

АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

И. В. Торбина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, torbinaiv@udman.ru, ORCID ID: 0000-0002-9314-0605

Удмуртский НИИСХ – структурное подразделение Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 426067, г. Ижевск, ул. им. Татьяны Бaramзиной, д. 34

Цель работы – оценить адаптивные свойства сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, выделить по комплексу хозяйственно ценных признаков лучшие для почвенно-климатических условий Удмуртской Республики. В 2020–2023 гг. проходили испытание семь сортов озимой пшеницы в сравнении со стандартом Волжская к и сортом Московская 39. Адаптивность сортов определяли по методике А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой (1985), пластичность – по S.A. Eberhart и W.A. Russell (1966). Погодные условия в годы исследований (засушливые явления в 2021 и 2023 гг., условия избыточного увлажнения в 2022 г.) позволили оценить сорта по устойчивости к засухе, определить их устойчивость к полеганию, способность использовать благоприятные условия для формирования высокой урожайности. Выявлено, что наиболее адаптированными оказались сорта Чеберина и 26.12/6, в среднем за 2021–2023 гг. они сформировали наибольшую урожайность (50,0–50,1 ц/га) и обеспечили существенную прибавку – 5,5–5,6 ц/га к стандарту Волжская к. Эти же сорта существенно превысили стандарт по общей адаптивной способности (ОАС). Обнаружено, что селекционно-ценными сортами, сочетающими высокую продуктивность со стабильным урожаем, были сорта Любава, 2.05/3 и Чеберина. Высокую отзывчивость на улучшение условий среды имели сорта Чеберина, 26.12/6, Волжская к, А-332/2 ($b_1 > 1$). По результатам многолетних исследований пластичный высокоурожайный сорт Чеберина передан на государственное сортоиспытание. Установлено, что сорт формирует крепкий упругий стебель, устойчивый к полеганию, средней высоты, в благоприятных условиях весенне-летнего периода увеличивает массу и длину колоса, его озерненность. Оценка пораженности болезнями в течение весенне-летней вегетации в 2022 г. показала, что сорт проявляет комплексную устойчивость к мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу колоса и листьев. Сорт формировал зерно третьего класса с показателями: стекловидность – 66 %, натура – 779 г/л, количество клейковины – 28 %, клейковина первой группы качества, содержание белка – 12,8 %.

Ключевые слова: мягкая озимая пшеница, конкурсное сортоиспытание, урожайность, адаптивность, перезимовка, качество зерна.

Для цитирования: Торбина, И. В. Адаптивность сортов мягкой озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в Удмуртской Республике // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 3. С. 53–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-92-3-53-59.



ADAPTABILITY OF WINTER BREAD WHEAT VARIETIES IN THE COMPETITIVE VARIETY TESTING IN THE UDMURT REPUBLIC

I. V. Torbina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, torbinaiv@udman.ru, ORCID ID: 0000-0002-9314-0605

Udmurt RIA, a structural branch of the Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of Sciences of the Russian Academy of Sciences, 426067, Izhevsk, Tatiyana Baramzina Str., 34

The purpose of the study was to evaluate the adaptive properties of winter wheat varieties in the competitive variety testing, to identify the best ones for the soil and climatic conditions of the Udmurt Republic based on a set of economically valuable traits. In 2020–2023 seven winter wheat varieties were tested in comparison with the standard 'Volzhskaya K' and the variety 'Moskovskaya 39'. The adaptability of the varieties was determined according to the method of A. V. Kilchevsky and L. V. Khotyleva (1985), S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966). Weather conditions during the years of study (drought in 2021 and 2023, excessive moisture in 2022) made it possible to evaluate varieties for drought resistance, determine their resistance to lodging, and the ability to use favorable conditions to form high yields. It was revealed that the most adapted varieties were 'Cheberina' and '26.12/6', in 2021–2023 they formed the highest yield (50.0–50.1 hwt/ha) and provided a significant increase of 5.5–5.6 hwt/ha to the standard variety 'Volzhskaya K'. These varieties significantly exceeded the standard variety in general adaptive capacity (GAC). There was found that the varieties 'Lyubava', '2.05/3' and 'Cheberina' were the most valuable breeding varieties that combined high productivity with a stable yield. The varieties 'Cheberina', '26.12/6', 'Volzhskaya K', 'A-332/2' were highly responsive to improved environmental conditions ($b_1 > 1$). Based on the study results, the adaptable, highly productive variety 'Cheberina' was sent to the state variety testing. There has been established that the variety forms a strong elastic stem of medium height, resistant to lodging, and increases ear weight and length, and its grain content in favorable conditions of the spring-summer period. An estimation of disease infection during the spring-summer growing season in 2022 showed that the variety possesses complex resistance to powdery mildew, leaf rust, and blotch of an ear and leaves. The variety formed grain of the third class with such indicators as 66 % of kernel hardness, 779 g/l of grain nature weight, 28 % of gluten of the first quality group, 12.8 % of protein in grain.

