

СТАТЬИ

УДК 631.527:633.11:632.4(571.13)
DOI 10.17513/use.38445

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВЫХ И ВОСПРИИМЧИВЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ К ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫМ ПАТОГЕНАМ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Белан И.А. ORCID ID 0000-0002-8911-4199, Рассеева Л.П. ORCID ID 0000-0002-5885-4020,
Гайдар А.А. ORCID ID 0000-0002-6391-1149, Кузьмина Е.С. ORCID ID 0000-0002-0882-6101,
Пахотина И.В., Зырянов Б.В. ORCID ID 0009-0006-9268-4076

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский АНЦ»,
Омск, Российская Федерация, e-mail: boriska_zyryanov@mail.ru*

Одним из направлений в селекции яровой мягкой пшеницы на повышение урожайности и качества зерна является создание и внедрение в производство сортов, устойчивых к грибным заболеваниям. Целью исследований было сравнение урожайности и стабильности устойчивых и восприимчивых к листостебельным патогенам сортов пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области. Вычисляли параметры экологической стабильности изучаемых сортов: реализацию потенциала продуктивности, фактор стабильности, степень депрессии урожая. Проведено сравнение устойчивых и восприимчивых сортов разных групп спелости яровой мягкой пшеницы к листостебельным заболеваниям при изучении в течение десяти лет в условиях южной лесостепи Омской области. За годы исследований сорт Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 характеризуются повышенной, а восприимчивые сорта Памяти Азизова, Дуэт и Омская 18 слабой устойчивостью к стрессовым факторам среды. Из десяти лет изучения семь были эпифитотийными. В эти годы, независимо от группы спелости, отмечена повышенная урожайность устойчивых сортов. В засушливые годы разница по урожайности была не существенной, за исключением среднераннего сорта Тарская юбилейная, который достоверно превысил стандарт Памяти Азизова. Сопряженность между началом эпифитотий на растениях и урожайностью, показателями качества зерна выявила, что чем более поздний период поражения растений возбудителями, тем выше урожайность, масса тысячи зерен, натура и концентрация белка в зерне. По результатам комплексной оценки адаптивности и стабильности устойчивые сорта по урожайности характеризовались более низкой вариабельностью, повышенной реализацией потенциала продуктивности, оптимальными значениями фактора стабильности, генетической гибкости и депрессии. Таким образом, сорт Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 являются одним из резервов валовых сборов, стабилизации зернового хозяйства, а также ценным генетическим материалом при селекции на устойчивость и продуктивность в условиях Западной Сибири.

Ключевые слова: Омская область, сорт, урожайность, листостебельные патогены, устойчивость, стабильность

A COMPARATIVE ANALYSIS OF RESISTANT AND SUSCEPTIBLE SPRING WHEAT VARIETIES TO LEAF-STEM PATHOGENS IN THE OMSK REGION

Belan I.A. ORCID ID 0000-0002-8911-4199, Rosseeva L.P. ORCID ID 0000-0002-5885-4020,
Gaidar A.A. ORCID ID 0000-0002-6391-1149, Kuzmina E.S. ORCID ID 0000-0002-0882-6101,
Pahotina I.V., Zyryanov B.V. ORCID ID 0009-0006-9268-4076

*Federal State Budgetary Scientific Institution Omsk ANTS,
Omsk, Russian Federation, e-mail: boriska_zyryanov@mail.ru*

