

Комплексная оценка урожайности сортов озимого ячменя по параметрам адаптивности

Р. Н. БРАГИН, А. А. ДОНЦОВА

Аграрный научный центр «Донской», ул. Научный городок, 3, Зерноград, 347740, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью комплексной оценки урожайности сортов озимого ячменя с использованием показателей экологической пластичности, адаптивности, стабильности и подбора исходного материала для включения в селекционный процесс. Работу выполняли в 2020–2023 гг. (3 сельскохозяйственных года) на 10 сортах озимого ячменя, стандарт – сорт Тимофей, в межстанционном сортоиспытании в Ростовской области. Опыт закладывали в трехкратной повторности, площадь делянки – 10 м². Показатели адаптивности рассчитывали по следующим методикам: экологическую пластичность и стабильность – по С. А. Eberhart, W. A. Russel в редакции В. А. Зыкина; селекционную ценность и гомеостатичность – по В. В. Хангильдину и Н. А. Литвиненко; стрессоустойчивость и генетическую гибкость – по А. А. Rosielle, J. Hamblin в изложении А. А. Гончаренко, Э. Д. Неттевича; коэффициент отзывчивости – по В. А. Зыкину; показатель уровня стабильности сорта – по Э. Д. Неттевичу. В годы проведения исследований наблюдали сильное влияние погодных условий на сбор зерна: вклад фактора год в дисперсию признака «урожайность» составил 95,6 %, при варьировании индекса условий среды от $I_j = -1,80$ в 2021 г. до $I_j = +1,65$ в 2022 г. Сорта Маруся и Виват (Россия), сформировавшие наибольшую среднюю урожайность (7,4 и 7,5 т/га соответственно), характеризовались высокой селекционной ценностью ($Sc = 4,76$, и $4,41$) и показателями уровня стабильности сорта (ЛУСС = 163,7 % и 118,2 %). Сорт Труdivник (Украина) выделялся высокой гомеостатичностью ($Hom = 12,0$), селекционной ценностью ($Sc = 4,33$), стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -2,0$), показателем уровня стабильности сорта (ЛУСС = 131,5 %), способностью адаптироваться к неблагоприятным факторам среды ($b_j = 0,43$).

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

Сведения об авторах: Р. Н. Брагин, младший научный сотрудник (e-mail: braginroman@ya.ru); А. А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник.

Для цитирования: Брагин Р. Н., Донцова А. А. Комплексная оценка урожайности сортов озимого ячменя по параметрам адаптивности // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 5. С. 16–20. doi: 10.53859/02352451_2024_38_5_16

Comprehensive assessment of the yield of winter barley varieties based on adaptability parameters

R. N. Bragin, A. A. Dontsova

Agrarian Scientific Center "Donskoy", ul. Nauchnyi gorodok, 3, Zernograd, 347740, Russian Federation

Abstract. The research was carried out with the aim of comprehensively assessing the yield of winter barley varieties using indicators of environmental plasticity, adaptability, stability and selection of source material for inclusion in the breeding process. The work was carried out in 2020–2023 (3 agricultural years) on 10 varieties of winter barley, the standard variety was Timofey, in interstation variety testing in the Rostov region. The experiment was carried out in triplicate, the plot area was 10 m². Adaptability indicators were calculated using the following methods: ecological plasticity and stability – according to S.A. Eberhart, W.A. Russel, as amended by V.A. Zysin; selection value and homeostaticity – according to V.V. Khangildin and N.A. Litvinenko; stress resistance and genetic flexibility – according to A.A. Rosielle, J. Hamblin as presented by A.A. Goncharenko, E.D. Nettevich; responsiveness coefficient – according to V. A. Zysin; indicator of the level of stability of a variety – according to E.D. Nettevich. During the years of research, a strong influence of weather conditions on grain harvest was observed: the contribution of the year factor to the variance of the "yield" trait was 95.6%, with the environmental conditions index varying from $I_j = -1.80$ in 2021 to $I_j = +1.65$ in 2022. The varieties Marusya and Vivat (Russia), which generated the highest average yield (7.4 and 7.5 t/ha, respectively), were characterised by high breeding value ($Sc = 4.76$ and 4.41) and level indicators of variety stability (LIVS = 163.7% and 118.2%). The variety Trudivnik (Ukraine) stood out for its high homeostaticity ($Hom = 12.0$), breeding value ($Sc = 4.33$), stress resistance ($Y_{min} - Y_{max} = -2.0$), and level indicator of variety stability (LIVS = 131.5%), the ability to adapt to unfavourable environmental factors ($b_j = 0.43$).