Keywords: winter bread wheat, competitive variety testing, productivity, adaptability, overwintering, grain quality.

Введение. Пшеница является одной из основных продовольственных культур, наиболее широко культивируемой злаковой культурой в мире (Khalid et al., 2022). В Удмуртской Республике доля озимой пшеницы в структуре посевных площадей была незначительна, в 2005–2023 гг. колебалась от 0,2 до 2,1 %, а площадь посева – от 1,8 до 24,5 тыс. га (Торбина и Хакимова, 2018; URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx). Сильное колебание урожайности озимой пшеницы в республике в основном связано с устойчивостью культуры к условиям осенне-зимнего и ранневесеннего периодов, перезимовке. Вопросами создания устойчивых сортов, способных противостоять действию повреждающих факторов среды, занимается адаптивная селекция. Главная особенность адаптивной селекции – оценка пластичности, стабильности и адаптивности генотипов, которую в основном проводят на заключительном этапе селекции, когда сорта испытываются в широком диапазоне сред (Рыбась, 2016; Nowosad et al., 2016; Kebede et al., 2023).

Целью исследований является оценка адаптивных свойств новых сортов мягкой озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, выделение по комплексу хозяйственно ценных признаков лучших для почвенно-климатических условий Удмуртской Республики.

Материалы и методы исследований. Изучение сортов в конкурсном сортоиспытании проводили в 2020–2023 гг. в Удмуртском НИИСХ. Объектом исследований являлись семь сортов мягкой озимой пшеницы своей селекции в сравнении с сортами Волжская к (стандарт) и Московская 39. Сорта получены методом простой и ступенчатой гибридизации выделенных по хозяйственно ценным признакам сортов культуры. Площадь делянки 21–33 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое, во втором ярусе со смещением. Закладку полевых опытов, наблюдения и учеты проводили согласно Методике государственного сортоиспытания. Наблюдения, оценки по устойчивости к основным листовым болезням проводили по методическим указаниям ФИЦ ВИГРР им. Вавилова (Мережко и др., 1999). Математическую обработку данных – по Б.А. Доспехову (2014). Адаптивность сортов определяли по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылевой (1985). Реакцию генотипа на улучшение условий среды определяли по величине коэффициента регрессии сорта на среду b_i по S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной (1984). Определение содержания белка проводили на анализаторе инфракрасном «Инфраскан-1050».

Полевые опыты закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с реакцией среды от слабокислой до нейтральной (5,0–6,1), с низким (2,0–2,2 %) содержанием гумуса, очень высоким (307–338 мг на 1 кг почвы)

содержанием подвижного фосфора, средним – очень высоким (103–290 мг на 1 кг почвы) содержанием обменного калия.

Предшественником селекционных посевов озимой пшеницы были сидераты – клевер луговой 3 г.п, донник белый. Посев опыта – в оптимальные сроки (26–31 августа) сеялкой СН-16, Клен. Весной после начала отрастания – подкормка аммиачной селитрой 1,5 ц/га (51 кг д.в./га) с последующим боронованием БЗСС-1,0. В конце фазы кущения – химическая защита гербицидами. Уборка комбайном Сампо-160 в фазу полной спелости.

