

УДК 633.111.1 : 631.527 : 631.559.2

ОЦЕНКА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА АДАПТИВНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2024 Д. О. Долженко, А. И. Менибаев, М. В. Беляева

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова

Статья поступила в редакцию 14.06.2024

Исследования проводили в 2021–2023 гг. в условиях степной зоны Среднего Поволжья на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНИЦ РАН. Цель исследований – оценить генотипы яровой мягкой пшеницы по адаптивности и стабильности признака «урожайность зерна». Материалом для исследований служил модельный набор из 44 сортов и селекционных линий, созданных в научно-исследовательских учреждениях России (Поволжье, Урал, Западная Сибирь) и Казахстана. Предшественник в опыте – горох на зерно. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный. Годы исследований различались по погодным условиям: 2021 год был сильнозасушливым (ГТК 0,43), 2022 год – с оптимальным увлажнением (ГТК 1,1), 2023 год – засушливым (ГТК 0,52), но с благоприятными условиями периода «всходы–колошение». Параметры дифференцирующей способности сред, адаптивности и стабильности генотипов определялись по методике, предложенной А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой (1997). Наибольшая дифференциация по урожайности зерна проявлялась в засушливый 2021 год, когда средняя урожайность была наименьшей (10,4 ц/га) и в наиболее влагообеспеченный 2022 год с наибольшей средней урожайностью (37,4 ц/га). Анализирующим фоном можно считать 2022 год с максимальным показателем варiances дифференцирующей способности среды и сильным эффектом дестабилизации. Генотипов, обеспечивающих высокую урожайность во все годы испытаний, выявлено не было. Наибольшую селекционную ценность в условиях степной зоны Среднего Поволжья по признакам адаптивности и стабильности имела группа сортов, селектированных в учреждениях Поволжья, Зауралья и Республики Казахстан. В результате исследований выделены образцы яровой мягкой пшеницы, ценные для использования в селекции на адаптивность и стабильность урожая зерна в зоне исследований, с высокими значениями показателя селекционной ценности генотипа *СЦГ*: Тулайковская 110, Тулайковская надежда, Лютесценс 1462 (Самарский НИИСХ); KS 285/12-1586 (ООО «АК «Кургансемена»); Линия Пт-311 (Курганский НИИСХ); Линия 2/03-09-3, Линия 43/94к-07-7 (Павлодарская СХОС); Династия, Линия 205-2020 (Актюбинская СХОС), Линия 435/12 (Северо-Казахстанская СХОС); Лютесценс 342/08 (НПЦЗХ им. А.И. Бараева).

Ключевые слова: пшеница яровая (*Triticum aestivum* L.), сорта, селекционные линии, урожайность, адаптивная способность, стабильность

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-3-0

EDN: MLBEMV

ВВЕДЕНИЕ

Адаптивная направленность селекции очень важна для яровой мягкой пшеницы в условиях зоны Среднего Поволжья с характерными для ней колебаниями погодных условий. Сорта яровой мягкой пшеницы могут значительно различаться по норме реакции на условия среды. Кон-

троль параметров адаптивности на всех этапах селекции позволит повысить и стабилизировать продуктивность яровой мягкой пшеницы [1, 2].

Важное условие роста урожайности новых сортов – это увеличение экологической устойчивости новых сортов через повышение адаптивности. Одним из инструментов для этого является Казахстанско-Сибирская сеть по улучшению яровой мягкой пшеницы (КАСИБ), основная цель которой – повышение эффективности селекционного процесса за счёт привлечения генетических ресурсов из селекционных учреждений России и Казахстана [3, 4], что способствует повышению экологической пластичности сортов в конкретном эколого-географическом пункте. Для селекционеров это имеет важное значение и для привлечения сортов с высокими параметрами экологической

Долженко Дмитрий Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.

E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

Менибаев Асхат Исмаилович, научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.

E-mail: ashat.men82@mail.ru

Беляева Мария Владимировна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.

E-mail: m.v.belyaeva1989@mail.ru

пластичности в скрещивания, для создания пластичных сортов.

Существует большое количество методик, предлагающих оценку адаптивности, стабильности и экологической пластичности сортов по урожайности, базирующихся на различных подходах [5-8]. Нами для этих целей был использован комплекс параметров, предложенный А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой [5] и к настоящему времени широко апробированный на различных культурах, в том числе на зерновых [9-11]. Данный метод предназначен для одновременной оценки генотипов на продуктивность и стабильность и по сути является имитацией двух форм естественного отбора – движущей и стабилизирующей [5].

