

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ ЗЕРНА

А. В. БАГАН, Ю. М. БАРАТ

Полтавская государственная аграрная академия,  
г. Полтава, Украина, 36003, e-mail: allabagan@ukr.net

(Поступила в редакцию 27.05.2019)

Для определения экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур существует целый ряд методик, которые основаны на анализе изменчивости признака по контрастным годам по условиям проведения. Стабильность и пластичность исследуемых признаков сортов обусловлены способностью генетических механизмов растений свести к минимуму последствия негативного влияния окружающей среды, то есть противостоять им. Пластичность является мерой и направлением реакции генотипа на варьирование условий среды. Стабильность – это стойкость реакции генотипа на изменение условий окружающей среды. В условиях Полтавской области (лесостепной зоны Украины) на протяжении 2016–2018 гг. проведены исследования по изучению уровня экологической пластичности и стабильности количественных признаков сортов ячменя ярового, а именно: урожайности, массы 1000 зерен и содержания белка в зерне. Среди сортового состава изучали 12 сортов ячменя ярового разного происхождения: Водограй, Аватар, Галактик, Маяк, Гетьман, Гладис, Козак, Феникс, Юлиан, Корона, Святогор, Патриций. Стандартом в данных исследованиях был сорт Водограй. Установлен уровень генотипического эффекта и определен коэффициент регрессии у сортов ячменя ярового по исследуемым признакам. Данные сорта по показателям пластичности и стабильности урожайности, массы 1000 зерен и содержания белка в зерне разделены по группам. Отмечены сорта ячменя ярового первой группы с суммой рангов 2, которые характеризуются высоким уровнем генотипического эффекта и стабильностью по исследованным показателям. Выделенные сорта ячменя ярового имеют хорошую адаптивность и являются ценными для выращивания в условиях центральной Лесостепи Украины.

**Ключевые слова:** ячмень яровой, экологическая пластичность, урожайность, масса 1000 зерен, содержание белка.

To determine the environmental plasticity of crop varieties, there are a number of methods that are based on the analysis of variability of the trait in contrasting years. The stability and plasticity of the studied characteristics of varieties are due to the ability of genetic mechanisms of plants to minimize the effects of negative environmental influences, that is, to resist them. Plasticity is a measure and direction of the reaction of a genotype to varying environmental conditions. Stability is the persistence of genotype reaction to changes in environmental conditions. In the conditions of the Poltava region (forest-steppe zone of Ukraine) during 2016–2018, we studied the level of ecological plasticity and stability of quantitative characteristics of spring barley varieties, namely: productivity, weight of 1000 grains and protein content in grain. Among the varietal composition, 12 varieties of spring barley of different origin were studied: Vodograi, Avatar, Galaktik, Maiak, Getman, Gladis, Kozak, Feniks, Iulian, Korona, Sviatogor, Patritysii. The standard in these studies was the Vodograi variety. We have determined the level of genotypic effect and the regression coefficient for spring barley varieties according to the studied characteristics. These varieties are divided into groups according to the indicators of plasticity and stability of productivity, weight of 1000 grains and protein content in grain. We have selected varieties of spring barley of the first group with a total of 2 ranks, which are characterized by a high level of genotypic effect and stability according to the studied parameters. The selected varieties of spring barley have good adaptability and are valuable for growing in the central forest-steppe of Ukraine.

**Key words:** spring barley, ecological plasticity, productivity, weight of 1000 grains, protein content.

### Введение

В последнее время значительное внимание уделяется созданию сортов сельскохозяйственных культур со стабильной урожайностью. Сорт со средней, но стабильной, по годам урожайностью является более ценным, чем сорт с потенциально большой, но изменчивой урожайностью по годам и условиям выращивания.

Разработка и исполнение селекционной программы по принципам адаптивной селекции дает возможность создавать сорта для конкретного региона, включая вариабельность факторов среды и действие лимитирующих факторов [3].

Показатели реакции генотипов на изменение условий среды определяют свойства сорта – его пластичность и стабильность во время реализации уровня развития данных признаков. Основным заданием селекции зерновых культур является повышение адаптивного потенциала у сортов при условии сохранения достигнутого уровня урожайного потенциала [4, 6, 10].

Если взять вместо экологической пластичности сорта степень его реакции на изменение условий, то высокопластичным считается сорт, который увеличивает данный признак с улучшением условий, но также быстро и снижает его при ухудшении условий. Часто высокопластичные сорта являются пригодными для выращивания при благоприятных условиях при высокой культуре земледелия. Низкопластичные сорта меньше реагируют на изменение среды и более пригодны для выращивания в жестких условиях, где они не снижают уровень урожайности [7, 11].

