ОЦЕНКА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

ЛЕВАКОВА Ольга Викторовна, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ»

ЕРОШЕНКО Любовь Михайловна, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

РОМАХИН Максим Михайлович, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

ЕРОШЕНКО Анатолий Николаевич, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

ЕРОШЕНКО Николай Анатольевич, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

ДЕДУШЕВ Иван Александрович, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

БОЛДЫРЕВ Михаил Александрович, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

Оценка 160 коллекционных образцов в течение 2016–2020 гг. в условиях Московской области по уровню и пределам урожайности, по показателям пластичности и стабильности проведена в целях раскрытия их адаптивного потенциала. Была выявлена высокая степень зависимости урожайности от условий вегетационного периода ячменя. Наибольший потенциал продуктивности установлен у образцов Беларуси (7,37 т/га), сортов Германии (7,17 т/га) и Франции (7,26 т/га). Наименьшая разница между урожайностью в контрастных условиях определила повышенную стрессоустойчивость казахстанских коллекционных номеров. Благодаря положительному сочетанию высокой потенциальной продуктивности и повышенной устойчивости к биотическим факторам среды белорусская группа сортов на 6,0 % превышала среднесортную урожайность всего генофонда. Применительно к основным проблемам селекции отобраны лучшие формы, наиболее перспективные для дальнейшей селекционной работы на повышение адаптивного потенциала: Надежный (Московская обл.), Багрец, к-30988 (Свердловская обл.), Магутны, к-31149, Радзіміч, ВА 08000190, Фэст, ВА 08000191, Водар, к-31146, Хаго, к-31147 (Беларусь), Солнцедар, к-31098 (Украина), Graice, к-31216, Sunshine, к-31129 (Германия), Pioneer, к-31250 (Франция). Выделены образцы с высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания ($bi = 1,02–1,33$), представляющие практический интерес на повышение потенциала продуктивности – Надежный, Багрец, Магутны, Радзіміч, Фэст, Хаго, Grace. Особое внимание заслуживают сорта Водар, Солнцедар и Sunshine, по показателю уровня и стабильности урожайности (ПУСС = 122,4–129,9) характеризующиеся как высокогемостатичные. Они способны давать относительно высокую урожайность в благоприятных условиях и благодаря генетическим особенностям меньше, чем другие сорта снижать ее в контрастных.

Введение. Урожайность ячменя стоит рассматривать как производную величину двух основных компонентов – потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным природно-климатическим условиям. Подтверждением этому являются многочисленные данные по выявлению факторов, обуславливающих формирование урожайности ячменя и реализацию его биопотенциала в различных экологических условиях [8, 9, 10].

В связи с общим повышением культуры земледелия и заметным изменением климата, усиливающим влияние погодных условий на урожайность зерновых культур [5, 6], основным направлением в селекции ячменя является создание и внедрение в производство перспективных сортов интенсивного типа, высоко адаптированных к условиям возделывания [1, 11, 12]. Повышению эффективности селекционной работы по созданию таких сортов, по мнению ученых, благоприятствует использование в качестве исходных форм образцов, сочетающих в себе высокую

урожайность и устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам [1, 3, 10].

Цель исследований – выявление наиболее ценных форм ярового ячменя для получения нового селекционного материала для создания высокопродуктивных сортов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Нечерноземной зоны РФ.

Методика исследований. В исследованиях, проведенных в 2016–2020 гг. в условиях Московской области, участвовало 160 коллекционных образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта использован сорт двурядного ячменя Яромир.

На долю отечественного исходного материала приходилось 26,8 % от всего изучаемого сортамента, основная часть которого получена из научно-исследовательских учреждений Нечерноземной зоны. Так, из Центрально-Черноземной зоны и Северокавказского региона было получено 8 образцов, из

Поволжья и Урала – 9 номеров. Ведущей по количеству коллекционных номеров являлась западноевропейская экологическая группа (38,7 %), представленная образцами из Германии (26 шт.), Франции (27 шт.), Чехии (4 шт.), Польши (2 шт.) и Австрии (3 шт.). В испытании участвовало 5 номеров, относящихся к североамериканской (маньчжурской) экологической группе. Образцов из Казахстана было 10, Украины – 16, Беларуси – 18. Взаимодействие «генотип-среда» и достоверность влияния отдельных факторов установлены дисперсионным анализом. Полевые исследования выполнялись в соответствии с методикой полевого опыта [2]. Пластичность (b_i) и стабильность (S_d^2) изучаемых сортов оценена по методике Эберхарта и Рассела в изложении В.А. Зыкина [4], показатель уровня и стабильности сорта (ПУСС) и степень реализации потенциала урожая – по Э.Д. Неттевичу [7].

