

УДК 631.527 : 633.16

## ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

© 2018 Е.В. Столпивская, Л.А. Кукушкина, Ю.Н. Землянкина, В.В. Вуколов

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства  
им. П.Н. Константинова, г. Кинель, Самарская область

Статья поступила в редакцию 15.11.2018

В статье представлены результаты оценки сортов (генотипов), изучавшихся в конкурсном сортоиспытании ярового ячменя в ФГБНУ «Поволжский НИИСС» в 2014- 2018 гг., по трем методикам расчета экологической пластичности сельскохозяйственных культур. Выявлены высокопродуктивные генотипы нейтральные и отзывчивые на улучшение условий среды. С использованием параметров пластичности выявлена специфика реализации потенциала продуктивности изученных генотипов, подтверждена возможность и целесообразность использования методик оценки экологической пластичности на заключительных этапах селекционного процесса.

*Ключевые слова:* селекция, яровой ячмень, адаптивность, продуктивность, экологическая пластичность.

DOI: 10.24411/1990-5378-2018-00156

### ВВЕДЕНИЕ

Яровой ячмень, имея широкий ареал выращивания, характеризуется широким размахом величины урожайности. Проблема повышения уровня урожайности ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья является актуальной и связана с проблемой стабилизации урожайности. Современные требования сельскохозяйственного производства Среднего Поволжья диктуют необходимость создания высокопродуктивных и пластичных сортов.

В связи с этим оценка селекционного материала по критериям пластичности очень актуальна. Селекционерами были предложены ряд методик, позволяющих оценить адаптивность, пластичность, стабильность генотипов [1–7].

Наши исследования преследовали цель изучить методики оценки экологической пластичности и целесообразность их применения на заключительных этапах селекционного процесса.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В изучении находился селекционный материал, представленный 15 сортами и селекционными линиями ярового ячменя, изучавшимися *Столпивская Евгения Валерьевна, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернофуражных культур. E-mail: stolpivskaya@mail.ru*

*Кукушкина Лилия Андреевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернофуражных культур. E-mail: gni\_pniiss@mail.ru*

*Землянкина Юлия Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернофуражных культур.*

*Вуколов Василий Викторович, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернофуражных культур.*

в конкурсном сортоиспытании в 2014 – 2018 гг. Стандартом являлся сорт, принятый за стандарт в государственном сортоиспытании по Самарской области, Беркут. Посев проводился по пару и непаровому предшественнику, традиционно для ячменя. Норма высева 4,5 млн. всхожих зерен на 1 га, площадь делянки – 30 м<sup>2</sup>, повторность опыта 4-кратная. Посев проводился селекционной сеялкой СНЦ-10, уборка – селекционным комбайном Сампо-130. Закладка полевых опытов проводилась с использованием методики Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8], методики полевого опыта [9].

Параметры экологической пластичности рассчитывались согласно методикам С.А. Эберхарта и В.А. Рассела [6], С.П. Мартынова [4], Л.А. Животкова [2]. При расчете адаптивности по методике Л.А. Животкова за «благоприятные условия» были приняты условия 2014 г. по предшественнику яровая пшеница, «жесткие условия» – 2018 г. по предшественнику яровая пшеница.

Полевые исследования выполнялись в 2014 – 2018 гг. на полях селекционного севооборота ФГБНУ «Поволжский НИИСС», расположенных в центральной части Самарской области (г. Кинель, Самарская обл.).

По величине гидротермического потенциала (по Г.Т. Селянинову) годы исследований кратко можно охарактеризовать как умеренно-засушливые: 2014, 2015, 2016, 2018 гг. – гидротермический коэффициент за период вегетации ярового ячменя находился в интервале от 0,39 до 0,58; 2017 год характеризуется по величине гидротермического потенциала как влажный (ГТК= 0,82). Вегетационные периоды лет исследований характеризовались, преимущественно, жаркой погодой. Первая половина вегетацион-

ного периода 2015 года сопровождалась температурами воздуха выше среднеемноголетних значений и аналогичная ситуация наблюдалась во вторую половину вегетации в 2018 году. Следует отметить 2017 год, как отличный от других по объему и распределению осадков – за первую половину вегетации выпало 200 мм осадков, что превышает среднеемноголетнее количество осадков за этот период более чем в 2,5 раза.

