

УДК 633.16 (571.61)

ПАРАМЕТРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ
И СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

И. В. Куркова, кандидат сельскохозяйственных наук

А. С. Кузнецова, научный сотрудник

М. В. Терехин, кандидат сельскохозяйственных наук

Дальневосточный государственный аграрный университет

E-mail: kurkova10@inbox.ru

Ключевые слова: сорт, сортобразец, урожайность, экологическая пластичность, коэффициент регрессии, варiances стабильности

Реферат. Огромную роль в повышении урожайности и улучшении качества продукции играет сорт, приспособленный к местным условиям. Он является основой производства любой растениеводческой продукции и его роль в сельскохозяйственном производстве постоянно возрастает. Новый сорт должен быть не только высокоурожайным, но обладать высокой адаптивной способностью и широкой экологической пластичностью (формировать стабильный урожай в различных условиях). Статья посвящена вопросу оценки сортов и сортобразцов ярового ячменя амурской селекции по параметрам экологической пластичности и стабильности. Расчет экологической пластичности и стабильности проводили в среднем за 3 года (2012–2014 гг.), сильно отличающиеся по условиям вегетации. Для определения данных параметров приведен расчет коэффициента регрессии (b), характеризующего реакцию сортов на изменение условий выращивания, и варiances стабильности ($s^2_{ст}$), которая указывает, насколько сорт отзывчив на условия среды и стабилен ли в этих условиях. Новый сорт амурской селекции Амур, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2015 г., является нестабильным, что также подтверждается и ранее проведенными расчетами (в 2008–2011 гг.). Если он ранее был нестабильным, но хорошо отзывчивым на изменение условий, то в данный момент он характеризуется как нестабильный и показывающий лучшие результаты в благоприятных условиях. Наибольшее значение имеют сорта, которые относятся к группе хорошо отзывчивых на изменение условий и являются стабильными. Из изученных нами 12 сортобразцов к этой группе можно отнести один – сортобразец Мишка.

Среди зерновых культур яровой ячмень – одна из самых раннеспелых, наиболее засухоустойчивых и солевыносливых культур, обладает способностью к формированию достаточно высоких урожаев зерна [1]. Огромную роль в повышении урожайности и улучшении качества продукции играет сорт, приспособленный к местным условиям. Он является основой производства любой растениеводческой продукции. Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к сорту высокие требования [2–4]. Создание сортов, приспособленных к определенным экологическим зонам, является важнейшим и необходимым условием дальнейшего роста урожайности сельскохозяйственных культур и ее стабильности, особенно в неблагоприятных условиях внешней среды [5, 6].

Климат Амурской области характеризуется как резко-континентальный с чертами муссонности. Летний период, как правило, отличается высокими температурами воздуха, зачастую сопровождается ливневыми осадками. В таких услови-

ях формирование стабильного и качественного урожая во многом зависит от сорта [7].

Совместить в новом сорте все полезные свойства и признаки возможно лишь правильным подбором родительских форм и вовлечением в селекционную работу сортов из различных селекционных центров [2, 4]. Новый сорт должен обеспечивать наибольшую урожайность и при этом обладать высокой адаптивной способностью, т.е. формировать стабильный урожай в различных условиях [8, 9]. Основной целью селекционной работы научно-исследовательской лаборатории селекции зерновых культур Дальневосточного ГАУ является повышение реальной урожайности сортов при потенциале 60 ц/га (сорт Амур), а также достижение ее стабильности. Урожайность тесно связана с широтой региональной агроэкологической адаптации сорта и его устойчивостью к стрессовым факторам [4]. В связи с этим изучение сортов и сортобразцов собственной селекции является актуальным.

Цель наших исследований – оценка параметров экологической пластичности и стабильности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения параметров стабильности были взяты новый сорт амурской селекции Амур; два сортообразца, отобранных из китайских популяционных сортов КНР-1 (Мишка) и КНР-2 (Сосед); 8 сортообразцов ярового ячменя, полученных методом индивидуального отбора из гибридных популяций дальневосточной селекции; в качестве стандарта использовали сорт Ача. Расчет показателей стабильности проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [10] в изложении В.А. Зыкина [11], статистическую обработку данных – методом дисперсионного и вариационного анализов по Б.А. Доспехову [12], расчет показателей гомеостатичности и селекционной ценности – по В.В. Хангильдину [13, 14].