Цель исследований – оценить показатели стабильности и адаптивности перспективных сортов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ урожайности зерна в условиях степной зоны Самарской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2021–2023 гг. в условиях степной зоны Среднего Заволжья на опытном участке Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН. Объектом исследований служили 44 образца яровой мягкой пшеницы, в том числе 8 районированных сортов и 36 перспективных сортов, созданных в научно-исследовательских учреждениях Российской Федерации и Республики Казахстан.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный с содержанием в слое почвы 0–30 см гумуса 3,8–4,0% (ГОСТ 26213-91), легкогидролизуемого азота – 44,8 мг/кг почвы (ГОСТ 26951-86), подвижного фосфора и калия 270 и 150 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 29205-91).

Посевы размещали по предшественнику горох на зерно, агротехника в опытах зональная. Посев проводили сеялкой ССФК-7 в оптимальные для культуры сроки (в первых числах мая) с нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 гектар. Площадь делянки 5 м², повторность трёхкратная, размещение делянок рендомизированное. Урожай убирали комбайном Wintersteiger Classic. Учеты и наблюдения проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12].

Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13] с использованием MS Excel.

Параметры адаптивности и стабильности генотипов, а также дифференцирующую способность сред рассчитывали по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылевой [5]. Для генотипов определяли общую адаптивную способность $OAC_{\text{г}}$, дисперсию

специфической адаптивной способности (CAC) σ^2_{CAC} , относительную стабильность S_{gi} , селекционную ценность генотипа $СЦГ_{\text{г}}$, а также коэффициент регрессии генотипа на среду b_i . С.А. Eberhart et W.A. Russel (1966) по [5]. Для годов как селективных фонов рассчитывали эффект среды d_k , дисперсию дифференцирующей способности среды (ДСС) $\sigma^2_{ДССк}$, относительную ДСС S_{ek} , коэффициент линейности l_{ek} , коэффициент компенсации K_{ek} . Для характеристики всей популяции в совокупности сред вычисляли коэффициент адаптивности a и коэффициент нелинейности l .

Агрометеорологические условия за годы исследований значительно различались. Год 2021 был засушливым на протяжении всего периода вегетации яровой пшеницы – ГТК за вегетацию составил 0,43. В 2022 году в течение всего периода вегетации наблюдались наиболее благоприятные условия среды для формирования продуктивности; ГТК за вегетацию составил 1,1. Условия вегетации 2023 года были средnezасушливыми, ГТК составил 0,52 за период, были частые засухи, но благодаря хорошим запасам продуктивной влаги в почве весной и оптимальному температурному режиму в период «всходы–колосшение» яровая пшеница реализовала значительную часть потенциала продуктивности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Двухфакторный дисперсионный анализ значений урожайности 44 генотипов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ показал, что урожайность зависела от генотипа, года и их взаимодействия, их вклад в общую дисперсию был существенен на очень высоком уровне значимости (таблица 1).

Наибольший вклад в урожайность вносил фактор «год» (доля влияния 88 %), затем «генотип» (7 %) и их взаимодействие (5 %). Таким образом, урожайность сортов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ зависела от условий среды. Параметры каждого года как селективной среды представлены в таблице 2.

Наименьшая средняя урожайность была получена в засушливом 2021 году – 10,35 ц/га с варьированием от 3,64 ц/га (Лютесценс 1364) до 15,64 ц/га (Династия). Максимальная средняя урожайность была в наиболее оптимальном по влагообеспеченности и температурному режиму 2022 году – 37,35 ц/га, от 23,5 ц/га у сорта Саратовская 29 до 53,2 ц/га у линии KS 285/12-1586. Средняя урожайность в 2023 году была близкой к 2022 году – 34,37 ц/га, но границы варьирования были уже – от 25,4 ц/га (Агрономическая 5) до 40,9 ц/га (KS 61/09-4).

Наибольшую дифференцирующую способность по показателю $\sigma^2_{ДССк}$ имел вегетационный

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа урожайности 44 генотипов яровой мягкой пшеницы (двухфакторный равномерный комплекс), 2021–2023 гг.