В изучаемые годы метеорологические условия различались по условиям осенней и весенне-летней вегетации, условиям зимовки. 2020/2021 сельскохозяйственный год был с сухой и теплой осенью, морозными декабрем, февралем и мартом, засушливыми весенне-летними месяцами. Снежный покров установился 10 ноября, что преимущественно на 1–6 дней позднее средних многолетних сроков. Минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения озимых зерновых и корневой шейки многолетних трав была в декабре -1–5 °С, январе -1–3 °С, марте -1–2 °С. Снежный покров сошел 12 апреля. Гидротермические условия мая и июня были очень засушливыми (ГТК 0,4–0,5). В таких условиях колошение озимой пшеницы отметили в конце мая – первой декаде июня, восковую спелость – в конце июня – начале июля, на 2–3 недели раньше обычного.

Сентябрь 2021 г. был прохладнее нормы на 2 °С. В октябре наблюдали теплую и сухую погоду. Переход среднесуточной температуры через 0 °С состоялся 10 ноября. В условиях теплой и многоснежной зимы 2021–2022 гг. с конца февраля складывались условия для выпревания культуры – минимальная температура почвы на глубине узла кущения от -1 °С и выше. Сход снежного покрова был позднее многолетних сроков на неделю (21–23 апреля). В мае и июне наблюдали прохладную и влажную погоду. Условия увлажнения в мае и июне были избыточными (ГТК 1,5 и 2,33). В июле температура воздуха в среднем по республике оказалась выше обычного на 1–2 °С. Наблюдались очень засушливые условия – ГТК 0,40. Созревание сортов озимой пшеницы наступило 25–29 июля.

Осень 2022 г. была теплой и влажной, зима 2022/2023 г. – теплой и многоснежной, весна – ранняя, засушливое лето. Переход среднесуточной температуры через 0 °С и формирование устойчивого снежного покрова наблюдали 14–15 ноября. В течение зимы промерзание почвы было меньше нормы: в декабре на 10–35 см, в январе – 20–60 см, феврале – 45–75 см. Сход снега на полях озимой пшеницы отметили 26 марта, значительно (на три недели) раньше среднемноголетних сроков. В апреле и мае наблюдали повышенную температуру воздуха (на 4 °С теплее климатического уровня) при недостаточном количестве осадков

(4–6 % нормы). Формирование и налив зерна проходили в условиях засухи (ГТК июня 0,4).

Результаты и их обсуждение. Наибольшая средняя урожайность озимой пшеницы получена в 2022 г. – 57,2 ц/га, существенно ниже – в 2021 г. (на 28,6 ц/га) и в 2023 г. (на 12,0 ц/га, НСР₀₅ по фактору В – 2,2 ц/га) (табл. 1). Наибольшую урожайность в среднем за три года сформировали сорта Чеберина (50,1 ц/га) и 26.12/6 (50,0 ц/га), обеспечив прибавку соответственно 5,6 ц/га (НСР₀₅

по фактору А 3,7 ц/га) и 5,5 ц/га (НСР₀₅ по фактору А 3,8 ц/га). Сорта Московская 39, Италмас и ДаУР существенно снизили урожайность по сравнению со стандартом Волжская к в среднем за годы исследований (на 4,2–8,5 ц/га), в значительной степени (на 8,3–26,2 ц/га) – в дождливом 2022 году. 2022 г. был благоприятен для сорта А-332/2 (прибавка к стандарту Волжская к составила 6,3 ц/га), 2023 г. – для сорта Чеберина (прибавка составила 10,5 ц/га).

Таблица 1. Урожайность мягкой озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, ц/га
Table 1. Winter bread wheat productivity in the competitive variety testing, hwt/ha

Генотип (фактор А)	Год (фактор В)			Средняя за 2021–2023 гг.	Отклонение от стандарта
	2021	2022	2023		
Волжская к, st	29,1	62,9	41,3	44,5	–
Московская 39	26,0	54,6***	40,4	40,3	-4,2*
Италмас	26,0	43,7****	43,0	37,6	-6,9*
ДаУР	25,2	36,8****	46,1	36,0	-8,5*
2.05/3	30,1	54,9***	45,5	43,5	-1,0
Чеберина	32,0	66,7	51,8***	50,1	5,6*
Любава	32,1	56,8	44,1	44,4	-0,2
А-332/2	25,8	69,2***	44,3	46,4	1,9
26.12/6	31,5	68,8	49,8	50,0	5,5**
Среднее по фактору В	28,6	57,2	45,2	–	–