Расчет индекса среды (I_j) показывает зависимость урожайности от погодных условий. Для определения параметров стабильности проводится расчет коэффициента регрессии (b_j), характеризующего реакцию сортов на изменение условий выращивания. Он может принимать различные значения и быть меньше единицы, равным и больше единицы.

Дополнительной характеристикой изучения сортообразцов служит варианса стабильности (s_{st}^2), которая указывает, насколько сорт отзывчив на условия среды и стабилен ли в этих условиях.

Полевые опыты были проведены в 2012–2014 гг. Весна в 2012 и 2013 гг. была поздней, затяжной и характеризовалась крайне сложными агрометеорологическими условиями. Лето 2012 г. характеризовалось жарким июнем и июлем. Воздух днем в эти месяцы прогревался до 30–36 °С. Сумма выпавших осадков за лето составила 341 мм. Наиболее интенсивные дожди наблюдались в июле – 212 мм (превышение нор-

мы на 62%). После дождей на полях отмечалось сильное увлажнение почвы.

Лето 2013 г. было умеренно-теплым и очень дождливым. Характерной особенностью лета явился ряд неблагоприятных и опасных природных явлений: сильные ливни, град, шквалистый ветер, переувлажнение почвы, наводнение. Общая сумма осадков за этот период составила 544 мм; распределение их было неравномерным, превышение климатической нормы находилось в пределах 23–76%, что вызвало затопление значительной части посевов. В целом агрометеорологические условия были крайне сложными – длительное переувлажнение почвы, подтопления полей, местами затопление отрицательно сказалось на росте и развитии растений.

В 2014 г. весна была ранней, теплой, с неравномерным распределением осадков. Лето характеризовалось повышенным температурным режимом, средняя температура воздуха за этот период составила 21,8 °С. Осадки за три летних месяца распределялись неравномерно и с разной интенсивностью, носили ливневый характер, сопровождалась грозами. Общая сумма осадков составила 150 мм (43% нормы), максимальное их количество выпало в первой и третьей декадах июля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При определении экологической пластичности нами сначала устанавливался сам факт наличия взаимодействия генотипа и среды. Для этого был проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Исходя из данных табл. 1, наибольшее влияние на урожай ярового ячменя в условиях Амурской области оказывают годы (фактор А). Достоверно, но значительно меньше влияют сорт (фактор В) и взаимодействие «год–сорт».

Расчет экологической пластичности и стабильности проводили в среднем за 3 года (2012–2014 гг.), сильно отличающиеся по условиям вегетации.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	
				ф	05
Общая	8381,4	89	-	-	-
Фактор А (год)	6488,8	2	3244,4	390,9	3,09
Фактор В (сорт)	925,6	9	102,8	12,4	1,97
Взаимодействие (А x В)	467,8	18	26,0	3,1	1,63
Остаток (ошибка)	499	60	8,3	-	-

За годы исследований наибольшей урожайностью обладал сорт Амур – в среднем 30,3 ц/га. Максимальная его урожайность отмечалась в 2012 г. – 49,7 ц/га, минимальная – в неблагоприятном 2013 г. (16,5 ц/га). Также превысили стандартный сорт Ача сортообразцы Мишка (2012 и 2014 гг.) и Сосед (2013 г.) (табл. 2).

Отрицательное значение показателя индекса среды указывает на неблагоприятные погодные условия формирования урожая, что отмечалось в 2013 и 2014 гг. ($I_j = -8,9$ и $I_j = -2,4$ по годам соответственно). Положительные значения свидетельствуют о достаточно благоприятных условиях в период вегетации, что и наблюдалось в 2012 г. ($I_j = +11,4$).

Из проведенных расчетов к группе сортообразцов, имеющих $b_i > 1$, относятся Амур (1,64), Ш-2226 и Мишка (1,07). Такие сортообразцы характеризуются большой отзывчивостью на изменение условий, но следует учитывать, что они требовательны к высокому уровню агротехники и только при соблюдении всех требований они дадут максимум отдачи. К сортообразцам, имеющим $b_i < 1$, относятся Ача (0,91), Ш-2136 (0,89), Сосед (0,84), Ш-2158 (0,82) и Ш-2250 (0,77). Исходя из расчетов, эти сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, поскольку они способны дать максимальную урожайность при минимальных затратах.

