

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

Е.Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент по специальности, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, filipov.vniizk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А.А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Д.П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

И.М. Засыпкина, агроном, irinka_kolosok92@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317
ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Важная роль в увеличении производства зерна и повышении его качества принадлежит селекции. На современном этапе создание новых экологически пластичных сортов, способных более эффективно использовать климатические и почвенные ресурсы регионов их возделывания, весьма актуально. Целью исследований являлся анализ параметров экологической пластичности и стабильности сортов и линий конкурсного сортоиспытания (2018–2020 гг.) в условиях Ростовской области. В изучении использовали пять сортов (Тимофей, Ерема, Виват, Маруся, Фокс 1) и шесть линий (Паллидум 1899, Паллидум 1972, Параллелум 1976, Параллелум 1979, Параллелум 1980, Параллелум 1981) озимого ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, учетная площадь делянок – 10 м². Предшественник – горох. Размещение систематическое, количество повторений – 6. На формирование урожайности наибольшее влияние оказал фактор «год» – 97,07%. Анализ условий среды показал, что более благоприятные условия выращивания сложились в 2018 году ($I_j = +1,27$), а неблагоприятные – в 2019 году ($I_j = -1,62$). По урожайности стандарт превысили сорта Ерема (9,4 т/га; +0,7), Маруся (9,7 т/га; +1,0) и линия Паллидум 1972 (9,4 т/га; +0,7). Установлено, что повышенной стрессоустойчивостью обладали сорта Тимофей, Паллидум 1972, Параллелум 1979, Параллелум 1981, более высокой компенсаторной способностью – сорта Ерема, Маруся и линия Паллидум 1972. В результате анализа пластичности были выявлены отзывчивые сорта Ерема, Маруся, Фокс 1, а также линия Параллелум 1976 с показателями коэффициента линейной регрессии выше единицы. Стабильно высокой урожайностью обладали линии Паллидум 1972, Параллелум 1979, Параллелум 1981 и сорт Маруся. Высокий индекс стабильности (L) и показатель ПУСС были выявлены у линий Паллидум 1972, Параллелум 1979 и Параллелум 1981.

Ключевые слова: экологическая пластичность, стабильность, адаптивность, озимый ячмень, урожайность, сорт.

Для цитирования: Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Засыпкина И.М. Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов и линий озимого ячменя в конкурсном сортоиспытании // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4(76). С. 8–14. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-8-14.



ESTIMATION OF ECOLOGICAL ADAPTABILITY AND STABILITY OF PROMISING WINTER BARLEY VARIETIES AND LINES IN THE COMPETITIVE VARIETY TESTING

E.G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, filipov.vniizk@mail.ru, ORCID ID :0000-0002-5916-3926;

A.A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley breeding and seed production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

D.P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

I.M. Zasyapkina, agronomist, irinka_kolosok92@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Plant breeding plays an important role in increasing grain production and improving its quality. Currently, the development of new ecologically adaptable varieties that can more effectively use the climatic and soil resources of the regions is of great importance. The purpose of the current study was to analyze the parameters of ecological adaptability and stability of varieties and lines of the competitive variety testing (2018–2020) in the Rostov region. There have been studied five winter barley varieties ‘Timofey’, ‘Erema’, ‘Vivat’, ‘Marusya’, ‘Foks 1’ and six winter barley lines ‘Pallidum 1899’, ‘Pallidum 1972’, ‘Parallelum 1976’, ‘Parallelum 1979’, ‘Parallelum 1980’, ‘Parallelum 1981’ developed by the FSBSI “ARC “Donskoy”. The sowing was carried out with a Wintersteiger Plotseed seeder, accounting plots area was 10 m². The forecrop was peas. The placement was systematic; the number of repetitions was 6. The factor ‘year’ had the greatest influence on the formation of productivity with 97.07%. The analysis of environmental conditions showed that there were more favorable growing conditions in 2018 ($I_j = +1.27$), and unfavorable ones in 2019