Экологическая пластичность определяется коэффициентом регрессии. Высокопластичные сорта имеют крутую линию регрессии, а низкопластичные – почти параллельную оси абсцисс.

Коэффициент регрессии урожайности сорта по индексам среды называют коэффициентом экологической пластичности, а дисперсию относительно регрессии – коэффициентом стабильности [3].

При использовании регрессионных моделей для оценки реакции сорта на изменение факторов внешней среды коэффициент регрессии ( $b_i$ ) выступает как показатель пластичности сорта. Сравнивая показатели пластичности сортов, генотипы с коэффициентом  $b_i > 1$  относят к высокопластичным (относительно средней групповой); при  $1 < b_i = 0$  – к относительно низкопластичным сортам. Если же показатель пластичности сорта существенно не отличается от единицы, то сорт по реакции на изменение условий среды не отличается от средней групповой [11].

Таким образом, для правильного использования сортов сельскохозяйственных культур в разных регионах выращивания важно определить потенциал адаптивности, который оценивают с помощью параметров экологической пластичности и стабильности. Данные параметры характеризуют уровень адаптации сорта к условиям внешней среды, показывают преимущества и недостатки исследуемого сорта, его поведение в разных условиях выращивания.

### Основная часть

На данный момент одним из основных заданий селекции является повышение адаптивного потенциала выращиваемых растений. Определение уровня реакции растений на изменчивые факторы среды с целью отбора более ценного материала, который обеспечивает стабильное проявление исследуемого признака, – основное задание научно-исследовательских учреждений. Экологическая пластичность – это способность сорта эффективно использовать благоприятные факторы внешней среды; экологическая стабильность – способность сорта противостоять стрессовым факторам [5, 8].

Целью наших исследований было определение уровня экологической пластичности и стабильности по урожайности и показателям качества зерна сортов ячменя ярового в условиях центральной Лесостепи Украины.

Материалом исследований были 12 сортов ячменя ярового разного географического происхождения: Водограй, Аватар, Галактик, Маяк, Гетьман, Гладис, Козак, Феникс, Юлиан, Корона, Святогор, Патриций. Сорта изучали на протяжении 2016–2018 гг. по уровню урожайности и показателям качества зерна (массы 1000 зерен и содержания белка в зерне) в соответствии с Методикой государственного испытания сельскохозяйственных культур [9] в условиях Полтавской области с рендомизированным размещением участков в четырехкратной повторности. Предшественником был горох. Стандартом выступал сорт Водограй. Показатели стабильности и пластичности определяли по методике Eberhart S. F., Russel W. A. [1] и методическим рекомендациям Б. П. Гурьева, П. П. Литуна [2].

Главным параметром в селекции полевых культур, а также в сельскохозяйственном производстве, является урожайность культуры. Исследуемый показатель у сортов ячменя ярового по средним данным 2016–2018 гг. варьировал в пределах 2,88–4,15 т/га. Сорт-стандарт характеризовался наименьшим значением данного признака (2,88 т/га).

По показателям пластичности и стабильности урожайности сорта ячменя ярового условно разделены на три группы (табл. 1).

Таблица 1. Экологическая пластичность сортов ячменя ярового по урожайности, среднее 2016–2018 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Генотипический эффект ( $E_i$ )	Ранг	Коэффициент регрессии ( $b_i$ )	Ранг	Сумма рангов
Водограй (St)	2,88	-0,70	3	0,99	1	4
Аватар	3,05	-0,53	3	1,69	2	5
Галактик	3,33	-0,25	2	2,72	3	5
Маяк	3,71	0,13	2	4,35	3	5
Гетьман	4,15	0,57	1	0,60	1	2
Гладис	3,95	0,37	2	1,09	2	4
Козак	2,97	-0,61	3	1,78	2	5
Феникс	3,14	-0,44	3	2,81	3	6
Юлиан	3,69	0,11	2	8,09	3	5
Корона	3,99	0,41	2	1,99	2	4
Святогор	4,13	0,55	1	0,94	1	2
Патриций	3,97	0,39	2	1,57	2	4
<i>Среднее</i>	3,58					

К первой группе с суммой рангов 2 относятся сорта Гетьман и Святогор с наибольшим показателем урожайности (4,15 и 4,13 т/га соответственно), которые характеризуются низкой пластичностью

и высокой стабильностью, а также имеют относительно высокое проявление генотипического эффекта данного показателя. Ко второй группе (сумма рангов 4) относятся сорта Водограй, Гладис, Корона и Патриций, которые имеют среднее проявление генотипического эффекта. К третьей группе (сумма рангов 5–6) отнесены остальные сорта ячменя ярового, которые характеризуются низким проявлением генотипического эффекта.