Источник вариации	Суммы квадратов отклонений	Степени свободы	Средние квадраты	F_{ϕ}
Генотип	4328,04	43	100,65	103,87*
Год	57864,04	2	28932,02	29857,77*
Генотип×Год	3072,89	86	35,73	36,87*
Случайные отклонения	255,81	264	0,97	

Примечание: * - F_{ϕ} достоверно отличается от F_{st} при $p=0,001$

Таблица 2. Характеристика лет изучения как сред для отбора яровой мягкой пшеницы по комплексу параметров А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой

Параметры	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Средняя урожайность, ц/га	10,35	37,35	34,37
Эффект среды d_k	-17,01	9,99	7,01
Варианса ДСС $\sigma^2_{дсск}$	8,76	35,15	12,75
Относительная ДСС S_{ek}	28,62	15,87	10,39
Коэффициент линейности l_{ek}	0,75	0,32	0,45
Коэффициент компенсации K_{ek}	0,80	3,21	1,16

сезон 2022 года (35,15), по показателю S_{ek} – сезон 2021 года (28,62%). Условия 2023 года были менее благоприятны для отбора генотипов яровой мягкой пшеницы по урожайности на основании как вариации ДСС, так и относительной ДСС. Анализирующим фоном являлась, скорее, наиболее продуктивная среда – благоприятный 2022 год, который характеризовался, в дополнение к высокой вариации ДСС, сильным эффектом дестабилизации (K_{ek} значительно больше 1).

Расчёт показателя адаптивности ($a = -0,02$) не даёт основания выделить генотипы, которые бы обеспечивали высокую среднюю урожайность во все годы испытаний, т.е. в целом по модельной популяции мы имеем преобладание эффектов специфической адаптивной способности. Показатель нелинейности ответа на среду $l = 0,05$, таким образом, изучаемые генотипы в основном реагировали на среду линейно.

Несмотря на то, что нахождение «идеального» по урожайности сорта в изученной популяции не ожидается, есть смысл найти сорта, сочетающие приемлемый уровень адаптивности со стабильностью. В таблице 3 приведены значения урожайности всех 44 сортов за три года, а также параметры их адаптивности и стабильности.

Обращает на себя внимание группа сортов с самой низкой в среднем за три года общей адаптивной способностью (ОАС) с урожайностью 19,4...24,7 ц/га – Саратовская 29, Памяти Азиева, Агрономическая 5, Терция, Лютесценс 2244, Омская 35, Лютесценс 77 201/09, Лютесценс 1489. Все эти образцы характеризуются низкой отзывчивостью на изменение условий среды (коэффициент регрессии b_i 0,72...0,89), высокой

или средней стабильностью по $\sigma^2_{сас}$ (150...226), очень низкой или средней селекционной ценностью $СЦГ_i$. Использование данных сортов в селекционных программах на повышение урожайности зерна для зоны исследований затруднительно.

Максимальные значения OAC_i имели образцы Лютесценс 1462 и KS 285/12-1586 с урожайностью 33,6 и 35,1 ц/га соответственно. Эти сорта из всего изученного сортимента были наиболее отзывчивы на улучшение условий выращивания (b_i 1,30 и 1,23), но одновременно наиболее нестабильны по вариации САС (343 и 460), а сорт KS 285/12-1586 – также и по величине относительной стабильности генотипа (61,1 %). Тем не менее, показатель $СЦГ_i$ у них значительно выше среднего по популяции (15,6 и 16,8), что позволяет считать их ценными источниками сочетания высокой продуктивности и средовой устойчивости в селекции сортов для интенсивных фондов выращивания.

Кроме того, высокой ОАС в данном исследовании отличались образцы Линия 2/03-09-3, Линия Чт-11, Лютесценс 2219, Линия 198/225-2020, Линия Пт-235, Линия1616ae14 и Династия со средней урожайностью 30,6...35,1 ц/га и эффектами OAC_i 3,20...3,54 ц/га. Все они имели высокую или среднюю стабильность на основании использования как варианты САС, так и показателя относительной стабильности, а также высокие значения $СЦГ_i$ – 15,3...17,5. Из данных генотипов особенно выделяются Линия 2/03-09-3 и Династия с высокой урожайностью зерна в острозасушливом 2021 году (15,1 и 15,6 ц/га).

Среди образцов с повышенным уровнем урожайности (28,1...29,1 ц/га) по показателю

Таблица 3. Урожайность, параметры адаптивности и стабильности генотипов яровой мягкой пшеницы из питомника КАСИБ, 2021 – 2023 гг.