НСР₀₅ по фактору В и взаимодействия АВ – 2,2 ц/га

Примечания. * – отклонение существенно, НСР₀₅ по фактору А 3,7 ц/га (полный набор дат);

** – отклонение существенно, НСР₀₅ по фактору А 3,8 ц/га (неполный набор дат);

*** – отклонение существенно, НСР₀₅ частных различий 6,3 ц/га (полный набор дат);

**** – отклонение существенно, НСР₀₅ частных различий 9,7 ц/га (неполный набор дат).

Существенное отличие между урожайностью сортов в годы исследования позволило определить параметры их адаптивности. Анализ адаптивной способности и стабильности, проведенный по методу А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой, показал, что по общей адаптивной способности (ОАС) сорта Чеберина и 26.12/6 существенно превысили стандарт Волжская к – на 5,6–5,7 ц/га при НСР₀₅ 5,6 ц/га (табл. 2). Ниже стандарта данный показатель

был отмечен у сорта ДаУР (-6,8 ц/га). Специфическая адаптивная способность (САС) по годам выглядела следующим образом. В дождливых условиях 2022 г. менее адаптивными, чем стандарт Волжская к, были сорта Италмас и ДаУР (на 12,4–17,7 ц/га при НСР₀₅ 8,4 ц/га). Условия 2023 г., наоборот, для сортов Италмас и ДаУР были существенно благоприятнее, чем для стандарта (прибавка показателя к стандарту Волжская к составила 8,5–13,2 ц/га).

Таблица 2. Параметры адаптивности и стабильности генотипов мягкой озимой пшеницы
Table 2. Adaptability and stability parameters of the winter bread wheat genotypes

Генотип	ОАС (v_i)	САС			Взаимодействие генотип – среда, $\sigma^2(G \times E)_{ij}$	Мера стабильности σ^2_{CAC}	Нелинейность ответа генотипа на среду, I_{gi}	Относительная стабильность, S_{gi}	Селекционная ценность, CDI_i	Реакция на улучшение условий среды, b_i
		2021	2022	2023						
Волжская к, st	0,8	-15,3	18,5	-3,1	20,1	289	0,07	38	19,2	1,2
Московская 39	-3,3	-14,3	14,3	0,1	-1,5	202	-0,01	35	19,2	1,0
Италмас	-6,1	-11,6	6,1	5,4	37,9	97	0,39	26	22,9	0,6
ДаУР	-7,6	-10,8	0,8	10,1	123,6	107	1,15	29	20,7	0,5
2.05/3	-0,2	-13,4	11,4	2,0	0,6	154	0,00	29	25,1	0,9
Чеберина	6,5	-18,2	16,5	1,6	6,6	300	0,02	35	24,5	1,2
Любава	0,7	-12,2	12,5	-0,2	2,9	150	0,02	28	26,2	0,9
А-332/2	2,8	-20,6	22,8	-2,1	62,3	473	0,13	47	14,2	1,5
26.12/6	6,4	-18,5	18,8	-0,2	18,6	345	0,05	37	22,4	1,3

За три года испытаний самым нестабильным был сорт А-332/2 (максимальная величина $\sigma_{\text{сac}}^2$). Наиболее устойчивая стабильность получена у сортов Италмас и ДаУР. Наибольшей селекционной ценностью (СЦГ) обладали сорта Любава, 2.05/3 и Чеберина, сочетавшие высокую продуктивность со стабильным урожаем. Самыми отзывчивыми на улучшение условий среды были сорта Чеберина, 26.12/6, Волжская к, А-332/2 ($b_i > 1$). Сорт ДаУР характеризовался нелинейной реакцией на среду ($I_{gi} > 1$).

В среднем за три года наибольшие показатели по массе зерна с колоса получены у сортов 26.12/6 (1,01 г) и Чеберина (0,98 г), по озерненности колоса – Чеберина (25,0 шт.), массе 1000 зерен – Любава (44,2 г) и 26.12/6 (43,6 г), продуктивной кустистости – Чеберина (2,24 стебля на растение), количеству продуктивных стеблей (581–596 шт./м²) – Московская 39, Волжская к, Италмас, 2.05/3, А-332/2. Сорт Чеберина характеризовался повышенной изменчивостью озерненности и длины колоса, продуктивной кустистости, коэффициент вариации составил 21–48 %. Слабую вариацию крупности зерна имели сорта Волжская к, ДаУР, 2.05/3, Чеберина, А-332/2; числа зерен – Италмас, Любава; количества продуктивных стеблей – ДаУР ($V = 3\text{--}8\%$).