One of the areas of spring soft wheat breeding aimed at increasing yield and grain quality is the development and introduction of varieties resistant to fungal diseases. The aim of the study was to compare the yield and stability of wheat varieties resistant and susceptible to leaf-stem pathogens in the southern forest-steppe conditions of the Omsk region. Parameters of the environmental stability of the studied varieties were calculated: the realization of productivity potential, the stability factor, and the degree of yield depression. A comparison of resistant and susceptible spring wheat varieties of different maturity groups to leaf-stem diseases was conducted during a ten-year study in the southern forest-steppe of the Omsk Region. Over the years of research, the Tarskaya Yubileinaya, Omskaya 44 and Omskaya 42 varieties have been shown to have increased resistance to environmental stress factors, while the susceptible Pamyati Aziev, Duet and Omskaya 18 varieties have shown weak resistance. Of the ten years of study, seven experienced epiphytotics. During these years, increased yields were observed in the resistant varieties, regardless of maturity group. In drought years, yield differences were insignificant, with the exception of the mid-early Tarskaya Yubileinaya variety, which significantly exceeded the Pamyati Aziev standard. A correlation between the onset of epiphytotics on plants and yield and grain quality indicators revealed that the later the period of plant infestation by pathogens, the higher the yield, thousand-kernel weight, natural weight, and protein concentration in grain. A comprehensive assessment of adaptability and stability revealed that the resistant varieties were characterized by lower yield variability, increased productivity potential, and optimal values for stability, genetic flexibility, and depression. Thus, the Tarskaya Yubileinaya, Omskaya 44, and Omskaya 42 varieties are a reserve for gross harvests, stabilizing grain production, and valuable genetic material for breeding for resistance and productivity in Western Siberian conditions.

Keywords: Omsk Region, variety, yield, leaf-stem pathogens, resistance, stability

Введение

Пшеница представляет особую ценность для производства продовольственного зерна в Сибири. Создание устойчивых сортов является одним из перспективных направлений в селекции – экологически безопасный способ защиты пшеницы от болезней. Для успешной иммуногенетической защиты большую значимость представляет разнообразие выращивания генетически разнородных по генам устойчивости сортов в регионах. Сорта однородные по генам быстро теряют эффективность: ген Lr26 на Северном Кавказе в 1970 годах, ген Lr19 в Поволжье в 1990 годах и ген Lr9 в Западной Сибири и на Урале в 2000-х годах [1-3]. В Западной Сибири в 2015 г. стеблевая ржавчина стала одной из основных болезней, вследствие чего отмечалось заметное снижение не только урожайности, но и качества зерна [4]. В связи с этим проводится изучение и обмен перспективным селекционным материалом между учреждениями, одно из которых – Казахстанско-Сибирская сеть (КАСИБ). Многие сортообразцы пшеницы мягкой яровой, изучаемые в КАСИБ, в дальнейшем включаются в Госреестры Российской Федерации и Республики Казахстан, внедряются в производство, а также используются в селекционных программах. Ярким примером является изучение сортообразцов «Омского АНЦ»: Лютесценс 6/04-4 испытывался в 2015 и 2016 гг., затем в 2019 г. был включен в Госреестры РФ и РК под названием Омская 42; Лютесценс 79/04-11 изучался в 2017 и 2018 гг. и был включен в Госреестр РФ в 2021 г. как сорт Омская 44, а Лютесценс 70/06-4 проходил испытание в 2019 и 2020 гг. и в 2022 г. был включен в Госреестр РФ под названием Тарская юбилейная. В экологических точках, где было отмечено поражение посевов листостебельными патогенами, эти сорта подтвердили высокую и умеренную устойчивость к стеблевой и бурой ржавчинам, а по урожайности превысили восприимчивые генотипы на 0,39-1,23 т/га. Сорта и линии, восприимчивые к грибным патогенам, по урожайности не превышали 2,0 т/га. Анализ литературных источников свидетельствует об актуальности проблемы и необходимости эффективнее вести селекционную работу по созданию сортов пшеницы мягкой яровой, устойчивых к листостебельным заболеваниям [5-7].

Цель исследований – сравнить урожайность и стабильность устойчивых и восприимчивых к листостебельным патогенам сортов яровой мягкой пшеницы в условиях

южной лесостепи Омской области за 10-летний период, 2015-2024 гг.