Сорт, линия	Происхождение	Урожайность, ц/га			Общая адаптивная способность OAC_i	Регрессия генотипа на среду b_i	Варианса САС σ^2_{CAG}	Относительная стабильность S_{gt}	Селекционная ценность генотипа $СЦГ_i$	Коэффициент компенсации K_{gt}
		2021 г.	2022 г.	2023 г.						
---Саратовская 29	ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»	5,7	23,5	29,1	-7,93	0,72	150	63,0	8,3	1,0
Тулайковская 110	Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН	14,5	38,6	31,3	0,77	0,99	153	44,0	16,9	1,0
Тулайковская надежда	«	14,0	29,6	37,9	-0,19	0,95	147	44,6	16,2	1,0
Тулайковская степная	«	10,8	36,1	38,5	1,12	1,04	235	53,8	14,6	1,6
Линия 1616ae14	«	13,2	43,7	39,2	4,69	1,16	270	51,3	17,2	1,9
Лютеценс 1462	«	13,2	49,3	38,4	6,27	1,23	343	55,1	16,8	2,4
Лютеценс 1486	«	11,1	37,2	35,7	0,65	1,02	215	52,3	14,7	1,5
Лютеценс 1489	«	10,0	32,0	30,9	-3,04	0,88	153	50,9	13,1	1,0
Линия Пт-235	Курганский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН	11,0	41,7	40,0	3,54	1,14	298	55,9	15,3	2,0
Линия Пт-311	«	12,3	33,1	36,0	-0,22	0,97	167	47,6	15,4	1,1
Линия Чт-11	«	13,2	45,0	33,5	3,20	1,11	260	52,8	15,9	1,8
KS 14/09-2	ООО «Агрокомплекс «Кургансемена»	10,4	38,5	36,9	1,23	1,05	250	55,3	14,3	1,7
KS 285/12-1586	«	11,4	53,2	40,6	7,71	1,30	460	61,1	15,6	3,1
KS 60/09-9	«	4,1	41,1	32,8	-1,36	1,01	377	74,7	8,4	2,6
KS 61/09-4	«	8,9	39,9	40,9	2,55	1,11	330	60,8	13,4	2,3
Челябинка	ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»	8,3	33,2	33,9	-2,22	0,93	212	58,0	11,9	1,5
Лютеценс 1356	СибНИИРС - филиал ИЦиГ СО РАН	7,6	41,8	29,9	-0,91	0,99	301	65,6	10,7	2,1
Лютеценс 1364	«	3,6	38,6	31,7	-2,71	0,96	343	75,1	7,9	2,3
Терция	«	8,2	29,8	29,6	-4,81	0,83	154	55,0	11,3	1,1
Лют.136/10-1	ФГБНУ «Омский АНЦ»	7,4	35,7	37,4	-0,52	1,00	284	62,8	11,6	1,9
Лют.71/10-4	«	9,0	44,0	34,4	1,77	1,09	328	62,2	12,7	2,2

Лют. 82/09-7	«	7,8	34,8	31,5	24,7	-2,67	0,92	217	59,7	11,3	1,5
Омская 35	«	6,6	30,1	34,6	23,8	-3,59	0,89	226	63,3	10,1	1,6
Памяти Азиева	«	7,0	25,5	30,7	21,1	-6,29	0,78	155	59,2	9,8	1,1
Агрономическая 5	ФГБОУ ВО Омский ГАУ	6,3	33,9	25,4	21,9	-5,49	0,82	200	64,7	9,0	1,4
Лютесценс 76-17	«	11,0	36,1	38,9	28,7	1,33	1,04	235	53,5	14,8	1,6
ГАУ-11-2016	ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья	11,7	34,1	29,4	25,1	-2,29	0,90	139	47,1	14,4	1,0
Ялutorовка	«	10,2	39,5	36,5	28,7	1,38	1,06	260	56,1	14,1	1,8
Династия	Актюбинская СХОС	15,6	44,0	39,1	32,9	5,56	1,17	230	46,0	19,2	1,6
Линия 198/225-2020	«	13,3	42,1	37,3	30,9	3,53	1,11	239	50,0	16,9	1,6
Линия 205-2020	«	15,3	35,9	33,7	28,3	0,95	0,99	128	39,9	18,1	0,9
Лютесценс 30 22/09	Карабалыкская СХОС	8,0	36,4	30,8	25,1	-2,27	0,93	225	59,9	11,5	1,5
Лютесценс 77 201/09	«	9,7	31,0	31,0	23,9	-3,45	0,87	151	51,4	12,8	1,0
Лютесценс 8-12-18	«	9,7	35,4	36,9	27,3	-0,02	1,00	234	55,9	13,5	1,6
Лютесценс 2219	Карагандинская СХОС	12,0	42,8	36,9	30,6	3,23	1,11	266	53,4	15,8	1,8
Лютесценс 2223	«	6,9	35,0	35,8	25,9	-1,44	0,97	270	63,4	11,0	1,8
Лютесценс 2244	«	9,6	27,8	31,1	22,8	-4,52	0,82	134	50,7	12,3	0,9
Астана 2	НПЦЭХ им. А.И. Бараева	7,9	35,9	34,1	26,0	-1,37	0,97	245	60,2	11,8	1,7
Лютесценс 176/09	«	12,4	40,7	34,3	29,1	1,79	1,05	220	50,9	15,7	1,5
Лютесценс 342/08	«	13,7	40,3	32,8	28,9	1,58	1,03	188	47,4	16,5	1,3
Линия 2/03-09-3	Павлодарская СХОС	15,1	43,6	33,0	30,6	3,20	1,09	208	47,2	17,5	1,4
Линия 43/94к-07-7	«	12,1	34,8	33,9	26,9	-0,41	0,97	164	47,6	15,3	1,1
Линия 23/07	Северо-Казахстанская СХОС	12,2	40,0	30,5	27,6	0,21	0,99	200	51,2	14,8	1,4
Линия 435/12	«	13,1	38,0	35,4	28,8	1,48	1,03	187	47,5	16,4	1,3