Таблица 2

Влияние условий года на продуктивность сортов ярового ячменя

Сорт, сортообразец	Урожайность, ц/га			Сумма, X_i	Среднее, x_i	Параметры стабильности	
	2012 г.	2013 г.	2014 г.			b_i	s_{di}^2
Ача, St	38,4	19,9	20,2	78,5	26,2	0,91	69,71
Амур	49,7	16,5	24,7	90,9	30,3	1,64	1,01
Сосед	36,9	20,3	24,4	81,6	27,2	0,84	1,01
Мишка	39,8	16,2	24,2	80,2	26,7	1,07	0,12
Ш-2107	35,0	14,5	17,7	67,2	22,4	1,01	2,06
Ш-2120	36,3	14,5	23,8	74,6	24,9	1,02	8,35
Ш-2136	34,7	15,6	21,6	71,9	24,0	0,89	2,10
Ш-2158	35,0	17,1	24,1	76,2	25,4	0,82	4,46
Ш-2183	35,4	15,5	19,6	70,5	23,5	0,99	5,58
Ш-2226	32,3	10,0	17,2	59,5	19,8	1,07	2,18
Ш-2250	28,6	10,8	17,5	56,9	19,0	0,77	4,59
Ш-2257	33,9	13,7	15,8	63,4	21,1	1,01	7,76
Сумма, X_j	436,0	184,6	250,8	871,4			
Среднее x_j	36,3	15,4	20,9		24,2		
Индексы условий I_j	+11,4	-8,9	-2,4				

Таблица 3

Характеристика сортов по параметрам стабильности

Сорт, сортообразец	Параметры стабильности		Характеристика
	b_i	s_{di}^2	
Ача Ш-2136 Ш-2158 Ш-2183 Ш-2250 Сосед	0,91 0,89 0,82 0,99 0,77 0,84	69,71 2,10 4,46 5,58 4,59 1,01	Показывают лучшие результаты в неблагоприятных условиях, нестабильные
Мишка	1,07	0,12	Показывает лучшие результаты в благоприятных условиях, стабильный
Ш-2107 Ш-2120 Амур Ш-2226 Ш-2257	1,01 1,02 1,64 1,07 1,01	2,06 8,35 1,01 2,18 7,76	Показывают лучшие результаты в благоприятных условиях, нестабильные

У сортообразцов Ш-2183, Ш-2107, Ш-2257, Ш-2120 коэффициент регрессии составил 1. Это означает, что их урожайность меняется в зависимости от изменений условий выращивания.

Фенотипическая стабильность сортообразцов обусловлена нормой реакции генотипа и оценивается через средний квадрат отклонений от линии регрессии. Из представленных в табл. 3 расчетов видно, что сорта Ача и Сосед, а также сортообразцы Ш-2136, Ш-2158, Ш-2183, Ш-2250 показывают лучшие результаты в неблагоприятных условиях, но являются нестабильными.

Новый сорт амурской селекции Амур, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2015 г. по Дальневосточному региону,

является нестабильным, что подтверждается ранее проведенными расчетами (в 2008–2011 гг.) [13].

Сортообразцы Ш-2107, Ш-2120, Ш-2226 и Ш-2257 попали в группу сортов с проявлением лучших результатов в благоприятные годы, но тоже являются нестабильными. И только один сортообразец Мишка отнесен к группе стабильных сортов.

Практический интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокая средняя урожайность и незначительная вариабельность признака по годам. По результатам наших расчетов, наиболее низкая вариабельность отмечена по сортам Сосед и Ш-2158 ($V=34,5$ и $36,0$), а урожайность данных сортов была на уровне средней (табл. 4).

Таблица 4

Параметры адаптивных свойств ярового ячменя по признаку «урожайность зерна, ц/га»

Сорт, сортообразец	Средняя урожайность, ц/га	Коэффициент вариации (V)	Показатель гомеостатичности (Ном)	Селекционная ценность (Sc)
Ача	26,2	41,5	0,45	13,6
Ш-2107	22,4	50,2	0,46	9,3
Ш-2120	24,9	44,1	0,45	9,9
Ш-2136	24,0	40,7	0,40	10,8
Амур	30,3	62,2	0,78	10,1
Ш-2158	25,4	36,0	0,38	12,4
Ш-2183	23,5	45,0	0,44	10,3
Ш-2226	19,8	63,5	0,52	6,1
Ш-2250	19,0	58,1	0,46	7,2
Ш-2257	21,1	55,5	0,48	8,5
Сосед	27,2	34,5	0,38	15,0
Мишка	26,7	46,4	0,51	10,9

В.В. Хангильдин для определения стабильности предложил использовать показатель гомеостатичности. Гомеостаз является универсальным свойством саморегуляции живого в системе взаимоотношения организма с внешней средой. Восстановление интенсивности функций организма после нарушения его стационарного состояния изменением жизненных условий происходит до тех пор, пока функции внутренней среды достаточны. В процессе адаптации организма к длительным изменениям внешней среды может наступать недостаточность гомеостаза, в результате чего одно стационарное состояние переходит в другое состояние, возможно, менее целесообразное для организма [11].