Результаты исследований. Погодные условия за годы опытов характеризовались большим разнообразием и наиболее полно отражали особенности региона. Самым благоприятным по агрометеорологическим показателям был 2017 г., когда была сформирована максимальная урожайность ячменя. Условия роста и развития способствовали выявлению потенциала продуктивности, которая у некоторых образцов находилась на уровне 9–10 т/га. Наибольшее значение средней урожайности в этот год было характерно для поступлений белорусской (7,37 т/га), французской (7,26 т/га) и германской селекции (7,17 т/га), наименьшее – для казахстанского (5,54 т/га) генофонда. Сильнейшей засухой в фазе всходы–кущение и минимальной средней урожайностью образцов (3,02 т/га) за период изучения отличался 2018 г. Отмечена невысокая дифференциация номеров изучаемой коллекции по урожайности в засушливом ($\sigma = 0,75$) году в сравнении благоприятным годом ($\sigma = 1,54$) (табл. 1).

Наименьшая разница между максимальным и минимальным средним значением урожайности (2,50 т/га), наблюдаемая в группе образцов из Казахстана, свидетельствует о повышенной их способности противостоять снижению продуктивности в условиях засухи. Увеличение разли-

чий между этими параметрами (3,90–4,25 т/га) говорит о невысоком диапазоне приспособительных возможностей сортов Германии, Франции и Беларуси к данному стрессу.

Из всего набора изучаемых сортов наиболее урожайными в годы испытания оказались белорусские сорта, средняя урожайность которых находилась на уровне 5,70 т/га, что на 6,0 % было выше среднесортowego значения изучаемого генофонда.

Повышенное значение среднего значения урожайности сортов белорусской группы характеризует более высокую их компенсационную способность противостоять таким факторам, как поражение видами гельминтоспориоза и полегание.

Изучение большого набора сортообразцов в контрастных условиях Нечерноземья позволило выделить сорта, существенно превосходящие стандарт по урожайности: Надежный (Московская обл.); Багрец, к-30988 (Свердловская обл.); Магутны, к-31149, Радзіміч, ВА 08000190, Фэст, ВА 08000191, Водар, к-31146, Хаго, к-31147 (Беларусь), Солнцедар, к-31098 (Украина), Graice, к-31216, Sunshine, к-31129 (Германия), Pioneer, к-31250 (Франция).

Результатами двухфакторного дисперсионного анализа было установлено, что формирование урожайности перспективных образцов на 79,6 % зависело от влияния факторов среды и на 18,0 % от взаимодействия факторов «генотип-среда». Доля вклада сортов была невелика и составляла 1,8 %.

В изучаемом наборе сортов средняя урожайность различалась незначительно и находилась на уровне 6,25 т/га. В сравнении со стандартом Яромир более высокое ее значение установлено у сортов Магутны (6,41 т/га), Sunshine (6,48 т/га), Солнцедар (6,62 т/га) (табл. 2). Максимальная урожайность от 8,44 до 10,33 т/га и высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания исходя из коэффициента регрессии ($bi = 1,02–1,33$), зафиксирована у сортов Надежный, Багрец, Магутны, Радзіміч, Фэст, Хаго, Grace. Однако оптимум адаптационных возможностей для реализации более 70 % потенциала урожайности в этой группе отмечен только у сортов Надежный, Фэст, Grace, Pioneer, для которых характерны наименьшие значения

Таблица 1

Сравнительная оценка образцов ярового ячменя различного происхождения по урожайности, устойчивости к болезням и полеганию, 2016–2020 гг.