СЦГ_i (16,5...18,1) выделались Тулайковская 110, Линия 205-2020, Линия 435/12 и Лютесценс 342/08, они же имели хорошую стабильность по показателю S_{gi} (39,9...47,5 %). Их урожайность в засушливый год была гораздо выше средней (13,1...15,3 %), но максимальная урожайность, реализованная в 2022 и 2023 годах, оказалась близка к средней урожайности по популяции за эти годы. Соответственно, это нашло отражение в коэффициенте регрессии этих генотипов на среду – он стремится к единице. Тем не менее, для селекции на урожайность в засушливых условиях эти сорта могут иметь ценность.

Из генотипов со средним за три года уровнем продуктивности образцы Линия 43/94к-07-7, Линия Пт-311 и Тулайковская надежда отличались высокими показателями СЦГ_i (15,3...16,2) и высокой стабильностью. В засушливый год их урожайность была высокой (12,1...14,0 ц/га), в благоприятный 2022 год – средней (29,6...34,8 ц/га), в промежуточный 2023 год – средней или повышенной (33,9...37,9 ц/га). Данные образцы следует привлекать в скрещивания с учётом их невысокой устойчивости к полеганию, проявившейся на фоне хорошей влагообеспеченности сезона 2022 года.

Обращает на себя внимание тот факт, что все выделенные по высокой СЦГ образцы созданы в Самарском НИИСХ (4 образца), Актюбинской СХОС (3), Курганском НИИСХ (3), Павлодарской СХОС (2), ООО «Агрокомплекс «Кургансемена», Северо-Казахстанской СХОС, Карагандинской СХОС и НПЦЗХ им. А.И. Бараева (по 1 образцу), т.е. в НИУ Республики Казахстан, Среднего Поволжья и Зауралья. Селекционная ценность генотипов из этих регионов в условиях зоны исследований подтверждается и данными таблицы 4.

Линии и сорта из Казахстана и Поволжья имели в среднем более высокую урожайность в засушливом 2021 году и самую высокую стабильность (как по вариансе σ^2_{CACi} , так и по относительной стабильности S_{gi}) при испытании в совокупности сред. Образцы из российских НИУ Уральского региона лучше реализовывали потенциал урожайности в более благоприятных по гидротермическому режиму условиях и отличались в среднем самой высокой общей адаптив-

ной способностью, но меньшей стабильностью.

Группа генотипов западно-сибирского происхождения в среднем характеризовалась наименьшими показателями урожайности в каждый год изучения, отрицательным эффектом ОАС, нестабильностью по относительной S_{gi} и самым низким средним значением СЦГ_i. При этом сорта данного пула могут иметь самостоятельную селекционную ценность – например, как источники высокого качества зерна и муки [14], устойчивости к патогенам [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследований, проведённых в 2021–2023 гг. в степной зоне Среднего Поволжья, изучена урожайность 44 образцов яровой мягкой пшеницы из питомника КАСИБ. Для исследования генотипов и сред как фонов для отбора использовали комплекс параметров, предложенный А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой (1997).

Наибольшая дифференциация урожайности проявлялась в наиболее засушливый 2021 год, когда средняя урожайность была наименьшей (10,35 ц/га) и в наиболее влагообеспеченный 2022 год, с максимальной средней урожайностью (37,35 ц/га). Анализирующим фоном при этом являлся наиболее продуктивный 2022 год с максимальным показателем дисперсии ДСС $\sigma^2_{ДСС}$ и сильным эффектом дестабилизации ($K_{ek} > 1$). В целом по совокупности сред изучаемая популяция характеризовалась преобладанием эффектов специфической адаптивной способности, что не позволяет выделить генотипы, обеспечивающие высокую среднюю урожайность во все годы испытаний. Изучаемые генотипы в основном реагировали на среду линейно.