Важным показателем качества продукции ячменя ярового является масса 1000 зерен, которая характеризуется крупностью и выравненностью зерна. Исследуемый показатель в среднем по сортам был относительно высоким и находился в пределах 46,06–53,19 г. У стандарта Водограй масса 1000 зерен составляла 48,76 г.

По показателю массы 1000 зерен в соответствии с рангом пластичности и стабильности сорта ячменя ярового также разделены на группы (табл. 2).

Таблица 2. Экологическая пластичность сортов ячменя ярового по массе 1000 зерен, среднее 2016–2018 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Генотипический эффект (Ei)	Ранг	Коэффициент регрессии (bi)	Ранг	Сумма рангов
Водограй (St)	48,76	-1,04	3	0,69	2	5
Аватар	49,90	0,10	2	1,54	3	5
Галактик	51,36	1,56	1	0,15	1	2
Маяк	53,19	3,39	1	0,05	1	2
Гетьман	52,33	2,53	1	0,06	1	2
Гладис	51,53	1,73	1	0,28	1	2
Козак	46,06	-3,74	3	0,10	1	4
Феникс	47,53	-2,27	3	0,34	1	4
Юлиан	49,40	-0,40	2	1,04	3	5
Корона	50,11	0,31	2	1,14	3	5
Святогор	49,41	-0,39	2	0,72	2	4
Патриций	48,24	-1,56	3	0,32	1	4
<i>Среднее</i>	<i>49,82</i>					

Первая группа (сумма рангов 2) включает сорта ячменя ярового Галактик, Маяк, Гетьман и Гладис, которые по данному показателю (более 51 г) характеризуются высоким проявлением генотипического эффекта (низкой пластичностью и высокой стабильностью). Ко второй группе относятся сорта Козак, Феникс, Святогор и Патриций с суммой рангов 4, которые имеют среднее проявление генотипического эффекта. Третья группа (сумма рангов 5) включает остальные сорта ячменя ярового, которые характеризуются низким проявлением генотипического эффекта. Также важным показателем качества зерна ячменя ярового является содержание белка, которое по средним данным на протяжении 2016–2018 гг. варьировало в пределах 9,7–12,7 %. У сорта-стандарта исследуемый показатель составлял 9,9 %. К первой группе (сумма рангов 2) относятся сорта ячменя ярового Гладис и Патриций, которые по показателю содержания белка в зерне (более 12 %) характеризуются высоким проявлением генотипического эффекта (табл. 3).

Таблица 3. Экологическая пластичность сортов ячменя ярового по содержанию белка, среднее 2016–2018 гг.

Сорт	Содержание белка, %	Генотипический эффект (Ei)	Ранг	Коэффициент регрессии (bi)	Ранг	Сумма рангов
Водограй (St)	9,9	-0,87	3	0,82	1	4
Аватар	9,9	-0,93	3	1,34	2	5
Галактик	10,2	-0,60	3	2,04	3	6
Маяк	10,9	0,05	2	2,64	3	5
Гетьман	11,8	0,96	1	1,07	2	3
Гладис	12,7	1,90	1	0,62	1	2
Козак	9,9	-0,88	3	0,74	1	4
Феникс	9,7	-1,15	3	1,26	2	5
Юлиан	9,9	-0,93	3	1,50	2	5
Корона	10,8	0,00	2	12,29	3	5
Святогор	11,9	1,06	1	1,01	2	3
Патриций	12,5	1,65	1	0,65	1	2
<i>Среднее</i>	<i>10,8</i>					

Ко второй группе относятся сорта Гетьман и Святогор (сумма рангов 3), которые имеют низкую пластичность и средний уровень стабильности. Кроме того, к этой группе относятся также сорта ячменя ярового Водограй и Козак (сумма рангов 4), которые характеризуются средним проявлением генотипического эффекта. Третья группа (сумма рангов 5–6) включает остальные сорта ячменя ярового с низким проявлением генотипического эффекта.