Keywords: adaptability; stability; winter barley; productivity; variety.

Author Details: R. N. Bragin, junior research fellow (e-mail: braginroman@ya.ru); A. A. Dontsova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.

For citation: Bragin RN, Dontsova AA. [Comprehensive assessment of the yield of winter barley varieties based on adaptability parameters]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024;38(5):16–20. Russian. doi: 10.53859/02352451_2024_38_5_16

Ячмень – сельскохозяйственная культура с многовековым прошлым, возделываемая с началом зарождения земледелия. Она получила широкое применение во многих аспектах жизнедеятельности человека. На сегодняшний день формирование высокого и стабильного урожая с оптимальными качественными показателями – приоритетная задача современной селекционной работы. Поскольку ячмень лидирует в зернофуражном направлении благодаря многообразию использования его продукции, а также высоким валовым сборам, селекция этой культуры крайне востребована. Зерно ячменя характеризуется сбалансированностью белка по составу аминокислот, что позволяет широко использовать его в кормовых целях, в том числе производство комбикормов для птицы, свиней, крупного рогатого скота. Согласно проводимым биохимическим исследованиям, в зерне ячменя содержание основных питательных веществ представлено следующими составляющими: 4,6...6,1 % клетчатки, 11...13 % сырого

протеина, 2,1...2,3 % жира, 61...65 % безазотистых экстрактивных веществ и другие элементы [1, 2, 3].

Озимый ячмень, в сравнении с яровым, характеризуется большей потенциальной продуктивностью. Он лучше использует осенне-зимние запасы влаги, при этом экономнее расходует их на единицу продукции. Урожай озимого ячменя значительно выше, чем ярового, что делает возделывание этой культуры более рентабельным [4]. Зональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и ячменя, разрабатывают годами. Учитывая, что для каждой зоны возделывания присущи свои особенности природной среды, этот процесс никогда не заканчивается. Однако правильные зональные технологии не всегда способствуют обеспечению высокой стабильной урожайности. Для выполнения поставленной задачи необходимы новые сорта, сочетающие в себе как высокую урожайность, качество зернового материала, но при этом способные адаптироваться и подстраиваться

под изменения природных условий [5, 6]. Поэтому выведение и распространение в сельскохозяйственном производстве сортов, обладающих комплексной устойчивостью к факторам внешней среды, весьма актуально. Современный сорт озимого ячменя должен характеризоваться высокой стабильной урожайностью, оптимальным качеством зерна и проявлять устойчивость к экологическим стресс факторам [7, 8].

Цель исследований – дать комплексную оценку урожайности сортов озимого ячменя с использованием показателей экологической адаптивности и подобрать исходный материал для включения в селекционный процесс на увеличение адаптивности.

Условия, материалы и методы. Эксперименты проводили в 2020–2023 гг. в Аграрном научном центре «Донской» (Зерноградский район, Ростовская обл.). Объектами исследования служили 10 сортов (Фокс 1, Спринтер, Ерёма, Маруся, Виват, Эспада, Державный, Достойный, Трудивник и Тимофей) озимого ячменя из питомника экологического сортоиспытания отечественной и зарубежной селекции. В качестве стандарта использовался районированный сорт Тимофей (АНЦ «Донской»).

Площадь учетной делянки питомника – 10 м² при норме высева 450 всхожих семян на 1 м². Посев осуществляли в 3-х кратной повторности по предшественнику горох. Уборку выполняли селекционным комбайном «Wintersteiger Classic», при влажности зерна не более 14 %.