В результате исследований выделены образцы яровой мягкой пшеницы, ценные для использования в селекции на адаптивность и стабильность урожая зерна, с высокими значениями показателя селекционной ценности генотипа СЦГ_i:

– Лютесценс 1462 (Самарский НИИСХ) и KS 285/12-1586 (ООО «АК «Кургансемена» – наиболее урожайные в среднем за три года (33,6 и 35,1 ц/га соответственно) и отзывчивые на улучшение условий выращивания ((b_i 1,30 и 1,23), перспективные для селекции интенсивных сортов:

Таблица 4. Показатели урожайности, адаптивности и стабильности яровой мягкой пшеницы из питомника КАСИБ, усреднённые по происхождению образцов

Происхождение образцов	Кол-во образцов, шт.	Урожайность, ц/га				ОАС _i	σ^2_{CACi}	S_{gi}	СЦГ _i
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя				
Казахстан	16	11,7	37,7	34,2	27,9	0,50	205	51,4	14,9
Поволжье	8	11,6	36,3	35,1	27,7	0,29	208	51,9	14,7
Урал	8	9,9	40,7	36,8	29,2	1,80	294	58,3	13,8
Западная Сибирь	12	8,0	35,3	32,5	25,3	-2,07	237	60,4	11,5

– Линия 2/03-09-3 (Павлодарская СХОС) и Династия (Актюбинская СХОС) с урожайностью соответственно 30,6 и 32,9 ц/га в среднем 15,1 и 15,6 ц/га в засушливый год, с высокими показателями относительной стабильности генотипа S_{gr} , перспективные для повышения нижней границы урожайности;

– Тулайковская 110 (Самарский НИИСХ), Линия 205-2020 (Актюбинская СХОС), Линия 435/12 (Северо-Казахстанская СХОС) и Лютесценс 342/08 (НПЦЗХ им. А.И. Бараева) с повышенным уровнем урожайности (28,1...29,1 ц/га), стабильные по показателю S_{gr} , перспективные для селекции полуинтенсивных сортов, устойчивых к засухе;

– Линия 43/94к-07-7 (Павлодарская СХОС), Линия Пт-311 (Курганский НИИСХ) и Тулайковская надежда (Самарский НИИСХ) с высокой стабильностью за счёт высокой урожайности в засушливый год (12,1...14,0 ц/га) и средней или повышенной в остальные годы – для селекции полуинтенсивных сортов, устойчивых к засухе.

Наибольшую селекционную ценность в условиях степной зоны Среднего Поволжья по признакам адаптивности и стабильности имеет группа сортов, созданных в НИУ Поволжья, Зауралья и Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров, В. Г. Изменение урожайности и элементов ее структуры у сортов яровой пшеницы разных периодов сортосмены / В. Г. Захаров, О. Д. Яковлева // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – №10. – С. 53-57.
2. Захаров, В. Г. Сорта яровой мягкой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ для условий Волго-Вятского региона / В. Г. Захаров, О. Д. Яковлева // Пермский аграрный вестник. – 2024. – № 3 (47). – С. 20-28. – DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_20
3. Агеева, Е. В. Изучение устойчивости к некоторым заболеваниям сортов и линий яровой пшеницы питомника КАСИБ-22 / Е. В. Агеева, Т. Н. Капко, В. В. Советов // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – Т. 9. – № 1. – С. 21-29. – DOI: 10.18699/LettersVJ-2023-9-04
4. Кузьмин, О. Г. Селекционная значимость сортов яровой мягкой пшеницы из международного питомника КАСИБ-12 для Западно-Сибирского региона / О. Г. Кузьмин, А. В. Марчевский, В. П. Шамагин // Агропродовольственная политика России. – 2023. – №4(107). – С. 61-67. – DOI: 10.35524/2227-0280_2023_04_61
5. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.
6. Cheshkova, A. F. A Comparison of Statistical Methods for Assessing Winter Wheat Grain Yield Stability / A. F. Cheshkova, P. I. Stepanov, A. F. Aleynikov, et al. // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2020. – Т. 24. – № 3. – С. 267-275. – DOI: 10.18699/VJ20.619
7. Волкова, Л. В. Сравнительная оценка методов расчёта адаптивных реакций зерновых культур / Л. В. Волкова, И. Н. Щенникова // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 3. – С. 140-146. – DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146
8. Мальчиков, П. Н. Графический (с применением GGE Biplot методов) анализ урожайности и её стабильности в процессе селекции яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье / П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова, Т. В. Чахеева // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 6. – С. 11-16. – DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_11
9. Торбина, И. В. Адаптивность озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании Удмуртского ФИЦ УРО РАН / И. В. Торбина // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 7 (222). – С. 36-48. – DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-36-48
10. Ерошенко, Л. М. Урожайность, пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны / Л. М. Ерошенко, М. М. Ромахин, Ерошенко Н.А. и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183. – № 1. – С. 38-47. – DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-38-47
11. Блохин, В. И. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 82-92. – DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-82-92
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под редакцией М. А. Федина. – М.: «Колос», 1985. – 267 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: «Колос», 1979. – 415 с.
14. Утебаев, М. У. Качество зерна сортов яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Западно-Сибирской селекции в условиях Северного Казахстана / М. У. Утебаев, Т. В. Шелаева, Н. А. Боме и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183. № 3. – С. 27-38. – DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-27-38
15. Белан, И. А. Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор) / И. А. Белан, Л. П. Россеева, Н. П. Блохина и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – № 4. – С. 449-465. – DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465