Материалы и методы исследования

С целью проведения сравнительного анализа с 2015 по 2024 г. были выбраны сорта: восприимчивые к бурой ржавчине (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) и мучнистой росе (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) – среднеранний сорт Памяти Азизова, среднеспелый Дуэт (в эти годы устойчив только к бурой ржавчине), и среднепоздний Омская 18; устойчивые к листостебельным патогенам – среднеранний Тарская юбилейная, среднеспелый Омская 44 и среднепоздний Омская 42. По качеству зерна сорта Памяти Азизова, Омская 18, Омская 44 и Омская 42 относятся к сильной пшенице, а Дуэт и Тарская юбилейная – к ценной. Сорта Памяти Азизова, Омская 18, Омская 44 и Омская 42 характеризуются повышенной засухоустойчивостью, их индекс устойчивости (*ir*) по оценке *in vitro* колебался от 0,52 до 0,60 [8]. У сортов Тарская юбилейная и Омская 42 выявлена пшенично-ржаная транслокация *IRS.1BL* (*Lr26/Sr31*). Сорт Омская 44 характеризуется двумя транслокациями – пшенично-ржаной *IRS.1BL* (*Lr26/Sr31*) и пшенично-пырейной *7DL-7Ai* (*Lr19/Sr25*). Сорт Дуэт устойчивый к бурой ржавчине (ген *Lr9*) [9]. В годы массового развития листостебельных патогенов сорта Тарская юбилейная и Омская 42 (одна транслокация) проявляли умеренную устойчивость к бурой ржавчине и высокую к стеблевой, а сорт Омская 44 (две транслокации) характеризовался высокой устойчивостью к ржавчина патогенам. К патогену мучнистой росы все сорта характеризовались средним уровнем устойчивости (ИУ = 0,36-0,65).

Посев проводили сеялкой ССФК – 7 М, площадь делянки 10 м², повторность четырехкратная. Норма высева 5,5 млн всхожих семян на гектар. Сроки посева – 12-15 мая. Для оценки устойчивости сортов к бурой, стеблевой ржавчинам и мучнистой росе использовали международную шкалу [10, с. 34-36]. Учеты проводили в динамике 3–5 раз через 5–7 суток с начала проявления заболеваний до восковой спелости. Рассчитывали площадь под кривой развития заболеваний (ПКРБ) и индекс устойчивости (ИУ): высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80 и восприимчивость >80 [11, с. 45-47]. Результаты исследований статистически обработаны по Доспехову Б.А. [12], с использованием пакетов программ Microsoft Office Excel, 2010. При сравнении сортов по урожайности рассчи-

тывали базисные показатели абсолютного прироста и темпа прироста [13, с. 98–101]. Параметры экологической пластичности рассчитаны по наиболее распространённой методике Эберхарта, Рассела (S.A. Eberhart, W.A. Russell, 1996) в изложении Зыкина В.А. и др. [14, с. 29–44]. Особую ценность представляют сорта со средней и высокой урожайностью, коэффициент регрессии (b_1) близок или превосходит 1, стабильность (σ_d^2) близка к 0. Для объективной оценки сортов по урожайности были рассчитаны следующие показатели:

- средняя арифметическая (\bar{x});
- коэффициент вариации $(Cv, \%) = (\text{стандартное отклонение (s)}/\bar{x}) * 100$;

- реализация потенциала продуктивности, $\% = (\bar{x}/\text{макс.}) * 100$;

- фактор стабильности

$(S.F.) = (\text{макс.}/\text{мин.})$;

- степень депрессии урожая

$(D, \%) = (Y_1 - Y_2) * 100/Y_1$,

где Y_1 – максимальная урожайность в относительно благоприятный год; Y_2 – фактическая урожайность оцениваемого года [15].