Полученные результаты анализировали с использованием ряда методик, на основе которых можно дать комплексную оценку адаптивности:

показатели экологической пластичности (коэффициента линейной регрессии, b_1) и стабильности (среднеквадратическое отклонение от линии регрессии, $\sigma^2 d$) – согласно S. A. Eberhart, W. A. Russell под редакцией В. А. Зыкина (Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Ме-

тодика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.);

селекционная ценность (Sc) и гомеостатичность (Hom) – по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко (Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптив-ность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1981. № 1. С. 8–14.);

стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$) и генетическая гибкость ($(Y_{max} + Y_{min})/2$) – по уравнениям А. А. Rosielle, J. Hamblin в изложении А. А. Гончаренко (Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.);

коэффициент отзывчивости (Kp) – по методу В. А. Зыкина (Зыкин, 2005);

показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) – по уравнению Э. Д. Неттевича (Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. 2001. № 3. С. 3–6.).

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли двухфакторным дисперсионным анализом.

В 2020/21 сельскохозяйственном году наблюдали недостаточное количество осадков в осенне-зимний период (175,0 мм), по сравнению со среднемноголетними данными (277,2 мм), что было компенсировано в весенний период (243,6 мм), превысив многолетний показатель на 112,6 мм. В 2021/22 сельскохозяйственном году малое количество осадков в осенний период было восполнено обильными осадками в зимний период (265,7 мм), в сравнении со среднемноголетним количеством (145,7 мм). Наличие достаточного количества влаги в почве позволило сформировать высокую кустистость,