($l_j = -1.62$). The productivity of the varieties 'Erema' (9.4 t / ha; +0.7), 'Marusya' (9.7 t / ha; +1.0) and the line 'Pallidum 1972' (9.4 t / ha; +0.7) exceeded that of the standard variety. There has been established the varieties and lines 'Timofey', 'Pallidum 1972', 'Parallum 1979', 'Parallum 1981' had increased stress resistance. The varieties 'Erema', 'Marusya' and the line 'Pallidum 1972' had a higher compensatory ability. According to the analysis of adaptability, the varieties 'Erema', 'Marusya', 'Foks 1', as well as the line 'Parallelum 1976' were identified as responsive with linear regression coefficient values above one. The lines 'Pallidum 1972', 'Parallelum 1979', 'Parallelum 1981' and the variety 'Marusya' consistently produced high yields. The lines 'Pallidum 1972', 'Parallum 1979' and 'Parallum 1981' possessed high stability index (L) and PUSS index.

Keywords: ecological adaptability, stability, winter barley, productivity, yield, variety.

Введение. Ячмень – одно из старейших хлебных растений, возделывается во всех земледельческих областях земного шара. Широкий ареал ячменя обусловлен многими ценными его качествами. Благодаря высокой адаптивной способности его выращивают в самых крайних условиях: высоко в горах и на степных просторах, в условиях повышенного увлажнения или сухих степей (Железнов и др., 2013). Как скороспелая, засухоустойчивая и солевыносливая культура ячмень возделывается практически во всех регионах страны, легко приспосабливаясь к контрастным условиям климата и разнообразию почв (Злотина и др., 2013).

Для климатических условий Ростовской области характерным является смена факторов природной среды (суровые зимы, теплые зимы, разные типы засух, в отдельные годы переувлажнение, разный уровень плодородия почв и т.д.), такой контраст позволяет более точно оценить экологическую пластичность изучаемых сортов и выделить наилучшие, поэтому создание сортов с широким уровнем адаптивности имеет важное значение (Филиппов и др., 2016, 2019). Основным требованием, предъявляемым к сортам, является устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды (Sarkar, 2014).

Развитие современного сельского хозяйства направлено на получение стабильно высоких урожаев и производство семян высокого качества (Свиридова и др., 2016). Ряд объективных причин современного аграрного комплекса указывает на тот факт, что большую часть агроформирований необходимо ориентировать на более широкое внедрение экологически пластичных сортов (Левакова, 2019). В связи с глобальными климатическими изменениями последних лет остро стоит вопрос повышения адаптивного потенциала сельскохозяйственных культур. Необходимо создание сортов как с экологической адаптивностью, так и способностью формировать стабильный уровень урожайности в разные по гидротермическим условиям годы (Гудзенко, 2019). Анализируя данный показатель, реакцию сортов на неблагоприятные условия среды можно прогнозировать, что позволит полностью реализовать их потенциальную продуктивность (Радченко и др., 2018; Рыбась и др., 2018). В связи с привлекательной концепцией, селекция озимого ячменя в современных условиях направлена на создание сортов, обладающих повышенной пластичностью, высокой и стабильной урожайностью, отличающихся низкими энерго- и ресурсоза-

тратами. Данное направление аналогично мировой ориентированности зернопроизводящих стран в растениеводстве на получение не максимальной, а оптимальной и стабильной по годам урожайности зерна (Левакова, 2016; Николаев и др., 2019).

В связи с этим целью работы было изучение сортов и линий озимого ячменя по параметрам адаптивности, экологической пластичности и стабильности, рассчитанным по признаку «урожайность».

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в 2018–2020 гг. в конкурсном сортоиспытании на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Объектом исследований являлись пять сортов и шесть линий озимого ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Предшественник – горох. Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, учетная площадь делянок – 10 м². Размещение систематическое, количество повторений – 6. Норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м². Стандартный сорт Тимофей («АНЦ «Донской», РФ) высевали через 10 номеров. Уборку проводили при достижении полной спелости зерна (14%) комбайном Wintersteiger.

Экологическую пластичность и стабильность сортов рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966) в редакции В.А. Зыкина (2005). Устойчивость к стрессу и компенсаторную способность сорта определяли по А.А. Rossielle, J. Hemblin в изложении А.А. Гончаренко (2005). Коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращивания (Кр.) определяли по методу В.А. Зыкина (2005), показатель уровня экологической стабильности и урожайности сорта (ПУСС) по Э.Д. Неттевичу (Сандухадзе и др., 2018), коэффициент вариации рассчитан по методике Б.А. Доспехова (2011).