Результаты исследования и их обсуждение

За 10 лет, с 2015 по 2024 г. изучения, по агрометеорологическим условиям 7 лет были благоприятными для развития листостебельных патогенов (с 2015 по 2020 г. и в 2024 г.). ГТК в эти годы в течение вегетационного периода колебался от 0,98 до 1,76. Восприимчивые сорта к ржавчинным пато-

генам Памяти Азиева и Омская 18 поражались на 80–100%. Сорт Дуэт был устойчивый к бурой ржавчине и на 100% поражался стеблевой. Поражение растений мучнистой росой колебалось от 60 до 90%. Неблагоприятные условия вегетационного периода для листостебельных заболеваний продолжались три года (2021–2023 гг.), которые по влагообеспеченности характеризовались как засушливые, развитие ржавчинных заболеваний на полях не наблюдалось (ГТК май–август = 0,55, 1,0 и 0,84 соответственно) (рис. 1).

Анализ результатов оценки устойчивости сортов в полевых условиях показал, что в годы массового развития стеблевой ржавчины у восприимчивых сортов (Памяти Азиева, Дуэт и Омская 18) ИУ колебался от 0,9 до 1. Сорта Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 в эпифитотийные годы проявляли высокий уровень устойчивости, индекс устойчивости варьировал от 0,09 до 0,35. Средняя урожайность за 10 лет изучаемых сортов составила 3,63 т/га и колебалась от 2,84 до 4,65 т/га. Однако средняя урожайность восприимчивых сортов (2,72 т/га) в годы массового развития листостебельных заболеваний была на 1,68 т/га меньше, чем у устойчивых (4,42 т/га), что согласуется с другими авторами [16].

Анализ данных динамики урожайности устойчивых сортов к листостебельным патогенам выявил четкую тенденцию увеличения их урожайности в годы массового развития этих патогенов (табл. 1).



Рис. 1. Поражение листостебельными патогенами пшеницы мягкой яровой, 2015–2024 гг.

Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Таблица 1

Динамика урожайности устойчивых сортов к листостебельным патогенам
в эпифитотийные и засушливые годы

Сорт	Годы					
	эпифитотийные (2015-2020, 2024)			засушливые (2021-2023)		
	урожай- ность, т/га	абсолютный прирост, т/га	темп прироста, %	урожай- ность, т/га	абсолютный прирост, т/га	темп прироста, %
St Памяти Азиева	2,95	-	-	3,68	-	-
Тарская юбилейная	4,48	1,53	52	4,59	0,91	25
St Дуэт	2,74	-	-	3,41	-	-
Омская 44	4,35	1,61	59	3,55	0,14	4
St Омская 18	2,48	-	-	3,57	-	-
Омская 42	4,42	1,94	78	3,87	0,3	8

Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Среднеранний сорт Тарская юбилейная давал прибавку урожайности к Памяти Азиева 1,53 т/га, темп прироста был на 52% выше стандарта. Среднеспелый сорт Омская 44 также имел значительную прибавку в урожайности 1,61 т/га в сравнении со стандартом Дуэт, темп прироста составил 59%. Среднепоздний сорт Омская 42 по урожайности был на уровне сортов Тарской юбилейной и Омской 44, однако абсолютный прирост был наибольшим 1,94 т/га и темп прироста равнялся 78%. Таким образом, в эпифитотийные годы, независимо от группы спелости, устойчивые сорта показали значительное превосходство по урожайности.

В засушливые годы (2021–2023) разница по урожайности была не существенной, за исключением среднераннего сорта Тарская юбилейная, который достоверно превысил на 0,91 т/га восприимчивый стандарт Памяти Азиева.

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ показал, что в годы массового развития листостебельных патогенов урожайность сортов зависела от генотипа на 48,5%, а от условий изучения – на 27,9%. В годы отсутствия на посевах листостебельных заболеваний урожайность от сорта зависела на 38,6%, от года испытания на 28,9%.