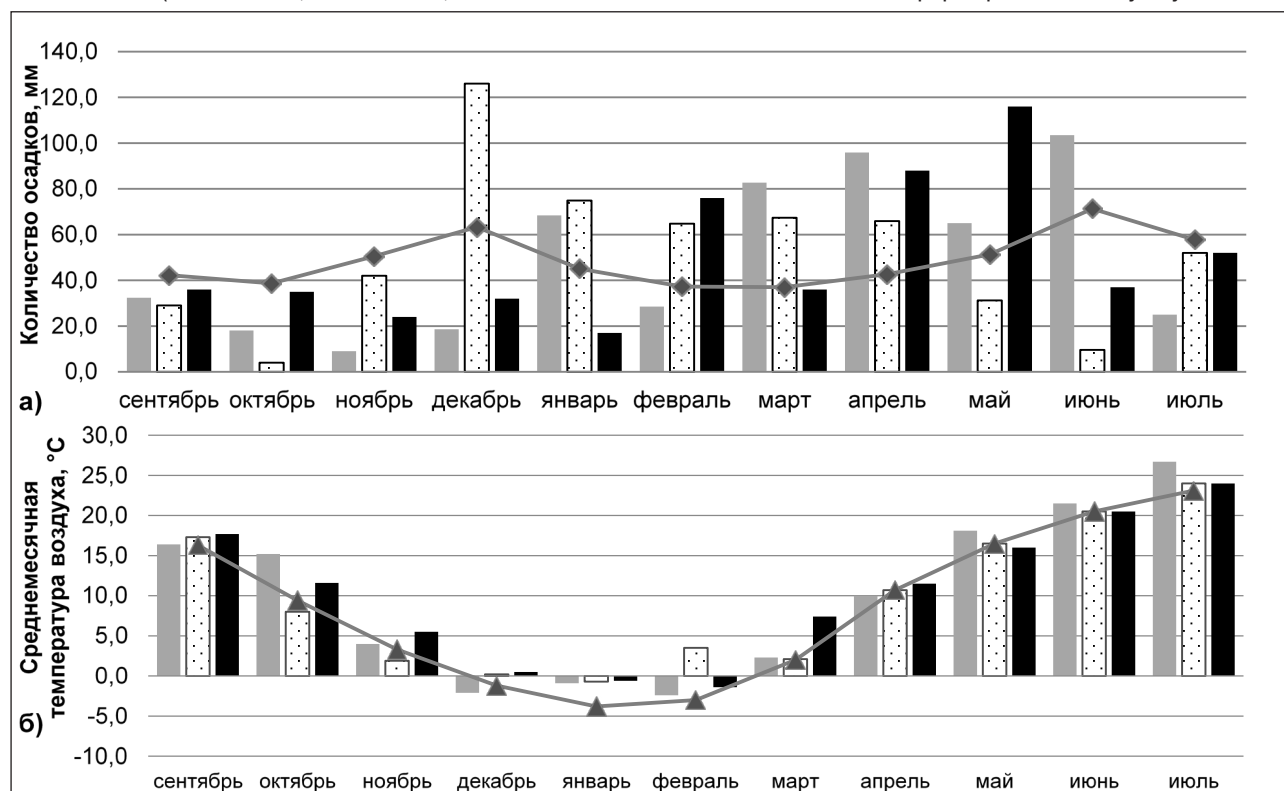


Рис. 1. Метеоусловия в годы проведения исследований: а) среднемесячное количество осадков — 2020–2021 гг., — 2021–2022 гг., — 2022–2023 гг., — среднемноголетнее количество осадков, мм.; б) среднемесячная температура воздуха, °C — 2020–2021 гг., — 2021–2022 гг., — 2022–2023 гг., — среднемноголетняя температура воздуха, °C.

Таблица 1. Урожайность сортов озимого ячменя и их экологическая пластичность и стабильность

Сорт	Происхождение	Урожайность, т/га				Пластичность (b_i)	Стабильность ($\sigma^2 d$)
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя		
Тимофей st.	Россия	4,6	8,1	6,8	6,5	1,02	6,23
Фокс 1	Россия	4,6	8,4	6,3	6,4	1,09	7,11
Спринтер	Россия	3,8	8,1	6,8	6,2	1,26	9,52
Ерёма	Россия	5,5	9,1	5,9	6,8	1,00	5,99
Маруся	Россия	5,7	8,9	7,7	7,4	0,93	5,20
Виват	Россия	4,9	8,3	9,2	7,5	1,05	6,57
Эспада	Россия	4,4	7,4	6,2	6,0	0,87	4,55
Державный	Украина	4,2	8,4	6,2	6,3	1,21	8,73
Достойный	Украина	4,4	8,3	7,0	6,6	1,14	7,79
Трудівник	Украина	5,6	7,2	5,2	6,0	0,43	1,10
Индекс условий среды (I_j)		-1,80	1,65	0,16			
HCP ₀₅		0,99	0,87	0,59			

что повлияло на конечное формирование урожайности. Из-за отсутствия осадков в июне (9,6 мм) уборку провели в оптимальные сроки. В 2022/23 сельскохозяйственном году в осенне-зимний период наблюдали незначительное снижение количества осадков (220,0 мм), по сравнению со среднемноголетней нормой (277,2 мм). Однако, достаточное количество влаги в весенний период (240,0 мм) и неблагоприятные погодные условия в виде шквалистого ветра, ливня и града, привели к частичному полеганию растений, что негативно повлияло на формирование урожайности (рис. 1).

В среднем за три года исследований температурный режим имел отклонения от среднемноголетних данных в диапазоне от -1,4 до +6,5 °C. Наибольшие отклонения были отмечены в октябре 2021 г. – 15,2 °C (при среднемноголетней – 9,4 °C), феврале 2022 г. – 3,5 °C (при среднемноголетней – -3,0 °C), марте 2023 г. – 7,4 °C (при среднемноголетней – 2,0 °C).

Представленные погодные условия в связке с неблагоприятными погодными проявлениями (шквалистые ветра, ливни, град) оказали сильное влияние на формирование урожайности, но и позволили более точно провести анализ показателей адаптивности сортов озимого ячменя.