За годы исследований наблюдалось значительное варьирование погодных условий по сравнению со средними многолетними данными, что позволило более детально оценить адаптивность, а также выделить лучшие сорта и линии озимого ячменя.

Для 2017–2018 сельскохозяйственно-го года характерным являлись влажный зимний период (188 мм осадков) и недостаточное количество влаги в весенний период (65 мм осадков – 13,8% от нормы) при повышенных среднемесячных температурах воздуха.

Условия 2018–2019 сельскохозяйственного года характеризовались чередованием осадков от оптимального до недостаточного количества по месяцам в течение всего периода вегетации при повышенных среднемесячных температурах воздуха. В июне наблюдалось заметное усиление засухливости. Так, при среднемесячной температуре воздуха 25,2 °С (+4,7 °С к среднемноголетней) количество выпавших осадков было всего 10,8 мм при среднемноголетнем показателе 71,3 мм. Фаза налива зерна ячменя проходила в неблагоприятных условиях (повышенный температурный режим, недостаток влаги, проявление суховейных явлений), что в дальнейшем сказалось на формировании урожайности.

Условия 2019–2020 сельскохозяйственного года отмечены повышенным температурным режимом в марте – +7,7 °С (+5,7 °С к среднемноголетней) и интенсивными осадками в мае – 79,9 мм (+28,9 мм к среднемноголетнему). Температурный режим в июне был выше среднемноголетней нормы на 2,6 °С, наблюдался недобор осадков – 38,8 мм (54,4% от нормы).

Результаты и их обсуждение. Урожайность – объективный достоверный интегрирующий параметр, определяющий ценность хозяйственных и биологических свойств сорта. Результаты проведенного двухфакторного анализа выявили достоверность и существенность влияния этих факторов (табл. 1).

1. Результаты дисперсионного анализа урожайности сортов озимого ячменя (2018–2020 гг.) 1. Results of analysis of variance of the winter barley varieties' productivity (2018–2020)

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера		Доля вклада, %
				F _{факт}	F ₀₅	
Общая	418,83	197	–	–	–	–
Повторения	13,38	5	2,68	–	–	–
Сорт (Фактор А)	30,26	10	3,03	7,97	1,92	2,04
Год (Фактор В)	288,39	2	144,19	379,45	3,09	97,07
Взаимодействие (А x В)	26,43	20	1,32	3,47	1,68	0,89
Остаток (ошибка)	60,37	160	0,38	–	–	–

Наибольший вклад в варьирование урожайности внесли условия года (фактор В) – 97,07%; доля влияния генотипа (сорт) (фактор А) составила 2,04%.

За годы исследований наблюдалось варьирование погодных условий по сравнению со средними многолетними данными, что повлияло на формирование урожайности и позволило более полно оценить показатели адаптивности, а также выделить лучшие сорта и линии озимого ячменя.

В 2018 году урожайность варьировала от 9,7 т/га у стандартного сорта Тимофей до 11,4 т/га у сорта Ерема. Стандарт достоверно превысили 5 изучаемых сортов и линий (Ерема, Виват, Маруся, Паллидум 1899, Параллелум 1976).

В 2019 году минимальная урожайность была получена у сорта Фокс 1 – 5,6 т/га, а мак-

симальная у линии Паллидум 1972 – 8,1 т/га при урожайности 7,5 т/га у стандарта. Сорт Маруся и линии Паллидум 1972, Параллелум 1979 достоверно превысили стандарт по урожайности.

В 2020 году минимальная урожайность получена у стандартного сорта Тимофей – 8,8 т/га, а максимальная у линии Паллидум 1976 – 9,9 т/га. Все сорта и линии, кроме Фокс 1, Параллелум 1979, Параллелум 1980, достоверно превысили стандарт. Необходимо отметить, что более благоприятные условия выращивания сложились в 2018 ($I_j = +1,27$) и в 2020 году ($I_j = +0,35$), а неблагоприятные – в 2019 ($I_j = -1,62$).

В таблице 2 представлены результаты оценки экологической пластичности за 2018–2020 годы исследований.

2. Средняя урожайность сортов и линий озимого ячменя и их экологическая пластичность (2018–2020 гг.)