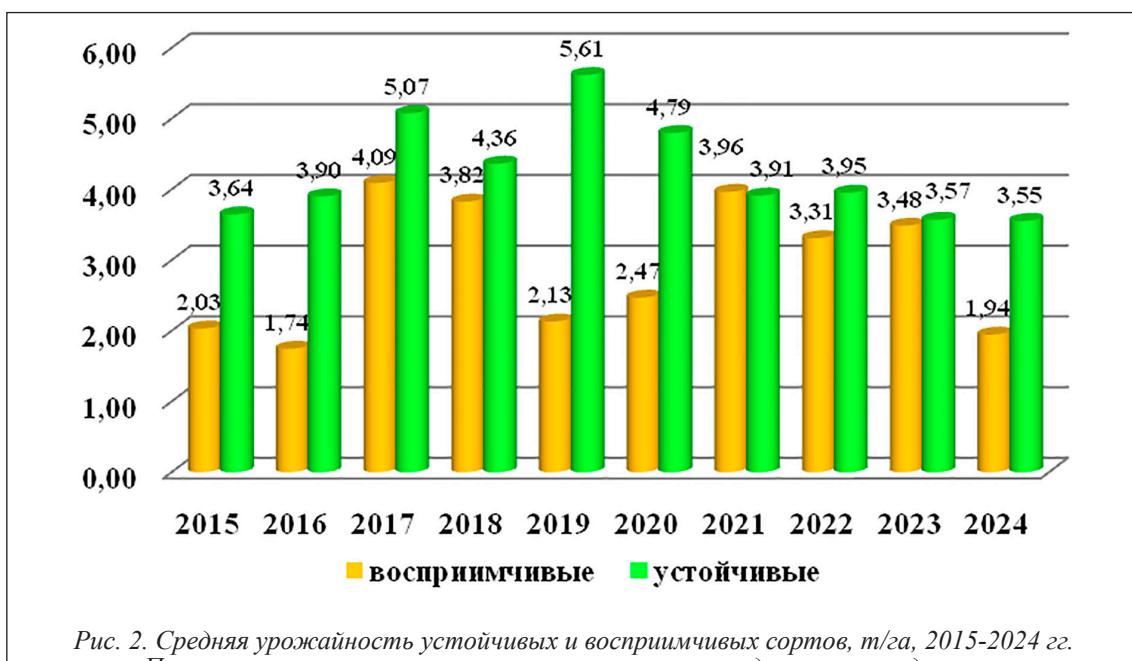


Рис. 2. Средняя урожайность устойчивых и восприимчивых сортов, т/га, 2015-2024 гг.
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования.

В среднем ежегодная урожайность устойчивых и восприимчивых сортов представлена на рисунке 2.

На рисунке представлены данные, которые показывают, что в годы массового развития заболеваний у восприимчивых сортов урожайность не превышала 2,47 т/га, однако исключением были 2017 и 2018 годы. В эти годы в среднем урожайность восприимчивых сортов составила 4,09 и 3,82 т/га (Памяти Азиева – 3,90 т/га, Дуэт – 4,16 т/га и Омская 18 – 3,81 т/га), уступая устойчивым 0,98 и 0,54 т/га соответственно. В остальные эпифитотийные годы их средняя урожайность была существенно ниже и варьировалась от 1,61 до 2,79 т/га. Анализ учетов поражения сортов наиболее опасным и агрессивным заболеванием стеблевой ржавчиной в динамике показал, что в 2017 и 2018 гг. поражение этим патогеном у восприимчивых сортов Памяти Азиева наступало после колошения на 29-е сутки, Дуэт – 27-е сутки и Омская 18 – 23-и сутки. Период развития заболевания от начала поражения до восковой спелости в среднем за 2 года составил у Памяти Азиева 17 суток, Дуэт – 22 суток и Омская 18 – 26 суток. В годы массового развития заболевания (2015, 2016, 2019, 2020 и 2024) поражение растений этих сортов наступало значительно раньше: у сорта Памяти Азиева – на 21-е сутки (на 8 суток раньше), сорта Дуэт – на 18-е сутки (на 9 суток раньше) и Омская 18 – на 15-е сутки (на 8 суток раньше). Период развития заболевания от начала поражения до восковой спелости в среднем за 5 лет у Памяти Азиева, Дуэта и Омской 18 составил 28, 33 и 37 суток соответственно, т.е.