В целом, за весь период исследований, можно сказать, что вегетация ярового ячменя в 2014 – 2018 гг. проходила, преимущественно, в засушливых условиях. Периоды засухи наблюдались каждый год в различные фазы развития ячменя: и в начальные периоды (2014, 2015, 2016, 2018 гг.), и в период налива зерна (2017, 2018 гг.). Наиболее благоприятным по климатическим условиям для роста и развития ярового ячменя был вегетационный период 2017 года.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность является интегральным показателем адаптивности генотипа. Высокая продуктивность – основная цель или одна из основных целей, к которым стремится селекционер.

Средняя урожайность изучаемых сортов за период 2014 – 2018 гг. составила 22,10 ц/га и находилась в интервале от 8,69 ц/га (2018 г.) до 28,94 ц/га (2014 г.). Средняя урожайность изучаемых сортов за период исследования находилась на уровне стандарта Беркут, сорт Батик превысил стандартный сорт по величине урожайности (27,1 ц/га) и характеризовался наи-

меньшим значением коэффициента вариации (26,9%) (табл. 1).

Изменчивость урожайности по годам внутри сорта выражалась величинами коэффициента вариации на уровне 30%. Проведенный дисперсионный анализ подтвердил влияние на изменчивость урожайности и фактора «генотип» ( $F_{\text{факт.}} = 7,03$ ;  $F_{05} = 1,72$ ), и фактора «среда» ( $F_{\text{факт.}} = 339,22$ ;  $F_{05} = 2,04$ ), и взаимодействия этих факторов ( $F_{\text{факт.}} = 2,56$ ;  $F_{05} = 1,29$ ). Доля влияния фактора «генотип» в изменчивость урожайности составляла 2,01%, фактора «среда» – 96,97%, взаимодействие этих факторов – 0,73%. Таким образом, при создании сортов для условий Среднего Поволжья необходимо оценивать материал по мере реакции на изменение условий среды, и учитывать характер реакции сорта на изменение условий среды при разработке сортовых технологий.

Было проведено определение параметров экологической пластичности по методикам оценки адаптивности и стабильности.

Определяемый по методике С.А.Эберхарта, В.А.Рассела коэффициент регрессии ( $b_i$ ) показывает реакцию изучаемого генотипа на изменение условий среды. Значение коэффициента выше 1,00 говорит о высокой отзывчивости генотипа на изменение условий среды. Иначе, при повышении агрофона, большую прибавку урожайности показывают сорта, характеризующиеся коэффициентом регрессии выше 1,00. В наших исследованиях это сорта: Казак, Поволжский 22, Поволжский луч, Субмедикум 1830/01, Медикум 2149/17, Нутанс 2054/02, Субмедикум 2148/00 (табл. 2).

Таблица 1. Урожайность сортов ярового ячменя, ц/га

Сорт	Минимальная	Максимальная	Средняя, 2014 – 2018 гг.	Коэффициент вариации ( $C_v$ ), %
Беркут	7,90	28,05	20,17	33,2
Поволжский 65	9,81	28,43	20,75	28,3
Волгарь	8,13	28,52	19,31	32,7
Агат	9,12	28,41	20,89	29,3
Казак	7,26	32,96	22,02	36,4
Батик	9,54	29,19	24,02	27,1
Поволжский 16	10,08	29,85	22,34	26,9
Поволжский 22	7,69	30,35	23,19	31,2
Поволжский луч	10,27	35,48	23,03	32,0
Субмедикум 1830/01	7,25	35,32	22,31	37,7
Нутанс 2054/02	9,62	31,69	23,47	30,1
Субмедикум 2148/00	7,83	30,90	22,28	31,5
Субмедикум 2149/01	9,25	28,87	22,63	28,9
Субмедикум 2149/02	9,20	29,42	22,43	29,4
Медикум 2149/17	7,47	30,16	22,72	31,1
Среднее по сортам	8,69	28,94	22,10	–
НСР <sub>05</sub>	–	–	3,83	–