2. Mean productivity of the winter barley varieties and lines of and their ecological adaptability (2018–2020)

Сорт	Средняя урожайность за годы исследований, т/га			ΣYi*	Yi*	bi*	σ ² d
	2018	2019	2020				
Тимофей, ст.	9,7	7,5	8,8	26,0	8,7	0,76	0,05
Ерема	11,4	7,1	9,7	28,2	9,4	1,44	0,08
Виват	10,6	7,8	9,4	27,8	9,3	0,94	0,05
Маруся	11,2	8,0	9,9	29,1	9,7	1,11	0,04
Фокс 1	9,9	5,6	9,0	24,5	8,2	1,53	0,13
Паллидум 1899	10,5	7,6	9,7	27,8	9,2	1,03	0,05
Паллидум 1972	10,4	8,1	9,6	28,1	9,4	0,77	0,00
Параллелум 1976	10,5	7,3	9,9	27,6	9,2	1,16	0,13
Параллелум 1979	9,9	8,0	9,2	27,1	9,0	0,64	0,01
Параллелум 1980	10,3	7,6	9,1	27,0	9,0	0,89	0,05

Сорт	Средняя урожайность за годы исследований, т/га			ΣY_i^*	Y_i^*	b_i^*	$\sigma^2 d$
	2018	2019	2020				
Параллелум 1981	9,9	7,9	9,8	27,6	9,2	0,73	0,01
I_j^*	1,27	-1,62	0,35	–	–	–	–
HCP_{05}	0,7	0,4	0,5	–	–	–	–

* ΣY_i – сумма урожайности по годам; Y_i – средняя урожайность за годы исследований; I_j – индекс условий среды (характеризует изменчивость условий, в которых выращивали сорта в данном опыте); b_i – индекс коэффициента линейной регрессии (показывает отклик сорта на улучшение условий выращивания); $\sigma^2 d$ – среднее квадратическое отклонение (характеризует стабильность сорта в различных условиях среды).

Для расчета экологической пластичности использовали коэффициент линейной регрессии (b_i), который варьировал в пределах от 0,64 до 1,53, что позволило разделить сорта по категориям: от слабо отзывчивых ($b_i < 1$) до более отзывчивых ($b_i > 1$) на изменение условий среды. Высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания отмечена у сортов Ерема ($b_i = 1,44$), Маруся ($b_i = 1,11$), Фокс 1 ($b_i = 1,53$) и линии Параллелум 1976 ($b_i = 1,16$), показывающая динамичное изменение урожайности с учетом изменения влияния природной среды на ее формирование.

Линии Паллидум 1972 ($\sigma^2 d = 0,00$), Параллелум 1979 и Параллелум 1981 ($\sigma^2 d = 0,01$) обладают самой стабильной урожайностью в различных условиях среды.

По утверждению А.А. Гончаренко, степень устойчивости сортов к неблагоприятным факторам определяется по разнице между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$). Данный показатель обладает

отрицательным значением и чем меньше интервал между минимальной и максимальной урожайностью, тем выше стрессоустойчивость сорта и его выносливость в неблагоприятных условиях среды. Повышенной стрессоустойчивостью характеризовались сорт Тимофей ($Y_{\min} - Y_{\max} = -2,2$) и линия Паллидум 1972 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -2,3$), Параллелум 1979 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,9$), Параллелум 1981 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -2,0$).

Также определить реакцию сорта на условия выращивания можно, рассчитав компенсаторную способность. Она классифицируется средней урожайностью сорта в полярных условиях. Чем выше степень соответствия между сортом и факторами среды, тем выше этот параметр. Повышенные значения данного параметра отмечены у сортов озимого ячменя Ерема, Маруся и линии Паллидум 1972 ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2 = 9,3, 9,6$ и $9,3$ т/га соответственно) (табл. 3).