на 11 суток продолжительнее в сравнении с 2017 и 2018 гг.

Данными по качеству зерна установлено, что в годы массового поражения листостебельными заболеваниями, при формировании качественных показателей современные устойчивые сорта Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 имели преимущество как по натурному весу (+21,0...56,0 г/л) и массе 1000 зёрен (+6,6...14,8 г), так и по концентрации белка и клейковины в зерне, в сравнении с восприимчивыми сортами. Оптимальными технологическими свойствами отличался среднеранний ценный сорт Тарская юбилейная в целом по выборке сортов и в своей группе спелости. Выявлено, что чем позже начинается эпифитотия (2017 и 2018 гг.), тем меньшее влияние болезни оказывают на формирование качественных показателей, что согласуется с данными зарубежных авторов [17]. В эти годы в сравнении с другими годами массового развития листостебельных патогенов (2015, 2016, 2019, 2020 и 2024) у восприимчивых сортов масса 1000 зерен, натурный вес и концентрация белка в зерне были на 5,7–8,2 г, 61–78 г/л и 0,7–2,5% соответственно выше.

Периоды начала поражения растений восприимчивых сортов патогенами сопряжены с урожайностью, массой 1000 зерен, натурным весом и концентрацией белка в зерне. Расчет коэффициента корреляции между началом эпифитотий и урожайностью, а также показателями качества зерна удостоверил, что чем позднее наступает период поражения растений возбудителями, тем выше урожайность ($r=0,71\pm0,25$), масса 1000 зерен ($r=0,65\pm0,27$) и натура зерна ($r=0,64\pm0,27$).

Таблица 2

Показатели урожайности и стабильности устойчивых и восприимчивых сортов к листостебельным патогенам пшеницы мягкой яровой, 2015-2024 гг.

Сорт	X	Min	Max	Bi	B2d	Cv, %	Потенциал пролуктивности, %	Фактор стабильности	Генетическая гибкость, т/га	Депрессия, %
П. Азиева	2,95	1,90	4,49	1,15	0,21	30	66	2,4	3,2	58
Дуэт	2,8	1,61	4,43	0,42	0,19	36	63	2,8	3,0	64
Омская 18	2,94	1,66	4,46	0,93	0,81	37	66	2,7	3,1	63
Тарская юбилейная	4,52	3,23	6,09	1,3	0,3	18	74	1,9	4,7	47
Омская 44	4,11	2,91	5,69	1	0,51	23	72	2,0	4,3	49
Омская 42	4,07	2,68	5,42	1,2	0,58	26	75	2,0	4,1	51

Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что за годы исследований урожайность восприимчивых сортов в среднем равнялась 2,90 т/га.

Эти сорта характеризовались высокой изменчивостью $Cv > 30\%$, показатель реализации потенциала их продуктивности 63–66%, показатель фактора стабильности выше 2, средняя урожайность в контрастных условиях колеблется от 3,0 до 3,2 т/га и депрессия урожая превышает 50%. Эти показатели подтверждают, что за годы исследований эти сорта характеризуются слабой устойчивостью к стрессовым факторам среды. У сортов, проявляющих умеренную и высокую устойчивость к листостебельным патогенам, средняя урожайность равнялась 4,23 т/га, т.е. на 1,33 т/га выше, чем у восприимчивых. Варьирование урожайности у этих сортов было существенно ниже, чем у восприимчивых (Cv колебалось от 18% до 26%). Независимо от группы спелости эти сорта превосходят восприимчивые сорта по показателям стабильности: их потенциал продуктивности от 72 до 75%, фактор стабильности не выше 2, депрессия урожая меньше 51%. Генетическая гибкость у устойчивых сортов выше 4 т/га. Резистентность к ржавчинным патогенам сортов Тарская юбилейная и Омская 42 обеспечена пшенично-ржаной транслокацией *IRS.1BL* (*Lr26/Sr31*), а у сорта Омская 44 двумя транслокациями – пшенично-ржаной *IRS.1BL* (*Lr26/Sr31*) и пшенично-пырейной *7DL-7Ai* (*Lr19/Sr25*). Такие данные доказывают их возможность противостоять экологическим стрессам.