Результаты и обсуждение. За годы исследований в экологическом сортоиспытании наблюдали значи-

тельное варьирование урожайности, что подтверждают как данные двухфакторного дисперсионного анализа (доля влияния фактора «год» – 95,6 %), так и индекс условий среды, который характеризовался широким размахом варьирования – от $I_j = -1,80$ до $I_j = +1,65$. На долю влияния фактора «сорт» приходилось всего 2,5 %, а на их «взаимодействие» – 1,9 %. За 2021 г. урожайность сортов озимого ячменя варьировала от 3,8 т/га до 5,7 т/га, при величине этого показателя у стандартного сорта Тимофей – 4,6 т/га. Статистически значимая прибавка сбора зерна к стандарту отмечена у сортов Трудівник и Маруся (соответственно 1,0 и 1,1 т/га). В 2022 г. зафиксирована наибольшая за годы исследований урожайность, при варьировании от 7,2 т/га до 9,1 т/га. Самой высокой она была у сорта Ерёма (Россия), прибавка к стандарту (8,1 т/га) составила 1,0 т/га. В 2023 г. сбор зерна в зависимости от сорта варьировал в пределах от 5,2 т/га до 9,2 т/га. Сорта Маруся и Виват значительно превысили стандарт на 0,9 и 2,4 т/га соответственно (табл. 1).

Экологическая пластичность (b_i) варьировала от 0,43 до 1,26, что позволило разделить изучаемые сорта на три группы: слабо отзывчивые ($b_i = 0,43...0,87$) – Трудівник, Эспада; линейно реагирующие (адаптирующиеся) ($b_i = 1,00...1,05$) – Ерёма, Тимофей, Виват; высоко отзывчивые ($b_i = 1,14...1,26$) – Достойный, Державный, Спринтер.

Линии регрессии сортов Ерёма, Маруся, Виват пересекают ординату выше точки линии регрессии стандартного сорта Тимофей (рис. 2), что связано с более высоким уровнем их урожайности в среднем за все годы исследований (6,8 т/га, 7,4 т/га и 7,5 т/га, у стандарта – 6,5 т/га). Сорт Трудівник с низким коэффициентом линейной регрессии ($b_i = 0,43$) характеризовался как устойчивый к неблагоприятным условиям среды. В год с низким значением индекса среды ($I_j = -1,80$) он сформировал относительно высокую урожайность (5,6 т/га), при величине этого показателя у стандарта Тимофей 4,6 т/га.

Среднеквадратическое отклонение от линии регрессии ($\sigma^2 d$) в годы исследований варьировало от 1,10 до 9,52. Все изучаемые сорта, кроме Державного ($\sigma^2 d = 8,73$) и Спринтера ($\sigma^2 d = 9,52$), относились к стабильным.

Коэффициент вариации урожайности сортов по годам составлял от 24,9 % до 50,0 %, что свидетельствует о сильной изменчивости ($Cv \geq 20$ %). Больше всего сбор зерна в разных метеоситуациях варьировал у сортов Спринтер ($Cv = 50,0$ %), Державный ($Cv = 47,4$ %), Виват ($Cv = 43,0$ %) и др. (табл. 2).

Показатель гомеостатичности (Hom) находился в пределах от 3,1 до 12,0, наибольшая его величина отмечена у сорта Трудівник.

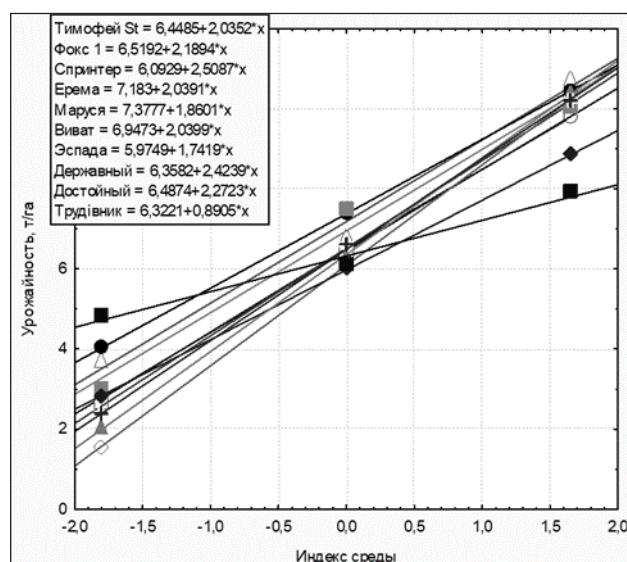


Рис. 2. График распределения линий регрессии урожайности сортов озимого ячменя (2020–2023 гг.): — Тимофей st., — Фокс 1, — Спринтер, — Ерёма, — Маруся, — Виват, — Эспада, — Державный, — Достойный, — Трудівник.