Происхождение	Урожайность, т/га			Устойчивость к, балл	
	$\bar{x}$	max	min	полеганию	гельминтоспориозу
Яромир, стандарт	5,57	6,71	3,32	7,6	6,3
Россия	5,31	6,65	3,07	6,7	6,2
Украина	5,29	6,74	3,11	6,8	6,4
Беларусь	5,70	7,37	3,16	7,7	6,7
Казахстан	4,96	5,54	3,18	6,9	6,6
Германия	5,19	7,17	3,10	7,5	4,7
Франция	5,31	7,26	3,01	7,0	5,1
Стандартное отклонение, σ	1,02	1,54	0,72	0,51	0,71

Параметры адаптивности образцов ярового ячменя, выделившихся по урожайности, устойчивости к болезням и полеганию

Образец	Урожайность, т/га		Реализация потенциала %	b_1	S_d^2	ПУСС, %
	$\bar{x}$	max				
Яромир	5,57	7,42	75,1	0,73	0,18	100,0
Надежный	6,29	8,44	74,5	1,08	0,55	95,33
Багрец	6,32	9,60	65,8	1,02	2,48	90,65
Водар	6,30	7,63	82,6	0,81	0,22	129,91
Магутны	6,41	10,00	64,1	1,33	1,09	79,44
Радзіміч	6,31	9,83	64,2	1,11	1,27	87,85
Фэст	6,34	8,50	74,6	1,14	0,02	95,33
Хаго	6,32	10,33	61,2	1,10	2,94	80,37
Солнцедар	6,62	8,50	77,9	0,95	0,89	122,43
Sunshine	6,48	7,76	83,5	0,72	0,85	129,91
Grace	6,13	8,73	70,2	1,16	0,35	84,10
Pioneer	6,09	8,57	71,1	0,84	0,91	104,67
НСР _{0,5}	0,44	0,38				

параметров среднего квадратичного отклонения от линии регрессии ($S_d^2 = 0,18-0,91$), определяющие способность формировать более стабильную урожайность в различных условиях среды.

Высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания ($b_1 = 1,10-1,33$) в сочетании с низкой стабильностью урожая ($S_d^2 = 0,18-0,91$), напротив, снизила показатель реализации потенциала продуктивности от 61,2 до 64,2 % у сортов Багрец, Магутны, Радзіміч и Хаго.

Достаточно высокие значения (77,9–83,5 %) показателя реализации потенциала урожая характерны для сортов Водар, Солнцедар и Sunshine. Можно отметить, что данные образцы, судя по величине комплексного показателя уровня и стабильности урожайности (ПУСС=122,4–129,9), выраженного в процентах к стандарту Яромир, обладая высокой продуктивностью, способны меньше, чем другие сорта снижать урожайность при воздействии неблагоприятных факторов среды. Обладая высокой селекционной ценностью такие генотипы с высокой эффективностью используются при создании новых высокоадаптивных сортов.

Заключение. Сравнительная оценка образцов ячменя, относящихся к различным эколого-географическим группам, выявила различия по фенотипическому проявлению таких признаков, как средняя урожайность, предел урожайности (min-max), устойчивость к полеганию и поражению болезнями.

Уровень устойчивости к стрессу, рассчитанный по разности между минимальным и максимальным значением урожайности выявил большую степень засухоустойчивости казахстанского генофонда. Лучшими результатами максимальной продуктивности характеризовались образцы белорусской, германской и французской селекции. В среднем за 2016–2020 гг. группа белорусских сортов, обладая большей устойчивостью к полеганию и поражению видами гельминтоспориоза, отличалась высоким значением средней урожайности.

На основании анализа среднего показателя урожайности определены формы, существенно превосходящие стандартный сорт Яромир по зерновой продуктивности.

Комплексная оценка группы перспективных образцов по средней урожайности, величине реализации ее потенциала и параметрам адаптивности позволила выделить сорта, обладающие высокой селекционной ценностью. Образцы, отличающиеся высокой продуктивностью и широкой агроэкологической стабильностью, с успехом могут быть использованы при создании новых сортов, отвечающих современным требованиям селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптивный потенциал ячменя Восточно-Сибирской селекции / Н.А. Сурин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 5. – С. 28–31.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Зубкович А.А., Гриб С.И. Современное состояние и приоритетные направления селекции ячменя для условий республики Беларусь // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2017. – С. 220–223.
4. Зыкин В.А., Мешкова В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. – Новосибирск: Редакционно-полиграфическое объединение СО ВАСХНИЛ, 1984. – 23 с.
5. Клочков А.В., Соломко О.Б., Клочкова О.С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 101–105.
6. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Гидротермические условия Калининградской области // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2017. – Т. 25. – № 4. – С. 465–479.
7. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы

на стабильность урожайности и качества зерна // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.

8. *Перепицай М.И.* Развитие ярового ячменя в зависимости от погодных условий // Форум молодых ученых: международное научно-практическое периодическое сетевое издание. – 2017. – № 1(5). – С. 436–438.