Гомеостаз растений – способность генетических механизмов сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных внешних условий. Практический интерес представляют те сорта, которые сочетают в себе высокий уровень урожайности с высокими показателями гомеоста-

тичности. По данным наших исследований, все изучаемые сорта обладают низким показателем гомеостаза.

ВЫВОДЫ

1. Дисперсионный анализ показал, что наибольшее влияние на урожайность оказывают погодные условия. За годы исследований наиболее урожайным был сорт Амур (в среднем 30,3 ц/га). Нетипичный и экстремальный 2013 г. сказался на его генотипе: если он ранее был нестабильным, но хорошо отзывчивым на изменение условий, то в данный момент он характеризуется как нестабильный и показывающий лучшие результаты в благоприятных условиях.
2. Практический интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокая средняя урожайность и незначительная вариабельность признака по годам. В условиях Амурской об-

ласти сорта и сортообразцы местной селекции обладают средней урожайностью и высокой вариабельностью. Ценными с практической точки зрения также являются сорта, сочетающие высокую урожайность и высокий показатель гомеостатичности, но следует помнить, что эти показатели зависят от года возделывания. Изученные нами сорта облада-

ют низким показателем гомеостаза и характеризуются низкой селекционной ценностью.

3. Наибольшее значение имеют сорта, которые относятся к группе хорошо отзывчивых на изменение условий и являющиеся стабильными. Из изученных нами 12 сортообразцов к этой группе можно отнести один – сортообразец Мишка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каримова Л. З. Особенности формирования урожая ярового ячменя и развития гельминтоспориозов на различных сортах ярового ячменя // Вестн. Казан. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 1 (23). – С. 129–132.
 2. Чевердина Г. В. Пластичность и стабильность сортообразцов озимой ржи белорусской селекции в условиях юго-востока Центрального Черноземья // Зерн. хоз-во России. – 2010. – № 6 (12). – С. 29–32.
 3. Эффективность сортов ярового ячменя в условиях лесостепи Новосибирского Приобья / С. К. Гомаско, А. И. Капинос, А. Т. Стадник, О. Я. Степаненко // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 2 (35). – С. 25–31.
 4. Ерошенко Л. М. Селекция ярового ячменя в условиях Центрального Нечерноземья России // Аграр. вестн. Юго-Востока. – 2009. – № 3. – С. 41–44.
 5. Еришова Л. А., Голова Т. Г. Селекционная работа с яровым ячменем в Каменной Степи // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 2 (37). – С. 44–47.
 6. Приемы повышения качества семян ячменя в лесостепи Западной Сибири / Е. Ю. Торопова, О. А. Казакова, Е. А. Орлова, Д. В. Архипцев // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 4 (25). – С. 26–31.
 7. Кононенко Л. А. Оценка урожайности и экологической пластичности сортов ярового ячменя, возделываемого в условиях Белгородской области // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2006. – Т. 1, № 9–1. – С. 53–55.
 8. Максимов Р. А. Адаптивная способность, экологическая пластичность и стабильность сортов ячменя в условиях юго-запада Свердловской области // Достижения науки и техники. – 2011. – № 6. – С. 20–21.
 9. Коновалов Ю. Б., Долгодворова Л. И., Степанова Л. В. Частная селекция полевых культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 543 с.
 10. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. – 1966. – Vol. 6. – P. 36–40.
 11. Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1984. – 24 с.
 12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
 13. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – 278 с.
 14. Хангильдин В. В., Шаяхметов И. Ф., Мардамышин А. Г. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа, 1979. – С. 5–39.
 15. Куркова И. В., Рукосуев Р. В. Оценка параметров стабильности сортов ярового ячменя дальневосточной селекции // Вестн. АГАУ. – 2013. – № 1 (99). – С. 13–14.
1. Karimova L. Z. *Osobennosti formirovaniya urozhaya yarovogo yachmenya i razvitiya gel'mintosporiozov na razlichnykh sortakh yarovogo yachmenya* [Vestn. Kazan. gos. agrar. un-ta], no. 1 (23) (2012): 129–132.
 2. Cheverdina G. V. *Plastichnost' i stabil'nost' sortoobraztsov ozimoy rzhi belorusskoy seleksii v usloviyakh yugo-vostoka Tsentral'nogo Chernozem'ya* [Zern. khoz-vo Rossii], no. 6 (12) (2010): 29–32.
 3. Gomasko S. K., Kapinos A. I., Stadnik A. T., Stepanenko O. Ya. *Effektivnost' sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh lesostepi Novosibirskogo Priob'ya* [Vestn. NGAU], no. 2 (35) (2015): 25–31.