EVALUATION OF COMMON SPRING WHEAT ACCESSIONS FOR GRAIN YIELD ADAPTABILITY AND STABILITY IN THE MIDDLE VOLGA REGION CONDITIONS

© 2024 D. O. Dolzhenko, A. I. Menibaev, M. V. Belyaeva

Samara Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov –
Branch of Samara Federal Research Center RAS, Samara, Russia

The research was carried out in 2021–2023 in the conditions of the steppe zone of the Middle Volga region in the experimental field of Samara Research Institute of Agriculture named – Branch of Samara Federal Research Center RAS. The aim of the research was to evaluate genotypes of common spring wheat for adaptability and stability of the trait “grain yield”. The material for research was a model set of 44 cultivars and breeding lines, developed in research institutions in Russia (Volga, Urals, Western Siberia) and Kazakhstan. The soil of the experimental plot is ordinary chernozem. The preceding crop in the experiment was peas for grain. The study years differed in weather conditions: 2021 was very dry (G.T. Selyaninov hydrothermal index, HI = 0.43), 2022 was with optimal moisture (HI = 1.1), 2023 was dry (HI = 0.52), but with a favorable hydrothermal regime from sprouting to heading. The parameters of differentiation ability of environments, adaptability and stability of genotypes were determined according to the method proposed by A.V. Kilchevsky and L.V. Khotyleva (1997). The highest differentiation in grain yields occurred in the drought year 2021, when average yields were lowest (1.04 t/ha) and in the most humid year 2022 with the highest average yield (3.74 t/ha). The analyzing background can be considered 2022 with the maximum variance of the differentiating capacity of the environment and strong destabilization effect. No genotypes providing high yields in all years of the trials were identified. The greatest selection value in the conditions of the steppe zone of the Middle Volga region in terms of yield adaptability and stability had a group of accessions selected in the institutions of the Volga region, Trans-Urals and the Republic of Kazakhstan. Cultivars and lines of spring soft wheat, valuable for use in breeding for adaptability and stability of grain yields in the research area, with high values of the genotype selection value (GTV) were identified: ‘Tulaykovskaya 110’, ‘Tulaykovskaya Nadezhda’, ‘Lutescence 1462’ (Samara Research Institute of Agriculture); ‘KS 285/12-1586’ (LLC Agrocomplex KurganSemena); ‘Line Pt-311’ (Kurgan Research Institute of Agriculture); ‘Line 2/03-09-3’, ‘Line 43/94k-07-7’ (Pavlodar Agrarian Experimental Station); ‘Dynasty’, ‘Line 205-2020’ (Aktobe ARS), ‘Line 435/12’ (North Kazakhstan Agrarian Experimental Station); ‘Lutescence 342/08’ (Scientific and Production Center of Grain Farming named after A.I. Barayev).

