

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В МЕЖСТАНЦИОННОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

Е. Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А. А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства озимого ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Р. Н. Брагин, агроном, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Яровой ячмень имеет большое значение как ценная зернофуражная культура, его зерно также используется для производства различных видов круп, которые по своим пищевым достоинствам не уступают рисовой и гречневой. В настоящее время селекция ярового ячменя направлена на выведение адаптивных сортов, способных формировать стабильную урожайность даже в условиях усиления засушливости климата. Для изучения данного вопроса проводили оценку экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя в условиях южной зоны Ростовской области. Исследования проводили в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2018 гг. В изучении находилось 10 сортов ярового ячменя различного географического происхождения, в том числе: РФ – 6, Украина – 2 и Германия – 2, высеванных в двукратной повторности. Учетная площадь делянки – 10 м². В качестве стандарта использовали сорт Ратник. В исследовании применяли методику S. A. Eberchart, W. A. Russel (1966) в редакции В. А. Зыкина (2005). По результатам анализа выявлены отзывчивые сорта – Приазовский 9, Грис, Грейс и стабильные – Ратник, Щедрый, Новик, Вакула, Одесский 22. Сорта Грис, Грейс, Thessa показали наиболее высокие результаты среди изученных сортов. Их линии регрессии значительно превысили линию средней и сформировали наивысшую среднюю урожайность по отношению к другим сортам. Наибольшее влияние на формирование урожайности оказал фактор «год» – 94,9%. Полученные данные объясняются тем, что за годы исследований (2016–2018) на урожайность ярового ячменя значительное влияние оказали условия внешней среды.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, сорт, экологическая пластичность, стабильность.



THE ANALYSIS OF ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF THE SPRING BARLEY VARIETIES IN THE STATION TESTING

E. G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A. A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head laboratory of breeding and seed production of winter barley, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

R. N. Bragin, agronomist, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

Currently spring barley breeding is aimed at breeding of adaptive varieties capable to produce stable yields even in the conditions of increasing climate aridity. To study this issue, there has been carried out an estimation of environmental plasticity and stability of spring barley varieties in the southern part of the Rostov region. The study was conducted in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2016–2018. There were studied 10 spring barley varieties of various geographical origin, including the 6 Russian, 2 Ukrainian and 2 German, sown in three replications. The area of the plot was 10 m², the variety "Ratnik" was given as a standard variety. There was used the method of S. A. Eberchart, W. A. Russel (1966), amended by V. A. Zykina (2005). According to the results, there were identified such responsive varieties as "Priazovsky 9", "Gris", "Grays" and such stable varieties as "Ratnik", "Shchedry", "Novik", "Vakula", "Odessky 22". The varieties "Gris", "Grays" and "Thessa" showed the best results among the studied varieties. Their regression lines exceeded the line of average productivity and formed the largest average productivity in respect to other varieties. The "year" factor had the greatest effect on the yield (94.9%). The obtained data can be explained by the environmental conditions that significantly influenced on spring barley productivity over the years of research (2016–2018).

Keywords: spring barley, productivity, variety, ecological plasticity, stability.

Введение. Южный федеральный округ – один из ключевых зернопроизводящих регионов РФ. Наибольшие площади посева зернофуражных культур здесь отводятся под яровой ячмень, доля производства которого составляет 12–15% от общероссийского (Донцова и др., 2016).

Кроме зернофуражного направления стоит также отметить использование ячменя в пищевой и пивоваренной промышленности. Зерно ячменя применяется в качестве сырья для производства пива, выработки

круп, суррогатов кофе, применяется в фармацевтической промышленности. Пивоваренные сорта ячменя богаты активными ферментами – амилазой, пероксидазой, протеазой и др. В составе зерна ячменя находятся необходимые для здоровья человека водорастворимые витамины группы В, жирорастворимые витамины А, D, Е, а также разнообразие полезных макро- и микроэлементов (марганец, селен, кремний, фосфор, калий, кальций, бром, медь, магний, сера, цинк, кобальт, хром, фтор и др.) (Филиппов и др., 2014).

Сохранение и повышение урожайности и качественных показателей зерна являются приоритетной задачей селекции. Поэтому создание сортов ярового ячменя, которые способны наиболее продуктивно использовать технологические и природно-климатические факторы для формирования урожайности, является основной задачей на сегодняшний день (Филиппов и др., 2014).

В связи с этим цель работы заключалась в проведении оценки сортов ярового ячменя по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности к изменениям условий.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в отделе селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2018 гг. Объектом исследований послужили 10 сортов отечественной и зарубежной селекции ярового ячменя: Ратник (стандарт), Приазовский 9, Сокол, Новик, Щедрый, Леон, Грис (ФГБНУ «АНЦ «Донской») – РФ; Одесский 22, Вакула (СГИ НЦСИС) – Украина; Thessa (KWS-Lohow), Грейс (BAYWA AG) – Германия. Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – двукратная, норма высева – 500 всхожих зерен на 1 м².