9. Урожайность и качество зерна сортов ячменя ярового в восточной зоне Ростовской области / А.В. Алабышев [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3 (51). – С. 3–5.

10. *Щенникова И.Н., Кокина Л.П., Зайцев И.Ю.* Экологическая стабильность сортов и селекционных линий ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – Т.4. – № 3(15). – С. 85–91.

11. *Creissen H.E., Jorgensen T.H., Brown J.K.M.* Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes // Crop Protection, 2016, Vol. 85, P. 6–8.

12. *Cuesta-Marcos A., King J.G., Belcher A.R., Filichkin T., Fisk S.P., Graebner R., Helgersson L., Herb D., Meints B., Ross A.S., Hayes P.M., Ulrich S.E.* Barley Genetics and Breeding // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition), 2016, Vol. 4, P. 287–295.

Левакова Ольга Викторовна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федераль-

ный научный агроинженерный центр ВИМ». Россия.

390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, 1.

Тел.: (910) 613-86-47; e-mail: levakova.olga@bk.ru.

Ерошенко Любовь Михайловна, канд. с.-х. наук, и. о. завлабораторией селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Россия.

Ерошенко Анатолий Николаевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Россия.

Ромахин Максим Михайлович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Россия.

Ерошенко Николай Анатольевич, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Россия.

Дедушев Иван Александрович, канд. с.-х. наук, младший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Россия.

Болдырев Михаил Александрович, младший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Россия.

143026, Московская область, Одинцовский район, р.п. Новоивановское, ул. Калинина, 1.

Тел.: 89266155129; e-mail: mosniish@yandex.ru.

Ключевые слова: ячмень; сортообразец; потенциальная урожайность; отзывчивость; адаптивность; стабильность.

ASSESSMENT OF GRAIN PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF DOMESTIC AND FOREIGN VARIETIES OF SPRING BARLEY IN THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Levakova Olga Victorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Seed Production and Agricultural Technologies - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM". Russia.

Eroshenko Lyubov Mikhailovna, Candidate of Agricultural Sciences, Federal research center "Nemchinovka". Russia.

Eroshenko Anatoly Nicolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal research center "Nemchinovka". Russia.

Romahin Maxim Mikhailovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal research center "Nemchinovka". Russia.

Eroshenko Nikolai Anatolevich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal research center "Nemchinovka". Russia.

Dedushev Ivan Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher, Federal research center "Nemchinovka". Russia.

Boldyrev Mikhail Aleksandrovich, Junior Researcher, Federal research center "Nemchinovka". Russia.

Keyword: barley; variety type; potential yield; responsiveness; adaptability; stability.

Evaluation of 160 collection samples during 2016-2020 in the conditions of the Moscow region on the level and limits of yield, on the indicators of plasticity and stability was carried out in order to reveal their adaptive potential.

A high degree of yield dependence on the conditions of the growing season of barley was revealed. The highest productivity potential is found in samples of Belarus (7.37 t/ha), Germany (7.17 t/ha) and France (7.26 t/ha). The smallest difference between the yield under contrasting conditions determined the increased stress resistance of Kazakhstan collection numbers. Due to a positive combination of high potential productivity and increased resistance to biotic environmental factors, the Belarusian group of varieties exceeded the average annual yield of the entire gene pool by 6.0%. In relation to the main problems of breeding, the best forms that are most promising for further breeding work to increase adaptive potential were selected: Reliable, (Moscow region); Bagret, K-30988 (Sverdlovsk region); Magutny, K-31149, Radzimich, VA 08000190, Fest, VA 08000191, Vodar, K-31146, Khago, K-31147 (Belarus) Solntsedar, K-31098 (Ukraine); Graice, K-31216, Sunshine, K-31129 (Germany); Pioneer, K-31250 (France). Samples with high responsiveness to improvement of cultivation conditions ($bi = 1.02-1.33$), which are of practical interest to increase the productivity potential - Reliable, Bagret, Magutny, Radzimich, Fest, Hago, Grace. Special attention should be paid to the varieties Vodar, Solntsedar and Sunshine, which are characterized as highly geostatic in terms of the level and stability of yield ($PUS = 122.4-129.9$). They are able to give a relatively high yield in favorable conditions, and due to genetic characteristics, they are less likely than other varieties to reduce it in contrast.