Экологическая оценка изучаемых сортов яровой мягкой пшеницы в течение 10 лет позволила объективно охарактеризовать сорта и выявить их пластичность и стабильность. Рассчитанные параметры экологической пластичности показали, что новые сорта с коэффициентом регрессии (b_i) колеблется от 1,0 до 1,3) характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий и высокой буферностью (σ_d^2 колеблется 0,31–0,58) при попадании в неблагоприятные условия. Таким образом, сорта Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 относятся к сортам интенсивного типа. Среднеранний сорт Памяти Азиева относится к экологически пластичному сорту $b_i = 1,1$ и $\sigma_d^2 = 0,2$. Однако его средняя урожайность за годы исследований не превышала 3 т/га, а урожайность нового среднеподранного сорта Тарская юбилейная 4,52 т/га и показатели экологической пластичности

($b_i = 1,3$ и $\sigma_d^2 = 0,3$), что указывает на особую ценность этого сорта в сравнении с сортом Памяти Азиева.

Селекционеру при характеристике сортов очень важно знать сопряженность урожайности с показателями экологической пластичности и стабильности. Расчеты коэффициентов корреляции выявили среднюю связь ($r = 0,66$) с коэффициентом регрессии (b_i) и тесную связь между коэффициентом вариации ($r = -0,94 \pm 0,15$), потенциалом продуктивности ($r = 0,95 \pm 0,14$), фактором стабильности ($r = -0,95 \pm 0,14$), генетической гибкостью ($r = 0,97 \pm 0,11$) и депрессией сортов ($r = -0,97 \pm 0,11$). Таким образом, рассчитанные показатели объективно оценивают сорта по пластичности и стабильности, но необходимо особое внимание уделять урожайности сорта, который представляет интерес для производства и селекции.

Заключение

Средняя урожайность восприимчивых сортов Памяти Азиева, Дуэт и Омская 18 в эпифитотийные годы листостебельных заболеваний равнялась 2,72 т/га, а у устойчивых – Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 – 4,42 т/га. Таким образом, выращивание устойчивых сортов является экологически безопасным и высокоэффективным способом защиты и дает существенную прибавку урожайности (1,68 т/га).

Дисперсионным анализом показано, что в годы массового развития листостебельных патогенов урожайность сортов зависела от генотипа на 48,5%, а в годы их отсутствия на 38,6%.

Расчет коэффициента корреляции между началом эпифитотий на растениях и урожайностью, а также показателями качества зерна удостоверил, что при более позднем периоде поражения растений возбудителями выше урожайность ($r = 0,71 \pm 0,25$), масса 1000 зерен ($r = 0,65 \pm 0,27$) и натура зерна ($r = 0,64 \pm 0,27$).

По результатам комплексной оценки адаптивности и стабильности устойчивые сорта по урожайности характеризовались более низкой вариабельностью ($Cv < 30$), их реализация потенциала продуктивности $> 75\%$, фактор стабильности (S.F.) был выше 4 т/га, генетическая гибкость (ГС) меньше 2 и депрессия (Д) меньше 51%. Эти показатели подтверждают, что за годы исследований сорта Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 характеризуются повышенной устойчивостью к стрессовым факторам среды.

Сорта Тарская юбилейная, Омская 44 и Омская 42 являются одним из резервов валовых сборов, стабилизации зернового хозяйства, а также ценным генетическим материалом при селекции на устойчивость и продуктивность в условиях Западной Сибири.