В изучаемые годы перезимовка сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании была высокой – от 68–85 % в 2022 г. до 90–97 % в 2023 г., в среднем составила 86–92 %. В среднем за три года более высокий уровень перезимовки (90–92 %) и слабую вариабельность (6–7 %) наблюдали у сортов Волжская к и А-332/2.

От болезней, вредителей и сорняков Россия ежегодно теряет от 20 до 30 % потенциального урожая зерна. Наибольший урон урожаю (до 70 %) в этом случае причиняют болезни вегетативных и репродуктивных органов (листьев, стебля, колоса) (Санин и др., 2020). Возбудитель склероциальной снежной плесени *Sclerotinia borealis*, являясь некротрофом, поражает, как правило, поврежденные морозом растения или переходит мицелием с пораженных растений (Tkachenko et al., 2015).

Действительно, наибольшее поражение озимой пшеницы склеротиниозом наблюдали весной в 2022 и 2023 гг., развитие болезни составило по сортам соответственно 15–28 и 13–35 %. По данным Удмуртского ЦГМС в предзимний период 2021 и 2022 гг. при высоте снежного покрова 1–5 см зафиксировано снижение температуры воздуха до критических для озимой пшеницы значений $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-16\text{--}21\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно (URL: <https://udmpogoda.ru/category/agrometeo-rologicheskie-obzory>). В среднем за два года наименьшее развитие болезни (15 %) и низкую изменчивость ($V = 1\%$) отметили у стандарта Волжская к.

Низкотемпературный гриб *Microdochium nivale* является возбудителем розовой снежной плесени. Гриб развивается после длительного нахождения посевов пшеницы под снежным покровом при незамерзшей почве (Tkachenko et al., 2015). Распространенность снежной плесени после схода снега в 2021 и 2023 гг. была незначительной (до 5 %). Исключением был сорт А-332/2, который значительно (40 %) поразился в 2021 году. В 2022 г. поражение сортов болезнью находилось в пределах 8–18 %, менее других – у сортов А-332/2, Волжская к и Любава.

Дождливая прохладная погода мая–июня 2022 г. позволила оценить изучаемые сорта по устойчивости к листовостебельным болезням. Средняя устойчивость (5 баллов по 9-балльной шкале согласно методическим указаниям ФИЦ ВИГРР им. Вавилова, 1999) к мучнистой росе отмечена у сорта Волжская к и ДаУР, к бурой ржавчине – у сорта 2.05/3, к септориозу листьев – Московская 39 и ДаУР, к септориозу колоса – у сорта Италмас (табл. 3). Комплексную устойчивость к мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу колоса и листьев (7–9 баллов) имели сорта 26.12/6, А-332/2, Любава и Чеберина. Массовую распространенность корневых гнилей (100 %) наблюдали в 2021 г. в фазе выхода в трубку. Развитие болезни колебалось от 1,60 до 2,04 балла по 4-балльной шкале. Наименьшее отмечено по сортам Волжская к (1,60 балла), Чеберина (1,85), Любава (1,85 балла, НСР₀₅ 0,26 балла).

Таблица 3. Устойчивость сортов мягкой озимой пшеницы к листовостебельным болезням, балл (2022 г.)
Table 3. Resistance of the winter bread wheat varieties to leaf diseases, point (2022)

Сорт	Мучнистая роса	Септориоз листьев	Септориоз колоса	Бурая ржавчина
Волжская к, st	5	7	7	7
Московская 39	9	5	7	8
Италмас	7	7	5	7
16.05/1 (ДаУР)	5	5	7	7
2.05/3	7	7	7	5
Чеберина	7	7	7	7
Любава	7	7	7	7
332/2	7	7	7	9
26.12/6	9	9	7	9