Таблица 2. Параметры адаптивности, пластичности и стабильности сортов озимого ячменя, рассчитанных по урожайности

Сорт	Коэффициент вариации (C_v), %	Гомеостатичность (Hom)	Селекционная ценность генотипа (Sc)	Стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$)	Компенсаторная способность ($(Y_{max} + Y_{min})/2$)	Коэффициент отзывчивости (K_p)	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС)
Тимофей st.	38,5	4,8	3,69	-3,5	6,4	1,8	100
Фокс 1	41,8	4,0	3,52	-3,8	6,5	1,8	90,1
Спринтер	50,0	2,9	2,92	-4,3	6,0	2,1	70,7
Ерёма	40,8	4,6	4,13	-3,6	7,3	1,7	104,2
Маруся	30,8	7,6	4,76	-3,2	7,3	1,6	163,7
Виват	43,0	5,1	4,41	-3,4	6,6	1,7	118,2
Эспада	35,6	5,6	3,57	-3,0	5,9	1,7	92,2
Державный	47,4	3,1	3,13	-4,2	6,3	2,0	75,5
Достойный	42,8	3,9	3,48	-3,9	6,4	1,9	91,9
Трудівник	24,9	12,0	4,33	-2,0	6,2	1,4	131,5

Адаптивные свойства сорта характеризует и параметр селекционной ценности генотипа (Sc). Этот показатель в связке с гомеостатичностью (Hom), определяет сорта наиболее устойчивые к влиянию неблагоприятных условий среды, однако он больше ориентирован на величину средней урожайности. Высокой селекционной ценностью генотипа отличались сорта Маруся ($Sc = 4,76$), Виват (4,41) и Трудівник (4,33).

При комплексной оценке адаптивности сортов озимого ячменя следует также учитывать стрессоустойчивость с компенсаторной способностью. Оба показателя завязаны на границах лимита урожайности (ее максимальная и минимальная величина за годы исследований). Стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$), как разница между минимальной и максимальной урожайностью, помогает определить диапазон возможного использования и дальнейшего распространения сорта. Компенсаторная способность в свою очередь отображает его генетическую гибкость, высокие значения которой наглядно демонстрируют соответствие между факторами среды и генотипом сорта. Наиболее высокие величины стрессоустойчивости отмечали у сортов Трудівник ($Y_{min} - Y_{max} = -2,0$), Эспада (-3,0) и Маруся (-3,2). По показателю компенсаторной способности выделились сорта Маруся ($(Y_{max} + Y_{min})/2 = 7,3$), Ерёма (7,3) и Виват (6,6). По коэффициенту отзывчивости лучшими были сорта Спринтер ($K_p = 2,1$), Державный (2,0) и Достойный (1,9).

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) дополняет оценку адаптивности рассматриваемых генотипов. Ориентируясь на данные стандартного сорта Тимофей, для которого величина этого показателя, согласно методике, приравнена к 100 %, выявлены

сорта Маруся, Трудівник и Виват (163,7 %, 131,5 % и 118,2 % соответственно), сочетающие в себе стабильную урожайность, отзывчивость на улучшение условий выращивания и способность поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности при ухудшении условий (см. табл. 2).

Для более полной картины влияния параметров экологической пластичности и стабильности на урожайность были рассчитаны взаимосвязи между ними. Большой список используемых показателей пластичности и стабильности в корреляционной матрице обусловлен желанием выявить признаки, наиболее тесно связанные с урожайностью, а также выяснить их связь между собой. Матрица парных корреляций Пирсона, при нормальном распределении между параметрами пластичности, стабильности и урожайностью, выявила 22 статистически значимые корреляционные связи на 5 %-ом уровне из 36 возможных комбинаций (табл. 3).