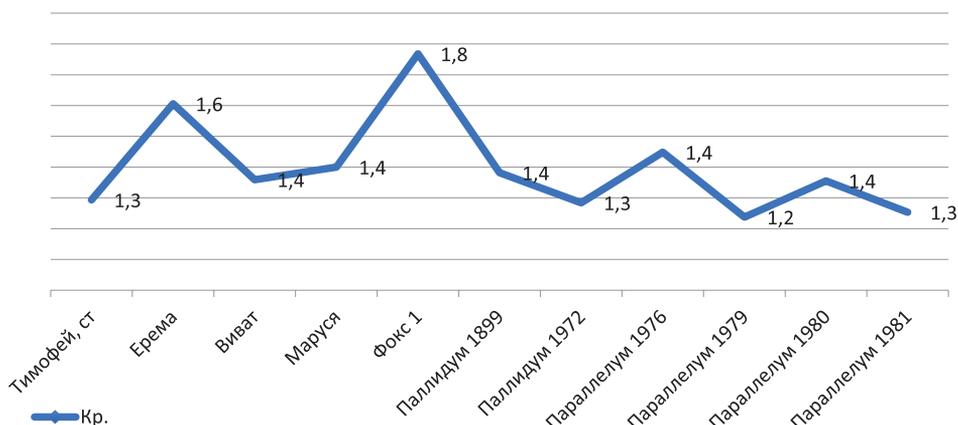
3. Урожайность и стрессоустойчивость сортов озимого ячменя (2018–2020 гг.) 3. Productivity and stress resistance of the winter barley varieties (2018–2020)

Сорт	Урожайность, т/га			Стрессоустойчивость	
	min	max	\bar{x}	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\min} + Y_{\max})/2$
Тимофей, ст	9,7	7,5	8,7	-2,2	8,6
Ерема	11,4	7,1	9,4	-4,3	9,3
Виват	10,6	7,8	9,3	-2,8	9,2
Маруся	11,2	8,0	9,7	-3,2	9,6
Фокс 1	9,9	5,6	8,2	-4,3	7,8
Паллидум 1899	10,5	7,6	9,2	-2,9	9,1
Паллидум 1972	10,4	8,1	9,4	-2,3	9,3
Параллелум 1976	10,5	7,3	9,2	-3,3	8,9
Параллелум 1979	9,9	8,0	9,0	-1,9	9,0
Параллелум 1980	10,3	7,6	9,0	-2,7	9,0
Параллелум 1981	9,9	7,9	9,2	-2,0	8,9
S_x^-	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1

В.А. Зыкин рекомендовал для измерения степени адаптивности сорта использовать коэффициент отзывчивости на условия окружающей среды (K_p). Он определяется путем деления урожайности сорта, выращенного в благоприятной внешней среде, на урожайность этого же сорта, полученную в неблагоприятных условиях. Чем сильнее отличаются

друг от друга эти условия, тем информативнее данные можно получить (см. рисунок).

Согласно анализу результатов проведенных исследований, по отзывчивости на улучшение условий возделывания стандарт превышали в наибольшей степени сорта Ерема и Фокс 1 ($K_p = 1,6$ и $1,8$).



Коэффициент отзывчивости на улучшение условий выращивания сортов озимого ячменя (2018–2020 гг.)
Coefficient of responsiveness to the improvement of growing conditions of the winter barley varieties (2018–2020)

Образцы, приспособленные и наиболее адаптированные к данным условиям произрастания, обладают высоким индексом стабильности (L). Максимальный индекс стабильности отмечен у линии Паллидум 1972 (7,6), Параллелум 1979 (8,4) и Параллелум 1981 (7,5), линий оптимально подходят для условий выращивания в условиях юга Ростовской области.

В анализируемом нами опыте показатель уровня стабильности урожайности сорта (ПУСС), согласно методу Э.Д. Неттевича, изменялся от 40,8% (сорт Фокс 1) до 127,4 (линия

Параллелум 1979). ПУСС является комплексным показателем, поскольку позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности и характеризует способность образцов отзываться на улучшение условий выращивания, а при ухудшении – поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Чем выше ПУСС, тем лучше сорт. Стандарт по уровню стабильности урожайности превысили линии Паллидум 1972, Параллелум 1979 и Параллелум 1981 (табл. 4).

4. Показатели адаптивности, стабильности и отзывчивости сортов и линий озимого ячменя (2018–2020 гг.)