Таблица 2. Параметры экологической пластичности изучаемых сортов

Сорт	Методика С.А. Эберхарта, В.А. Рассела		Методика С.П. Мартынова	Методика Л.А. Животкова	
	коэффициент регрессии (bi)	стабильность ( $\sigma^2$ )	стабильность (H)	адаптивность в благоприят- ных условиях, %	адаптивность в жестких условиях, %
Беркут	0,90	11,92	-5,0	73,1	90,9
Поволжский 65	0,88	1,76	-1,2	98,2	112,8
Волгарь	0,90	6,34	-6,3	98,5	93,5
Агат	0,89	4,27	-1,7	98,2	104,9
Казак	1,18	5,12	-2,6	113,9	83,6
Батик	0,94	5,61	5,6	100,9	109,8
Поволжский 16	0,90	1,57	3,2	91,9	116,0
Поволжский 22	1,08	2,76	-0,1	98,3	88,4
Поволжский луч	1,05	8,61	2,9	122,6	118,2
Субмедикум 1830/01	1,22	7,73	-1,8	103,9	83,4
Нутанс 2054/02	1,05	2,91	3,5	107,5	110,7
Субмедикум 2148/00	1,02	5,49	0,5	90,7	90,1
Субмедикум 2149/01	0,98	2,10	1,4	99,7	106,4
Субмедикум 2149/02	0,99	1,83	1,9	98,3	105,9
Медикум 2149/17	1,05	3,27	-0,4	104,2	85,9
Среднее по сортам	1,00	-	0,0	100,0	100,0

Стабильность (среднеквадратическое отклонение,  $\sigma^2$ ), по С.А. Эберхарту, В.А. Расселу показывает, насколько сильно фактическая урожайность сорта соответствует линейному уравнению, построенному на коэффициенте регрессии, т.е. насколько фактическая урожайность соответствует ожидаемой урожайности. Наименьшими значениями среднеквадратического отклонения характеризовались сорта: Поволжский 65, Поволжский 16, Поволжский 22, Нутанс 2054/02, Субмедикум 2149/01, Субмедикум 2149/02.

Анализируя селекционный материал по величинам коэффициента регрессии и стабильности можно выделить сорта: Поволжский 22 и Нутанс 2054/02, как наиболее соответствующие ожиданию высокой отзывчивости на улучшение условий выращивания, сорт Поволжский 65 ( $b_i = 0,88$ ;  $\sigma^2 = 1,76$ ) как сорт, характеризующийся величиной урожайности на уровне стандарта, соответствию прогнозу отклика на изменение условий среды, невысоким откликом на изменение условий среды. Иными словами, по параметрам экологической пластичности по методике С.А.Эберхарта и В.А.Рассела, Поволжский 65 – сорт экстенсивного типа, стабильный по годам по величине урожайности.

Параметр «стабильность» ( $H_i$ ), вычисляемый по методике С.П.Мартынова, дает возможность оценить генотип по выполнению условий: «реализация потенциала урожайности» и «отсутствие депрессии урожайности в неблагоприятных условиях». Иначе говоря, насколько сорт отвечает требованиям быть высокоурожайным в благоприятных условиях и не снижать уровень продуктивности в неблагоприятных условиях.

Согласно методике оценки экологической пластичности по С.П.Мартынову, сортами с высокой стабильностью следует считать сорта с величиной стабильности выше критического значения ( $H_i > LSD(H)$ ), которое в нашем случае составило  $LSD(H) = 1,59$ . Соответствующим этому условию сорта: Батик, Поволжский 16, Поволжский луч, Нутанс 2054/02, Субмедикум 2149/02.

При оценке адаптивности по Л.А. Животкову определяется степень реализации потенциала продуктивностью сорта в сравнении со среднесортной продуктивностью в благоприятных условиях и в неблагоприятных условиях.

Анализируя результаты оценки сортов конкурсного сортоиспытания по методике Л.А. Животкова, мы выделили группу сортов, которая имеет преимущество перед другими сортами по

реализации потенциала продуктивности в жестких условиях: Поволжский 65, Агат, Поволжский 16, Субмедикум 2149/01, Субмедикум 2149/02; группу сортов, требующих для реализации потенциала продуктивности создания благоприятных условий для выращивания: Казак, Субмедикум 1830/01, Субмедикум 2149/17. Батик, Поволжский луч, Нутанс 2054/02 характеризовались высокими показателями адаптивности по Л.А. Животкову и в жестких условиях, и в благоприятных условиях.