Полегание стеблей – одна из серьезных проблем всех зерновых культур, которая может привести к огромной потере урожая (Multani et al., 2021). Полегания в 2021 и 2023 гг. не наблюдали. 2022 г. позволил оценить изучаемые сорта по данному показателю. Полегание отдельных сортов отметили с фазы колошения, когда низкую устойчивость (3,0 балла по 9-балльной шкале согласно методическим указаниям ФИЦ ВИГРР им. Вавилова, 1999) показали Италмас, ДаУР, Московская 39; среднюю (5,0 балла) – Волжская к, 2.05/3, Любава. В дальнейшем стеблестой полегших сортов поднялся. К уборке данный показатель сортов Италмас, ДаУР, 2.05/3, Любава был средним (5,5 балла). Высокоустойчивыми в течение всего сезона оказались сорта Волжская к, Чеберина, А-332/2, 26.12/6.

Основными показателями, по которым зерно пшеницы подразделяется на классы, являются тип и подтип пшеницы, массовая доля белка, количество и качество клейковины, число падения, стекловидность и натура зерна (ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия»). В среднем за 2021–2023 гг. стекловидность и натура сортов озимой пшеницы была высокой – соответственно 66–97 % и 766,1–794,9 г/л. Наиболее высокобелковое (13,8–14,3 %) зерно получено у сортов Волжская к и Московская 39. По содержанию белка зерно сортов Италмас, Чеберина, А-332/2 соответствует третьему классу (12,5–12,8 %), остальных сортов – четвертому (11,6–11,9 %). Содержание клейковины сорта Московская 39 высокое – 32 %, сортов Волжская к, Италмас, ДаУР, Чеберина, А-332/2 составило 28–30 % (соответствует второму классу), сортов 2.05/3, Любава, 26.12/6 – 25–26 % (соответствует третьему классу). Первая группа качества клейковины получена у сортов Московская 39, Чеберина, А-332/2, 2.05/3, 26.12/6, Любава (63–76 ед. ИДК), у других сортов – вторая группа (80–84 ед. ИДК). Таким образом, зерно наиболее высокого класса (второго) сформировал сорт Московская 39. К третьему классу можно отнести зерно сортов Волжская к, Италмас, Чеберина, А-332/2, к четвертому – ДаУР, 2.05/3, Любава, 26.12/6. Наиболее высоковариебельным среди других показателей было качество клейковины ($V = 24–64$ %). Изменчивость стекловидности зависела от сорта: слабая была у Московской 39 ($V = 8$ %), средняя – у Волжской к (16 %), у остальных сортов значительная. Коэффициент вариации количества клейковины колебался от 1 до 17 %. По данному показателю вариация сортов Волжская к, Московская 39, 2.05/3 была незначительной.

Выводы.

1. Наибольшую урожайность в среднем за три года сформировали сорта Чеберина (50,1 ц/га) и 26.12/6 (50,0 ц/га), обеспечив прибавку к стандарту Волжская к 5,6 ц/га ($НCP_{05}$ по фактору А 3,7 ц/га) и 5,5 ц/га ($НCP_{05}$ по фактору А 3,8 ц/га) соответственно. Они превыси-

ли стандарт по общей адаптивной способности. Самыми отзывчивыми на улучшение условий среды были сорта Чеберина, 26.12/6, Волжская к, А-332/2 ($b_i > 1$). Наибольшей селекционной ценностью (СЦГ) обладали сорта Любава, 2.05/3 и Чеберина, сочетавшие высокую продуктивность со стабильным урожаем.

2. Выявлена сортовая специфичность – условия 2022 г. были благоприятны для сорта А-332/2 и неблагоприятны для сортов Московская 39, Италмас и ДаУР. В первом случае получена прибавка урожайности 6,3 ц/га, во втором существенное снижение – 8,3–26,2 ц/га. В 2023 г. существенная прибавка урожайности к стандарту 10,5 ц/га получена у сорта Чеберина.

3. В среднем за три года наибольшие показатели по массе зерна с колоса получены у сортов 26.12/6 (1,01 г) и Чеберина (0,98 г), по озерненности колоса – Чеберина (25,0 шт.), массе 1000 зерен – Любава (44,2 г) и 26.12/6 (43,6 г), продуктивной кустистости – Чеберина (2,24 стебля на растение), количеству продуктивных стеблей (581–596 шт./м²) – Московская 39, Волжская к, Италмас, 2.05/3, А-332/2.

