Yakushev V. P. Innovatsionnye tekhnologii selektsii rastenii na povyshenie produktivnosti i urozhaya [Innovative plant breeding technologies to improve productivity and yield] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 3(54). S. 130–137.
4. Novokhatin V. V., Shelomentseva T. V., Dragavtseva V. A. Novyi kompleksnyi podkhod k izucheniyu dinamiki povysheniya adaptivnosti gomostatichnosti u sortov myagkoi yarovoi pshenitsy (naprimere dlitel'noi selektsii v Severnom Zaural'e) [A new integrated approach to studying the dynamics of improving adaptability of homostaticity in spring common wheat varieties (on the example of long-term breeding in the Northern Trans-Urals)] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2022. T. 57, № 1. S. 81–97. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.81rus
5. Rybas', I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Improvement of adaptability in grain crop breeding] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. № 51(5). S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
6. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. Otsenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoi myagkoi pshenitsy [Estimation of adaptability parameters of winter common wheat varieties] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2018. №4(58). S. 51–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54
7. Sandukhadze B. I., Marchenkova L. A., Mamedov R. Z., Chavdar' R. F., Orlova T. G., Bugrova V. V. Izuchenie adaptivnosti sortov ozimoi pshenitsy na fone iskusstvenno sozdavaemykh stressov [The study of adaptability of winter wheat varieties against the background of artificially developed stresses] // Innovatsionnye razrabotki po selektsii i tekhnologii vzdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: mat. mezhd. nauch. konferentsii, priurochennoi k 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademii E. D. Nettevicha // M.: FGBNU «FITs «Nemchinovka», 2018. S. 109–114.
8. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh., Sapega S. V. Urozhainost' i parametry stabil'nosti sortov zernovykh kul'tur [Productivity and stability parameters of grain varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 10. S. 22–26.
9. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Urozhainost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoi myagkoi i tverdoi pshenitsy v yuzhnoi lesostepi Tyumenskoj 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). S. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
10. Filippov E. G., Bragin R. N., Dontsov D. P. Analiz pokazatelei adaptivnosti sortov i linii yarovogo yachmenya v ekologicheskom sortoispytanii [The analysis of adaptability indicators of spring barley varieties and lines in the Environmental Variety Testing] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2022. № 4(32). S. 221–230.
11. Kendal, E. Comparind durum wheatcultivars bydenotypexyildxtrit and denotypekhtritbiplot method // Chilean journal of agricultural research. 2019. Vol. 79(4), P. 512–522. DOI: 10.4067/S0718-58392019000400512

Поступила: 23.03.24; доработана после рецензирования: 24.06.24; принята к публикации: 27.06.24.

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. Кривошеев С. И., Емельянова А. А., Логвинова Е. В. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов и сбор данных, математическая и статистическая обработка и анализ данных, их интерпретация, написание статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.