Keywords: Common wheat (*Triticum aestivum* L.), cultivars, breeding lines, yield, adaptive capacity, stability

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-3-0

EDN: MLBEMV

REFERENCE

1. Zakharov, V. G. Izmenenie urozhainosti i ehlementov ee struktury u sortov yarovoi pshenitsy raznykh periodov sortosmeny / V. G. Zakharov, O. D. Yakovleva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of Agroindustrial Complex]. – 2015. – V. 29. – No. 10. – P. 53-57.
2. Zakharov, V. G. Sorta yarovoi myagkoi pshenitsy selektsii Ul'yanovskogo NIISKH dlya uslovii Volgo-Vyatskogo regiona / V. G. Zakharov, O. D. Yakovleva // Permskii agrarnyi vestnik [Perm Agrarian Journal]. – 2024. – No. 3 (47). – P. 20-28. – DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_20
3. Ageeva, E. V. Izuchenie ustoichivosti k nekotorym zabolevaniyam sortov i linii yarovoi pshenitsy pitomnika KASIB-22 / E. V. Ageeva, T. N. Kapko, V. V. Sovetov // Pis'ma v Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii [Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding]. – 2023. – V. 9. – No. 1. – P. 21-29. – DOI: 10.18699/LettersVJ-2023-9-04
4. Kuz'min, O. G. Selektionnaya znachimost' sortov yarovoi myagkoi pshenitsy iz mezhdunarodnogo pitomnika KASIB-12 dlya Zapadno-Sibirskogo regiona / O. G. Kuz'min, A. V. Marchevskii, V. P. Shamanin // Agroproduktivnost' politika Rossii [Agro-Food Policy in Russia]. – 2023. – No. 4(107). – P. 61-67. – DOI: 10.35524/2227-0280_2023_04_61
5. Kil'chevskii, A. V. Ehkologicheskaya selektsiya rastenii / A. V. Kil'chevskii, L. V. Khotyleva. – Minsk: Tehkhnologiya, 1997. – 372 s.
6. Cheshkova, A. F. A Comparison of Statistical Methods for Assessing Winter Wheat Grain Yield Stability / A. F. Cheshkova, P. I. Stepochkin, A. F. Aleynikov, et al. // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2020. – T. 24. – № 3. – C. 267-275. – DOI: 10.18699/VJ20.619
7. Volkova, L. V. Sravnitel'naya otsenka metodov rascheta adaptivnykh reaktsii zernovykh kul'tur / L. V. Volkova, I. N. Shchennikova // Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya [Theoretical and Applied Ecology]. – 2020. – No. 3. – P. 140-146. – DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146
8. Mal'chikov, P. N. Graficheskii (s primeneniem GGE Biplot metodov) analiz urozhainosti i ee stabil'nosti v protsesse selektsii yarovoi tvrdoi pshenitsy v SrednemPovolzh'e/P.N.Mal'chikov,M.G.Myasnikova, T. V. Chakheeva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of Agroindustrial Complex]. – 2022. – V. 36. – No. 6. – P. 11-16. – DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_11
9. Torbina, I. V. Adaptivnost' ozimoi pshenitsy v konkursnom sortoispytanii Udmurtskogo FITS URO RAN / I. V. Torbina // Agrarnyi vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. – 2022. – No. 7 (222). – P. 36-48.

- DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-36-48
10. Eroshenko, L. M. Urozhainost', plastichnost', stabil'nost' i gomeostatichnost' sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoi zony / L. M. Eroshenko, M. M. Romakhin, Eroshenko N.A. i dr. // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding]. – 2022. – V. 183. – No. 1. – P. 38-47. – DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-38-47
 11. Blokhin, V. I. Otsenka adaptivnogo potentsiala sortov i linii yarovogo yachmenya seleksii Tatarskogo NIISKH / V. I. Blokhin, I. Yu. Nikiforova, I. S. Ganieva i dr. // Zernobobovye i krupyanye kul'tury [Legumes and Groat Crops]. – 2021. – No. 4 (40). – P. 82-92. – DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-82-92
 12. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur / M. A. Fedin (ed.). – M: «Kolos», 1985. – 267 s.
 13. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) / B. A. Dospekhov. – M.: «Kolos», 1979. – 415 s.
 14. Utebaev, M. U. Kachestvo zerna sortov yarovoi pshenitsy (Triticum aestivum L.) Zapadno-Sibirskoi seleksii v usloviyakh Severnogo Kazakhstana / M. U. Utebaev, T. V. Shelaeva, N. A. Bome i dr. // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding]. – 2022. – V. 183. – No. 3. – P. 27-38. – DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-27-38
 15. Belan, I. A. Resursnyi potentsial sortov pshenitsy myagkoi yarovoi dlya uslovii Zapadnoi Sibiri i Omskoi oblasti (analiticheskii obzor) / I. A. Belan, L. P. Rosseeva, N. P. Blokhina i dr. // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka [Agricultural Science Euro-North-East]. – 2021. – V. 22. – No. 4. – P. 449-465. – DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465

Dmitry Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department. E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru
Askhat Menibaev, Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department.
E-mail: ashat.men82@mail.ru
Maria Belyaeva, Junior Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department.
E-mail: m.v.belyaeva1989@mail.ru