4. Перезимовка сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в среднем за три года была высокой (86–92 %). Более высокий уровень перезимовки (90–92 %) и слабую вариабельность (6–7 %) наблюдали у сортов Волжская к и А-332/2.

5. В среднем за 2022 и 2023 гг. наименьшее развитие склеротиниоза (15 %) и низкую изменчивость ($V = 1$ %) отметили у стандарта Волжская к.

6. В провокационных условиях 2022 г. высоко устойчивыми к полеганию оказались сорта Волжская к, Чеберина, А-332/2, 26.12/6. Комплексную устойчивость к мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу колоса и листьев (9 баллов) имели сорта 26.12/6, А-332/2, Любава и Чеберина.

7. Зерно наиболее высокого класса (второго) сформировал сорт Московская 39. К третьему классу можно отнести зерно сортов Волжская к, Италмас, Чеберина, А-332/2, к четвертому – ДаУР, 2.05/3, Любава, 26.12/6.

8. По результатам многолетних исследований пластичный высокоурожайный сорт Чеберина передан на государственное сортоиспытание. Сорт формировал крепкий упругий стебель, был устойчивым к полеганию. Среднерослый. На благоприятные условия весенне-летнего периода отзывался увеличением длины колоса и его озерненности. Проявил комплексную устойчивость к мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу колоса и листьев в 2022 году. Формировал зерно третьего класса качества.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания «Разработка научных основ создания систем земледелия нового поколения, проектирования высоко-

эффективных агротехнологий, технологий болезней сельскохозяйственных животных» производства продукции животноводства, (тема № FUUE-2022-0001). методов терапии и профилактики массовых

Библиографические ссылки

1. Агrometeorologicheskie obzory [Электронный ресурс]. URL: <https://udmpogoda.ru/category/agrometeo-ologicheskie-obzory> (дата обращения 22.11.2023).
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. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. Т. 21, № 9. С. 1491–1498.
4. Мережко А. Ф., Удачин Р. А., Зуев В. Е., Филатенко А. А., Сербин А. А., Ляпунова О. А., Косов В. Ю., Куркиев У. К., Охотникова Т. В., Наврузбеков Н. А., Богуславский Р. Л., Абдулаева А. К., Чикида Н. Н., Митрофанова О. П., Потокина С. А. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. Методические указания. СПб.: Изд-во ФГБНУ «ФИЦ Вир им. Н. И. Вавилова», 1999. 82 с.
5. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
6. Посевные площади сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx (дата обращения 24.04.2024).
7. Рыбась, И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 5. С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
8. Санин С. С., Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Карлова Л. В., Корнева Л. Г., Рулева О. М. Интенсификация производства зерна пшеницы, фитосанитария и защита растений в Центральном районе России // Агрохимия. 2020. № 10. С. 36–44. DOI: 10.31857/S0002188120100105
9. Торбина И. В., Хакимова А. Г. Исходный материал для селекции озимой пшеницы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С. 34–37. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/34-37
10. Khalid A., Hameed A., Shamim S., Ahmad J. Divergence in single kernel characteristics and grain nutritional profiles of wheat genetic resource and association among traits // Frontiers in Nutrition. 2022. Vol. 8, Article number: 805446. DOI: 10.3389/fnut.2021.805446
11. Kebede G., Worku W., Jifar H., Feyissa F. Stability analysis for fodder yield of oat (*Avena sativa* L.) genotypes using univariate statistical models under diverse environmental conditions in Ethiopia // Ecological Genetics and Genomics. 2023. Vol. 29, Article number: 100202. DOI: 10.1016/j.egg.2023.100202
12. Multani D. S., Jiao S., Jung M. T., Simcox K. D. Stalk strength improvement in crop plants: a progress report // Annual Plant Reviews. 2021. № 4. P. 357–396. DOI: 10.1002/9781119312994.apr0764
13. Nowosad K., Liersch A., Popławska W., Bocianowski J. Genotype by environment interaction for seed yield in rapeseed (*Brassica napus* L.) using additive main effects and multiplicative interaction model // Euphytica. 2016. DOI: 10.1007/s10681-015-1620-z
14. Tkachenko O. B., Ovsyankina A. V., Shchukovskaya A. G. Snow molds: History of the study and control // Agricultural Biology. 2015. Vol. 50, № 1. P. 16–29. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.1.16rus