Оценку и учетные наблюдения изучаемых сортов осуществляли по Методике государственного сортоиспытания с.-х. культур (1989).

Математическую обработку результатов исследований проводили согласно методике Б. А. Доспехова (1985).

В исследовании применяли методику S. A. Eberchart, W. A. Russel (1966) в редакции В. А. Зыкина (2005).

Результаты и их обсуждение. В годы проведения исследований погодные условия характеризовались значительными отклонениями от средних многолетних данных. Так, в условиях 2016 и 2017 гг. наблюдалось повышенное количество осадков в период весенней вегетации в сравнении со средними многолетними показателями, что выразилось в наибольших значениях урожайности за годы исследований. Стоит также отметить засуху весенне-летнего периода 2018 г., которая в значительной мере снизила урожайность. Такой контраст позволил более точно оценить экологическую пластичность изучаемых сортов и выделить наилучшие по этому показателю сорта ярового ячменя.

Для выявления значимости факторов в формировании урожайности проводили дисперсионный анализ, который позволил корректно провести расчет параметров экологической пластичности.

Основное влияние на формирование урожайности в годы проведения исследований (2016–2018 гг.) показал фактор «год» – 94,9%, что свидетельствует о том, что урожайность изучаемых сортов за годы исследования сильно варьировала под воздействием

условий внешней среды. Факторы «сорт» (3,4%) и их взаимодействие (1,7%) не оказали существенного влияния на урожайность за данный период времени.

По методике для вычисления пластичности изучаемых сортов рассчитывается коэффициент линейной регрессии (b_i), показывающий изменение урожайности сортов под воздействием условий выращивания. Данный показатель может отражать значения меньше и больше 1 либо быть равным 1. При значении коэффициента $b_i > 1$ сорт выделяется большей отзывчивостью на изменение условий выращивания. Такие сорта дают максимум отдачи при высоком уровне агротехники. При значении $b_i < 1$ сорт реагирует слабо на изменение условий среды по сравнению с остальными изучаемыми сортами. Используя экстенсивный фон, такие сорта дадут наибольшую отдачу с минимальными затратами на производство. Если коэффициент линейной регрессии $b_i = 1$, урожайность сорта соответствует изменению условий выращивания (Рыбась, 2016; Рыбась и др., 2018).

Более подробную информацию реакции сортов на изменяющиеся условия внешней среды показывают линии регрессии урожайности при изменении условий выращивания. Средняя по опыту ($\bar{x}$) с коэффициентом регрессии, равным 1, и с индексом условий среды 0 наглядно показывает на варьирование урожайности по отношению к ней, при этом фиксируя среднюю по опыту – 5,4 т/га (рис. 1).

Наклон линий регрессии демонстрирует полную информацию влияния изменений условий выращивания на урожайность изучаемых сортов по сравнению со средней по опыту. Сорта Новик, Вакула, Леон со средней урожайностью, уступающей средней по опыту, представлены тремя нижними линиями относительно средней по опыту. Щедрый, Грис, Thessa, Грейс сформировали урожайность выше средней по опыту, поэтому их линия регрессии находится выше. Сокол и Приазовский 9 находятся на пересечении ординаты средней по опыту, что объясняется более высоким уровнем урожайности этих сортов по сравнению со средней при благоприятных условиях среды.

Коэффициент линейной регрессии b_i позволил определить пластичность изучаемых сортов, разделив их на отзывчивые и менее отзывчивые при изменяющихся условиях выращивания. Сорта Сокол ($b_i = 1,01$) и Леон ($b_i = 1,07$) при средней урожайности за годы исследования выделились как пластичные, изменение показателей у сортов соответствует внешним условиям: при благоприятном агрофоне они высокие, при низком – снижают свои показатели урожайности. Одесский 22 ($b_i = 0,43$) и Ратник ($b_i = 0,78$) характеризуются низкой отзывчивостью на улучшение условий выращивания, но дают стабильный урожай при неблагоприятных погодных условиях.