4. Eroshenko L.M. *Selektsiya yarovogo yachmenya v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya Rossii* [Agrar. vestn. Yugo-Vostoka], no. 3 (2009): 41–44.
5. Ershova L.A., Golova T.G. *Selektsionnaya rabota s yarovym yachmenem v Kamennoy Stepi* [Vestn. Voronezh. gos. agrar. un-ta], no. 2 (37) (2013): 44–47.
6. Toropova E. Yu., Kazakova O.A., Orlova E.A., Arkhiptsev D.V. *Priemy povysheniya kachestva semyan yachmenya v lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Vestn. NGAU], no. 4 (25) (2012): 26–31.
7. Kononenko L.A. *Otsenka urozhaynosti i ekologicheskoy plastichnosti sortov yarovogo yachmenya, vozdeleyvaemogo v usloviyakh Belgorodskoy oblasti* [Izv. Orenburg. gos. agrar. un-ta], no. 9–1, T. 1 (2006): 53–55.
8. Maksimov R.A. *Adaptivnaya sposobnost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yachmenya v usloviyakh yugo-zapada Sverdlovskoy oblasti* [Dostizheniya nauki i tekhniki], no. 6 (2011): 20–21.
9. Konovalov Yu. B., Dolgodvorova L. I., Stepanova L. V. *Chastnaya selektsiya polevykh kul'tur*. Moscow: Agropromizdat, 1990. 543 p.
10. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, no. 6 (1966): 36–40.
11. Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. *Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz* [Metod. rekomendatsii]. Novosibirsk, 1984. 24 p.
12. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy*. Moscow: Kolos, 1979. 416 p.
13. Khangil'din V.V. *O printsipakh modelirovaniya sortov intensivnogo tipa* [Genetika kolichestvennykh priznakov sel'skokhozyaystvennykh rasteniy]. Moscow: Nauka, 1978. 278 p.
14. Khangil'din V.V., Shayakhmetov I. F., Mardamshin A. G. *Gomeostaz komponentov urozhaya zerna i predposylki k sozdaniyu modeli sorta yarovoy pshenitsy* [Geneticheskiy analiz kolichestvennykh priznakov rasteniy]. Ufa, 1979. pp. 5–39.
15. Kurkova I.V., Rukosuev R.V. *Otsenka parametrov stabil'nosti sortov yarovogo yachmenya dal'nevostochnoy selektsii* [Vestn. AGAU], no. 1 (99) (2013): 13–14.

**PARAMETERS OF ENVIRONMENTAL PLASTICITY
OF CULTIVARS AND VARIETIES OF AMUR SPRING BARLEY**

Kurkova I.V., Kuznetsova A.S., Terekhin M.V.

Key words: cultivar, variety, crop yield, environmental plasticity, regression co-efficient, stability variance

Abstract. The article is concerned with increasing of crop yield and explores that production quality is influenced by the variety adjusted to local conditions. This variety is most productive for plant production and important in agricultural production. New cultivar should be highly productive, highly adaptive and environmentally plastic (to form steady crop yield in different conditions). The article explores estimation of cultivars and varieties of Amur spring barley on environmental plasticity and stability. The researchers estimated environmental plasticity and stability for 3 years (2012–2014), which differed in vegetation conditions. The authors apply regression co-efficient (b), which characterize cultivars response to agricultural changes and stability variance (s^2_{dv}), which shows cultivar response to environmental changes and its stability. New Amur variety included into the State List of Selection Inventions is not stable, which is proved by estimation in 2008–2011. Earlier it was not stable but responded well to the changes; now it is not stable but more productive in favorable conditions. The authors make the idea that varieties, which belong to the group of well-responding to the changes and stable ones are the most significant varieties. The researchers define Mishka variety as a stable and well-responding.