4. Indicators of adaptability, stability and responsiveness of the winter barley varieties and lines (2018–2020)

Название сорта, линии	Средняя урожайность за 3 года, т/га (xi)	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (CV), %	Индекс стабильности (L)	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), %
Тимофей, ст.	8,7	1,1	12,7	6,8	100,0
Ерема	9,4	2,2	23,0	4,1	64,4
Виват	9,3	1,4	15,1	6,2	96,2
Маруся	9,7	1,6	16,6	5,8	95,3
Фокс 1	8,2	2,2	27,7	3,0	40,8
Паллидум 1899	9,2	1,5	16,3	5,7	87,3
Паллидум 1972	9,4	1,2	12,4	7,6	119,5
Параллелум 1976	9,2	1,6	18,8	4,9	75,6
Параллелум 1979	9,0	1,0	10,7	8,4	127,4
Параллелум 1980	9,0	1,4	15,0	6,0	90,5
Параллелум 1981	9,2	1,0	12,2	7,5	116,1

Коэффициент вариации является объективным и достоверным при использовании в качестве показателя стабильности сортов. Согласно рекомендованной классификации на основе коэффициента вариации: при $10\% < CV < 20\%$ – средняя, при $CV \geq 20\%$ – сильная. За исследуемый период сильной изменчивостью признака обладали сорта Ерема и Фокс 1 ($CV = 23,0$ и $27,7$ соответственно), у остальных отмечена средняя изменчивость.

Выводы. На основании проведенных трехгодичных исследований были выделены отзыв-

чивые и стабильные сорта и линии озимого ячменя к условиям внешней среды.

Сорта Ерема, Фокс 1 и линия Параллелум 1976 выделились высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания.

Линии Паллидум 1972, Параллелум 1979, Параллелум 1981 дают стабильно высокую урожайность и могут показывать высокие результаты даже при неблагоприятных условиях среды, о чем свидетельствуют следующие показатели: низкий коэффициент вариации ($\sigma^2 d = 0,00 - 0,01$), высокая стрессоустойчивость

($Y_{\min} - Y_{\max} = \text{от } -1,9 \text{ до } -2,3$), высокий индекс стабильности (от 7,5 до 8,4) и показатель ПУСС (от 116,1 до 127,4). Таким образом, созданные новые линии имеют преимущество по продуктивности независимо от погодных условий.

Библиографические ссылки

1. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.
2. Гудзенко В.Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 1. С. 110–118. DOI 10.18699/VJ19.469.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
4. Железнов А.В., Кукоева Т.В., Железнова Н.Б. Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 2. С. 286–297.
5. Злотина М.М., Ковалева О.Н., Лоскутов И.Г., Потокина Е.К. Использование аллель-специфичных маркеров генов PPD и VRN для прогнозирования продолжительности вегетационного периода сортов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 1. С. 50–62.
6. Левакова О.В. Оценка адаптивного потенциала сортов ячменя // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 44–45. <https://www.vestnik-rsn.ru/vrsn/article/view/288>.
7. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И. и др. Агробиологическая характеристика много-рядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(1). С. 37–43. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>.
8. Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф. Оценка адаптивных свойств озимой ржи при возделывании в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1(13). С. 74–79.
9. Рыбась И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Гричаникова Т.А., Романюкина И.В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54>.
10. Сандухадзе Б.И., Марченкова Л.А., Мамедов Р.З., Чавдарь Р.Ф., Орлова Т.Г., Бугрова В.В. Изучение адаптивности сортов озимой пшеницы на фоне искусственно создаваемых стрессов // Инновационные разработки по селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: мат. Междунар. науч. конференции, приуроченной к 90-летию со дня рождения академика Э.Д. Неттевича // М.: ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка», 2018. С. 109–114.
11. Свиридова О.В., Воробьев Н.И., Проворов Н.А., Орлова О.В., Русакова И.В., Андронов Е.Е., Пищик В.Н., Попов А.А., Круглов Ю.В. Выравнивание почвенных условий для развития растений при деструкции растительных остатков микробными препаратами // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 664–672. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.664rus.
12. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Особенности селекции ячменя на Дону // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1(43). С. 47–52.
13. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Брагин Р.Н. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и линий озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 10–13.
14. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
15. Sarkar B. Sharma R.C., Verma R.P.S., Sarkar A., Sharma I. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2014. No. 1(74). P. 26–33. DOI: 10.5958/j.0975-6906.74.1.004.