Список литературы

1. Дружин А.Е., Сибикеев С.Н., Крупнов В.А. Увеличение генетического разнообразия саратовских пшениц методами интрапрессивной селекции как развитие идей Н.И. Вавилова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2012. № 10. С. 33-38. ID: 18100620.
2. Россеева Л.П., Белан И.А., Мешкова Л.В., Блохина Н.П., Ложникова Л.Ф., Осадчая Т.С., Трубачеева Н.В., Першина Л.А. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7 (153). С. 5-12. ID: 29368539.
3. Рсалиев А.С., Гультьяева Е. И., Шайдаюк Е.Л., Коваленко Н.М., Молдажанова Р.А., Паҳратдинова Ж.У. Характеристика устойчивости перспективных образцов яровой мягкой пшеницы к листостебельным болезням // Биотехнология и селекция растений. 2019. № 2(2). С. 14–23. DOI: 10.30901/2658-6266-2019-2-14-23 EDN: HVFOBG.
4. Белан И.А., Россеева Л.П., Григорьев Ю.П., Блохина Н.П., Золкин Д.А., Мухина Я.В. Создание сортов яровой мягкой пшеницы, устойчивых к грибным заболеваниям, для условий Западной Сибири и Северного Казахстана // Аграрная Россия. 2020. № 6. С. 3-8. DOI: 10.30906/1999-5636-2020-6-3-8.
5. Гончаров Н.П., Косолапов В.М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 25(4). С. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
6. Баранова О.А., Сибикеев С.Н., Конькова Э.А. Анализ устойчивости к стеблевой ржавчине и идентификация Sr-генов у интрапрессивных линий яровой мягкой пшеницы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. 184(1). С. 177-186. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-177-186.
7. Pershina L., Trubacheva N., Badaeva E., Belan I., Rossieva L. Study of androgenic plant families of alloplasmic introgession lines (*H. vulgare*)–*T. aestivum* and the use of sis-ter DH lines in breeding // Plants (Basel). 2020. № 9(6). 764. DOI: 10.3390/plants9060764.
8. Россеев В.М., Белан И.А., Россеева Л.П. Использование метода *in vitro* в селекции пшеницы мягкой яровой // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (136). С. 5-9. EDN: VQSPJP.
9. Мухордова М.Е., Белан И.А., Россеева Л.П. Использование молекулярных маркеров в селекции пшеницы мягкой яровой в Омском аграрном научном центре // Достижения науки и техники АПК. 2022. № 36 (6). С. 5-10. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_5.
10. Россеева Л.П., Мешкова Л.В., Белан И.А., Мухордова М.Е., Пахотина И.В., Николаев П.Н. Комплексная оценка генотипов зерновых культур с селекции растений: методическое пособие / ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск, 2025. 88 с. ISBN: 978-5-98559-059-3.
11. Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине: методические рекомендации // Российская акад. с.-х. наук, Всероссийский науч.-исслед. ин-т фитопатологии (ВНИИФ) Москва: РС дизайн, 2012, 94 с. ISBN: 978-5-905956-01-09.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. END: ZJQBUD.
13. Гришин А.Ф. Статистика: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2003. 240 с. ISBN: 5-279-02594-1.
14. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. и др. Экологическая пластиность сельскохозяйственных растений: методика и оценка. Уфа, 2011. 96 с. ISBN: 5-7456-0137-X.
15. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсес с районированными сортами // Зерновое хозяйство России. 2022. №1 (79). С. 30–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-30-34.
16. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Мирошниченко О.О. Стеблевая ржавчина – особо опасное заболевание пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 1. С. 20–25. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10104.
17. Simón MR, Fleitas MC, Castro AC and Schierenbeck M (2020) How Foliar Fungal Diseases Affect Nitrogen Dynamics, Milling, and End-Use Quality of Wheat. *Front. Plant Sci.* 11:569401. DOI: 10.3389/fpls.2020.569401.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.