References

1. Agrometeorologicheskie obzory [Agrometeorological review] [Elektronnyi resurs]. URL: <https://udmpogoda.ru/category/agrometeo-ologicheskie-obzory> (data obrashcheniya 22.11.2023).
2. 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)]. 6-e izd., pererab. i dop., stereotip. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
3. Kil'chevskii A. V., Khotyleva L. V. Metody otsenki adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchei sposobnosti sredy. Soobshchenie 2. Chislovoi primer i obsuzhdenie [Methods for estimating the adaptive capacity and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Information 2: Numerical example and discussion] // Genetika. 1985. T. 21, № 9. S. 1491–1498.
4. Merezko A. F., Udachin R. A., Zuev V. E., Filatenko A. A., Serbin A. A., Lyapunova O. A., Kosov V. Yu., Kurkiev U. K., Okhotnikova T. V., Navruzbekov N. A., Boguslavskii R. L., Abdulaeva A. K., Chikida N. N., Mitrofanova O. P., Potokina S. A. Popolnenie, sokhranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoi kollektsii pshenitsy, egilopsa i triticales [Replenishment, preservation in a living form and study of the world collection of wheat, aegilops and triticales]. Metodicheskie ukazaniya. SPb.: Izd-vo FGBNU «FITs VIR im. N. I. Vavilova», 1999. 82 s.
5. Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Estimation of environmental adaptability and stability of crop varieties] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 1984. № 4. S. 109–113.
6. Posevnye ploshchadi sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Areas sown with agricultural crops] [Elektronnyi resurs]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx (data obrashcheniya 24.04.2024).
7. Rybas', I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur (obzor) [Adaptability improvement in the breeding of grain crops (review)] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. T. 51, № 5. S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
8. Sanin S. S., Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Karlova L. V., Korneva L. G., Ruleva O. M. Intensifikatsiya proizvodstva zerna pshenitsy, fitosanitariya i zashchita rastenii v Tsentral'nom raione Rossii [Intensification of wheat grain production, phytosanitary and plant protection in the Central region of Russia] // Agrokimiya. 2020. № 10. S. 36–44. DOI: 10.31857/S0002188120100105

9. Torbina I.V., Khakimova A.G. Iskhodnyi material dlya selektsii ozimoi pshenitsy [Initial material for breeding winter wheat] // Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2018. № 6. S. 34–37. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/34-37
10. Khalid A., Hameed A., Shamim S., Ahmad J. Divergence in single kernel characteristics and grain nutritional profiles of wheat genetic resource and association among traits // Frontiers in Nutrition. 2022. Vol. 8, Article number: 805446. DOI: 10.3389/fnut.2021.805446
11. Kebede G., Worku W., Jifar H., Feyissa F. Stability analysis for fodder yield of oat (*Avena sativa* L.) genotypes using univariate statistical models under diverse environmental conditions in Ethiopia // Ecological Genetics and Genomics. 2023. Vol. 29, Article number: 100202. DOI: 10.1016/j.egg.2023.100202
12. Multani D.S., Jiao S., Jung M.T., Simcox K.D. Stalk strength improvement in crop plants: a progress report // Annual Plant Reviews. 2021. № 4. P. 357–396. DOI: 10.1002/9781119312994.apr0764
13. Nowosad K., Liersch A., Popławska W., Bocianowski J. Genotype by environment interaction for seed yield in rapeseed (*Brassica napus* L.) using additive main effects and multiplicative interaction model // Euphytica. 2016. DOI: 208.10.1007/s10681-015-1620-z
14. Tkachenko O.B., Ovsyankina A.V., Shchukovskaya A.G. Snow molds: History of the study and control // Agricultural Biology. 2015. Vol. 50, № 1. P. 16–29. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.1.16rus

Поступила: 29.03.24; доработана после рецензирования: 26.04.24; принята к публикации: 03.05.24.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью полное право и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Торбина И. В. – разработка концепции, сбор и обработка экспериментальных данных, написание статьи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.