References

1. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties] // Vestnik Rossel'hozakademii. 2005. № 6. S. 49–53.
2. Gudzenko V.N. Statisticheskaya i graficheskaya (GGE biplot) ocenka adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti selekcionnykh linij yachmenya ozimogo [Statistical and graphic (GGE biplot) estimation of the adaptability and stability of breeding winter barley lines] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2019. T. 23. № 1. S. 110–118. DOI 10.18699/VJ19.469.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]: uchebnik dlya studentov vysshih sel'skohozyajstvennykh uchebnykh zavedenij po agronomicheskim special'nostyam. Izd. 6-e, perepech. s 5-go izd. 1985 g. Moskva: Al'yans, 2011. 350 s.
4. ZHeleznov A.V., Kukoeva T.V., ZHeleznova N.B. YAchmen' golozernyj: proiskhozhdenie, rasprostranenie i perspektivy ispol'zovaniya [Hull-less barley: origin, spread and prospects of use] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2013. T. 17. № 2. S. 286–297.
5. Zlotina M.M., Kovaleva O.N., Loskutov I.G., Potokina E.K. Ispol'zovanie allel'-specifichnykh markerov genov PPD i VRN dlya prognozirovaniya prodolzhitel'nosti vegetacionnogo perioda sortov [Use of allele-specific markers of the PPD and VRN genes to predict the growing season length of varieties] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2013. T. 17. № 1. S. 50–62.
6. Levakova O.V. Ocenka adaptivnogo potenciala sortov yachmenya [Estimation of the adaptive potential of barley varieties] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2016. № 5. S. 44–45. <https://www.vestnik-rsn.ru/vrsn/article/view/288>.

7. Nikolaev P.N., YUsova O.A., Anis'kov N.I. i dr. Agrobiologicheskaya harakteristika mnogoryadnyh golozernykh sortov yachmenya selekcii Omskogo ANC [Agrobiological characteristics of multi-row hull-less barley varieties developed by the Omsk ARC] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2019. № 180(1). S. 37–43. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>.
8. Radchenko L.A., Ganockaya T.L., Radchenko A.F. Ocenka adaptivnykh svoystv ozimoy rzhi pri vozdeleyvanii v usloviyah Kryma [Estimation of the adaptive properties of winter rye when cultivating in the Crimea] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2018. № 1(13). S. 74–79.
9. Rybas' I.A., Marchenko D.M., Nekrasov E.I., Ivanisov M.M., Grichanikova T.A., Romanyukina I.V. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Estimation of adaptability parameters of winter bread wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54>.
10. Sanduhadze B. I., Marchenkova L. A., Mamedov R. Z., CHavdar' R.F., Orlova T.G., Bugrova V.V. Izuchenie adaptivnosti sortov ozimoy pshenicy na fone iskusstvenno sozdavaemykh stressov [The study of the adaptability of winter wheat varieties against the background of artificially created stresses] // Innovacionnye razrabotki po selekcii i tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur: mat. Mezhdunar. nauch. konferencii, priurochennoj k 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika E. D. Nettevicha // M.: FGBNU «FIC «Nemchinovka», 2018. S. 109–114.
11. Sviridova O.V., Vorob'ev N.I., Provorov N.A., Orlova O.V., Rusakova I.V., Andronov E.E., Pishchik V.N., Popov A.A., Kruglov YU.V. Vyravnivanie pochvennykh uslovij dlya razvitiya rastenij pri destrukcii rastitel'nykh ostatkov mikrobnymi preparatami [Equalization of soil conditions for plant development during the destruction of plant residues by microbial preparations] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. T. 51. № 5. S. 664–672. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.664rus.
12. Filippov E.G., Doncova A.A. Osobennosti selekcii yachmenya na Donu [Features of barley breeding on the Don land] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 1(43). S. 47–52.
13. Filippov E.G., Doncova A.A., Bragin R.N. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov i linij ozimogo yachmenya [Estimation of ecological adaptability and stability of winter barley varieties and lines] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 10–13.
14. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
15. Sarkar B. Sharma R.C., Verma R.P.S., Sarkar A., Sharma I. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2014. No. 1(74). P. 26–33. DOI: 10.5958/j.0975-6906.74.1.004.

Поступила: 22.06.21; принята к публикации: 13.07.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Филиппов Е.Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцова А.А. – выполнение полевых опытов, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцов Д.П., Засыпкина И.М. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.