Так, урожайность в условиях исследований имеет выше средней положительную связь достоверную на 5 %-ом уровне значимости с селекционной ценностью генотипа (Sc) $r = 0,65$ и с компенсаторной способностью ($(Y_{max} + Y_{min})/2$) $r = 0,77$, что позволяет предположить о положительном влиянии на урожайность при использовании этого исходного материала в селекции на создание высокостабильных генотипов. Показатели пластичности и стабильности, коррелируя между собой, имеют 20 достоверных на 5 %-ом уровне значимости связей от сильных отрицательных ($b_i/(Y_{min} - Y_{max}) = -0,98$) до сильных положительных ($Hom/(Y_{min} - Y_{max}) = 0,95$ и $Sc/ПУСС = 0,95$). Сильные значимые связи, как положительные, так и отрицательные указывают на возможность взаимозаменяемости и дублирования значимости показа-

Таблица 3. Матрица парных корреляций Пирсона между параметрами пластичности, стабильности и урожайностью

Признак	b_i	C_v	Hom	Sc	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{max} + Y_{min})/2$	K_p	ПУСС
Урожайность	0,20 $p=0,59$	0,01 $p=0,99$	-0,06 $p=0,87$	0,65* $p=0,04$	-0,09 $p=0,80$	0,77* $p=0,01$	-0,20 $p=0,57$	0,59 $p=0,07$
b_i		0,93* $p=0,00$	-0,96* $p=0,00$	-0,60 $p=0,06$	-0,98* $p=0,00$	-0,01 $p=0,98$	0,90* $p=0,00$	-0,60 $p=0,06$
C_v , %			-0,93* $p=0,00$	-0,72* $p=0,02$	-0,94* $p=0,00$	-0,20 $p=0,58$	0,93* $p=0,00$	-0,78* $p=0,01$
Hom				0,68* $p=0,03$	0,95* $p=0,00$	0,09 $p=0,80$	-0,88* $p=0,00$	0,73* $p=0,02$
Sc					0,67* $p=0,03$	0,68* $p=0,03$	-0,87* $p=0,00$	0,95* $p=0,00$
$Y_{min} - Y_{max}$						0,02 $p=0,95$	-0,92* $p=0,00$	0,66* $p=0,04$
$(Y_{max} + Y_{min})/2$							-0,38 $p=0,27$	0,61 $p=0,06$
K_p								-0,81* $p=0,00$

теля некоторых параметров адаптивности. Поскольку коэффициент линейной регрессии (b_i) чаще всего используют в качестве показателя адаптивности признака сорта благодаря его широкому размаху варьирования от слабо отзывчивых, до высоко отзывчивых, поэтому достоверные парные корреляции с ним позволяют оценить, насколько точно прочие признаки пластичности и стабильности характеризуют адаптивность урожайности изучаемых сортов. Коэффициент линейной регрессии имеет сильные положительные связи достоверные на 5 %-ом уровне значимости с коэффициентом вариации и коэффициентом отзывчивости ($b_i/Cv = 0,93$ и $b_i/Kp = 0,90$), а так же сильные отрицательные со стрессоустойчивостью и гомеостатичностью ($b_i/(Y_{min} - Y_{max}) = -0,98$ и $b_i/Hom = -0,96$).

Выводы. В результате экспериментов выделены сорта, обладающие высокой экологической пластичностью в сочетании с высокой стабильной урожайностью. По комплексу изучаемых признаков при высоких показателях урожайности выделились сорта Маруся, Виват (Россия) и Трудівник (Украина). Сорта Маруся и Виват (Россия) сформировали наибольшую среднюю урожайность (соответственно 7,4 и 7,5 т/га, против 6,5 т/га у стандарта), обладали высокими показателями селекционной ценно-

сти ($Sc = 4,76$, и $4,41$) и уровня стабильности сорта ($ПУСС = 163,7\%$ и $118,2\%$). Сорт Трудівник (Украина) отличился высокими показателями гомеостатичности ($Hom = 12,0$), селекционной ценности ($Sc = 4,33$), стрессоустойчивости ($Y_{min} - Y_{max} = -2,0$), уровня стабильности сорта ($ПУСС = 131,5\%$), способности адаптироваться к неблагоприятным факторам среды ($b_i = 0,43$).