В целом, можно сказать, что все представленные сорта характеризуются высокими значениями того или иного параметра экологической пластичности. Объект исследований – селекционный материал, представленный в конкурсном сортоиспытании – это материал многократно отобранный, и высокие значения параметров экологической пластичности только подтверждают эффективность селекционной работы. Сорта, характеризующиеся высокими значениями средней урожайности, имеют также величину коэффициента регрессии на уровне или выше 1,00; высокую величину стабильности, определяемую по методике С.П. Мартынова и высокие значения адаптивности, определяемой по методике Л.А. Животкова в благоприятных и в стрессовых условиях выращивания. Параметры экологической пластичности сорта Поволжский 65: свидетельствуют о хорошей устойчивости сорта к изменению условий среды, характеризуют его как сорт со стабильной урожайностью. Сорт Поволжский 22, напротив, требует повышения уровня агрофона при возделывании. Параметры экологической пластичности находящихся в изучении селекционных линий Субмедикум 1830/01 и Медикум 2149/01, сорта Поволжский 22 диктуют необходимость повышения агрофона при изучении селекционного материала.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование методик определения экологической пластичности сельскохозяйственных

растений, применяемые на заключительных этапах селекционного процесса, помогают оценить стабильность и пластичность создаваемого селекционного материала, определиться с выбором агроприемов при разработке сортовой агротехники.

Селекционный материал ярового ячменя последних лет представлен в основном адаптивными стрессоустойчивыми генотипами с высокой отзывчивостью на улучшение условий среды.

Дальнейшая селекционная работа по яровому ячменю, направленная на повышение продуктивности, требует создания условий, способствующих полной реализации потенциала продуктивности создаваемого селекционного материала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод оценки гомеоадаптивности в системе экологической селекции яровой мягкой пшеницы: Методические рекомендации / В.В. Сюков, В.Г. Захаров, В.Г. Кривобочек, В.И. Никонов, Н.З. Василова, В.А. Ганеев. Самара: СамНИЦ РАН, 2008. 18 с.
2. Животков Л.А., Морозова Л.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. №2. С. 3-6.
3. Кильчевский А.В. Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372с.
4. Мартынов С.П. Оценка экологической пластичности сортов с.-х. культур // С.-х. биология. 1989. №3. С. 124-128.
5. Соболев Н.А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. Киев, 1980. С. 100-106.
6. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. 1966. Vol. 6. №1. P. 36-42.
7. Tai G.C.C. Genotypic stability analysis and application to Potato Regional Trials // Crop Sci., 1971. Vol. 11. №2. P. 184-190.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (общая часть) [под ред. М.А. Федина]. Москва, 1985. 270 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1973. 336 с.

### ASSESSMENT OF BREEDING MATERIAL OF SPRING BARLEY BY PARAMETERS OF ECOLOGICAL PLASTICITY

© 2018 E.V. Stolpivskaya, L.A. Kukushkina, Yu.N. Zemlyankina, V.V. Vukolov

Volga Region Research Institute of Selection and Seed Farming  
named after P.N. Konstantinov, Kinel, Ust-Kinelsky

The article presents the results of the assessment of varieties (genotypes) studied in the competitive varietal testing of spring barley at the FPBSI Volga RISS in 2014 –2018, according to three methods for calculating the ecological plasticity of agricultural crops. Revealed highly productive genotypes neutral and responsive to the improvement of environmental conditions. Using the parameters of plasticity, the specificity of the realization of the productivity potential of the studied genotypes was identified, and the possibility and expediency of using methods for assessing environmental plasticity at the final stages of the selection process were confirmed. *Keywords:* breeding, spring barley, adaptivity, productivity, ecological plasticity.

DOI: 10.24411/1990-5378-2018-00156

Evgeniya Stolpivskaya, Researcher of the Laboratory "Breeding and Seed Production of Forage Crops".  
E-mail: stolpivskaya@mail.ru  
Liliya Kukushkina, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory "Breeding and Seed Production of Forage Crops". E-mail: gnu\_pniiss@mail.ru

Yuliya Zemlyankina, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory "Breeding and Seed Production of Forage Crops"  
Vasily Vukolov, Junior Researcher of the Laboratory "Breeding and Seed Production of Forage Crops"