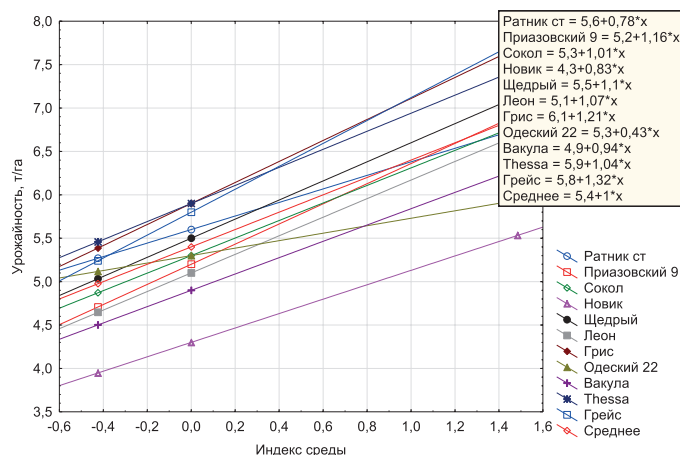


Рис. 1. Линии регрессии урожайности сортов ярового ячменя (среднее за 2016–2018 гг.)

Fig. 1. Lines of yield decrease of spring barley varieties (average in 2016–2018)

Сорта Грейс ($b_i = 1,32$) и Приазовский 9 ($b_i = 1,16$) характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания. Данные сорта могут показать высокий урожай при благоприятных условиях выращивания, однако в условиях жесткого стресса они снижают свою урожайность. Грис показал наивысшую среднюю урожайность по отношению к другим сортам (6,1 т/га). Он имеет показатель $b_i = 1,21$, что также характеризует его как сорт с высокой отзывчивостью на

улучшение условий выращивания, однако в отличие от сортов Грейс и Приазовский 9 он в условиях жесткой засухи 2018 г. показал высокую урожайность (4,6 т/га), уступив только сорту Щедрый (4,8 т/га). Также стоит отметить Щедрый и Thessa, формировавшие высокую среднюю урожайность – 5,5 и 5,9 т/га соответственно, которые относились к пластичным ($b_i = 1,10$ и $1,04$).

Показатель $\sigma^2 d$ характеризует стабильность сорта в различных условиях среды (табл. 1).

1. Урожайность и показатели экологической пластичности сортов ярового ячменя (2016–2018 гг.) 1. Productivity and indicators of ecological plasticity of spring barley varieties (2016–2018)

Сорта	Годы исследований			Средняя урожайность, т/га	Параметры адаптивности	
	2016	2017	2018		b_i	$\sigma^2 d$
Ратник, ст.	6,0	6,6	4,2	5,6	0,78	0,88
Приазовский 9	4,5	7,0	4,1	5,2	1,16	0,07
Сокол	4,6	6,9	4,4	5,3	1,01	0,12
Новик	3,6	5,6	3,7	4,3	0,83	0,21
Щедрый	4,4	7,3	4,8	5,5	1,10	0,66
Леон	4,1	6,8	4,4	5,1	1,07	0,51
Грис	6,0	7,7	4,6	6,1	1,21	0,00
Одесский 22	6,2	5,7	4,0	5,3	0,43	1,94
Вакула	3,9	6,4	4,3	4,9	0,94	0,54
KWS-Thessa	6,0	7,4	4,4	5,9	1,04	0,44
Грейс	5,4	7,8	4,3	5,8	1,32	0,03
X_{cp}	5,4					
HCP_{05}	1,71				$F_{ф>F_{т}}$	

При анализе коэффициента стабильности было выявлено, что все сорта являются стабильными: наиболее стабильным был сорт Грис ($\sigma^2 d = 0,00$), а самым нестабильным – Одесский 22 ($\sigma^2 d = 1,94$). Остальные изучаемые образцы занимали промежуточное положение ($\sigma^2 d = 0,03 - 0,88$).

Выводы. Проведенная оценка экологической пластичности позволила ранжировать сорта ярового ячменя на пластичные и отзывчивые к условиям

внешней среды. Грис, Грейс и Приазовский 9 выделились как наиболее отзывчивые на улучшение условий выращивания. Кроме этого, сорт Грис отмечен как наиболее стабильный из всех изучаемых сортов. Одесский 22 и Ратник дают стабильный урожай и рекомендуются для возделывания при неблагоприятных условиях внешней среды. Щедрый и Thessa проявили себя как пластичные с высокой средней урожайностью.

Библиографические ссылки

1. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновская Е. А. Производство ячменя в мире и России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 47–51.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
3. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: Изд-во БашГАУ, 2005. 100 с.
4. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Иванисов М. М., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54.
5. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 5. С. 617–626.
6. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга». 2014. 208 с.

References

1. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovskaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i Rossii [Barley production in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 47–51.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 336 s.
3. Zykin V. A., Belan I. A., Yusov V. S. Metodika rascheta i ocenki parametrov ehkologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rastenij [Method of calculation and estimation of parameters of ecological plasticity of agricultural plants]. Ufa: Izd-vo BashGAU, 2005. 100 s.
4. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Assessment of the parameters of adaptability of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54.
5. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Increase of adaptability in grain crop breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. № 5. S. 617–626.
6. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga". 2014. 208 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.