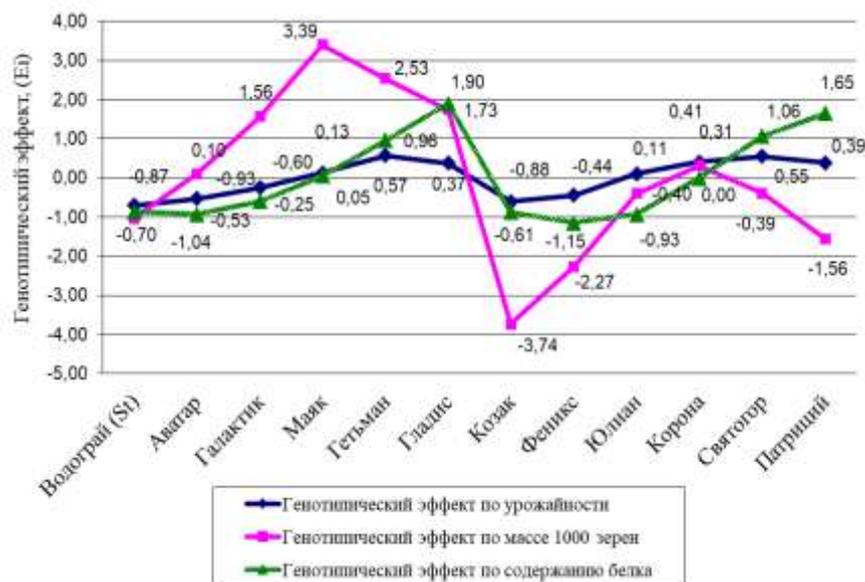


Рис. Генотипический эффект сортов ячменя ярового

На рисунке распределены сорта ячменя ярового по уровню проявления генотипического эффекта по признакам урожайности, массы 1000 зерен и содержания белка в зерне.

### Заключение

1. Наиболее ценными по исследуемым показателям являются сорта ячменя ярового, которые относятся к первой группе и характеризуются высоким генетическим потенциалом.

2. По признаку урожайности выделены высокоадаптированные сорта ячменя ярового со стабильным проявлением данного показателя – Гетьман и Святогор. Эти сорта имеют наибольший уровень исследуемого показателя (4,15 и 4,13 т/га соответственно) и способны обеспечивать высокую и стабильную урожайность в данном регионе.

3. По степени экологической пластичности показателей качества зерна наилучшую совместимость стабильности с высоким проявлением генотипического эффекта данных признаков обеспечили следующие сорта ячменя ярового: Галактик, Маяк, Гетьман и Гладис – по массе 1000 зерен (более 51 г); Гладис и Патріцій – по содержанию белка в зерне (более 12 %).

Вследствие стабильной реализации генетического потенциала данные сорта имеют ценность по показателям качества зерна.

4. Выделенные сорта ячменя ярового характеризуются хорошей адаптивностью и рекомендуются для выращивания в зоне центральной Лесостепи Украины по исследуемым признакам.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Sci. – 1966. – V. 6, №1. – P. 34–40.
2. Гурьев, Б. П. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию кукурузы / Б. П. Гурьев, П. П. Литун, И. А. Гурьева. – Х.: УНИИРСИГ, 1981. – 31 с.
3. Звягін, А. Ф. Оцінка екологічної пластичності сортів озимої пшениці за потенціалом продуктивності в умовах східного Лісостепу України / А. Ф. Звягін // Селекція і насінництво. – Вип. 91. – 2005. – С. 28–34.
4. Корчинский, А. А. Селекционно-генетические принципы моделирования сортов пшеницы и ячменя на адаптивность к агроэкологическим условиям выращивания и технологиям возделывания / А. А. Корчинский, А. А. Линчевский, А. П. Орлюк // Наукові розробки і реалізація потенціалу сільськогосподарських культур. – К.: Аграрна думка, 1999. – С. 148–154.
5. Литун, П. П. Взаимодействие генотип–среда в генетических и селекционных исследованиях и способы ее изучения. Проблемы отбора селекционного материала / П. П. Литун. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 63–92.
6. Литун, П. П. Генетика макропризнаков и селекционно-ориентированные генетические анализы в селекции растений: учеб. пособие / П. П. Литун, В. П. Коломацкая, А. А. Белкин, А. А. Садовой. – Х.: ИР им. В. Я. Юрьева, 2004. – 134 с.
7. Мазур, О. В. Генотипні відмінності сортозразків квасолі звичайної за зерновою продуктивністю, адаптивністю та їх успадкуванням / О. В. Мазур // Селекція, насінництво, насіннезнавство та сортознавство. – 2017. – № 7. – Том 1. – С. 85–92.
8. Марухняк, А. Я. Адаптивність і стабільність сортозразків вівса за показниками якості зерна / А. Я. Марухняк, А. О. Дацько, Г. І Марухняк // Селекція і насінництво. – 2010. – Вип. 98. – С. 106–115.
9. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. – К., 2000. – С. 5–86.
10. Моргун, В. В. Зимо- и морозостойкость современных сортов озимой пшеницы / В. В. Моргун, В. Ф. Логвиненко, Л. И. Улич // Физиология и биохимия культурных растений. – 2000. – Т. 32. – №4 (186). – С. 255–260.
11. Чекалин, Н. М. Некоторые вопросы развития учения об исходном материале / Н. М. Чекалин // Сб. тр. ВНИИ ЗБК «Селекция и технология возделывания зернобобовых и крупяных культур». – Орел. – 1994. – С. 32–38.