Отмеченные сорта целесообразно использовать в качестве исходного материала в селекционном процессе на создание сортов, обладающих высокими адаптивными свойствами, пластичностью и стрессоустойчивостью.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа финансировалась за счет средств бюджета института (учреждения, организации). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. 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.
2. Лукина К. А., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г. Голозерный ячмень: систематика, селекция и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022. Т. 26. № 6. С. 524–536. doi: 10.18699/VJGB-22-64.
3. Параметры адаптивности и гомеостатичности сортов озимой мягкой пшеницы в степной зоне ростовской области / М. А. Фоменко, А. И. Грабовец, Т. А. Олейникова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 4 (32). С. 105–111. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11140.
4. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, Н. И. Анисков и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (1). С. 37–43. doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
5. Радченко Л. А., Ганюцкая Т. Л., Радченко А. Ф. Оценка адаптивных свойств озимой ржи при возделывании в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 76–82. doi: 10.25637/TVAN2018.01.06.
6. Фенотипическая изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана / А. И. Стасюк, И. Н. Леонова, М. Л. Пономарева и др. // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 1 (56). С. 78–91. doi: 10.15389/agrobiology.2021.1.78rus.
7. Оценка сортообразцов рыжика озимого (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) по экологической адаптивности / Е. Л. Турина, Т. Я. Прахова, Е. Н. Турин и др. // Сельскохозяйственная биология. 2020. № 3 (55). С. 564–572. doi: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus.
8. Показатели экологической изменчивости у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Тюменской области / В. В. Новохатин, Е. В. Зуев, Т. В. Шеломенцева и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. № 184 (3). С. 70–78. doi: 10.30901/2227-8834-2023-3-70-789.

References

1. Gudzenko VN. [Statistical and graphical (GGE biplot) assessment of the adaptive capacity and stability of winter barley breeding lines]. Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2019;23(1):110-8. Russian. doi: 10.18699/VJ19.469.
2. Lukina KA, Kovaleva ON, Loskutov IG. [Huskless barley: Taxonomy, breeding and prospects for use]. Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2022;26(6):524-36. Russian. doi: 10.18699/VJGB-22-64.
3. Fomenko MA, Grabovets AI, Oleinikova TA, et al. [Parameters of adaptability and homeostaticity of winter common wheat varieties in the steppe zone of the Rostov region]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019;(4):105-11. Russian. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11140.
4. Nikolaev PN, Yusova OA, Anis'kov NI, et al. [Agrobiological characteristics of multi-row huskless barley varieties developed at Omsk Agricultural Scientific Center]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2019;(180):37-43. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
5. Radchenko LA, Ganotskaya TL, Radchenko AF. [Assessment of the adaptive properties of winter rye when cultivated in the Crimea]. Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2018;(1):76-82. Russian. doi: 10.25637/TVAN2018.01.06.
6. Stasyuk AI, Leonova IN, Ponomareva ML, et al. [Phenotypic variability of breeding lines of common wheat (*Triticum aestivum* L.) according to elements of crop structure under the environmental conditions of Western Siberia and Tatarstan]. Sel'skokhozyaistvennaya biologiia. 2021;(1):78-91. Russian. doi: 10.15389/agrobiology.2021.1.78rus.
7. Turina EL, Prakhova TYa, Turin EN, et al. [Evaluation of winter camelina varieties (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) for environmental adaptability]. Sel'skokhozyaistvennaya biologiia. 2020;(3):564-72. Russian. doi: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus.
8. Novokhatin VV, Zuev EV, Shelomentseva TV, et al. [Indicators of environmental variability in varieties of spring common wheat under the conditions of the Tyumen region]. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2023;(184):70-8. Russian. doi: 10.30901/2227-8834-2023-3-70-789.

Поступила в редакцию 02.04.2021 После доработки 26.04.2024 Принята к публикации 14.05.2024