

## ОЦЕНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ПРОСА ПОСЕВНОГО В КОНКУРСНОМ ИСПЫТАНИИ ПО ПРИЗНАКУ «УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА»

© 2018 О.Н. Антимонова, А.К. Антимонов, Л.Ф. Сыркина, Л.А. Косых

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова, г. Кинель

Статья поступила в редакцию 15.11.2018

В статье представлены результаты оценки адаптивной способности и стабильности сортов проса посевного в питомнике конкурсного испытания за 2013-2017 годы. Лучшие условия для роста и развития генотипов складывались с положительным знаком индекса среды (в 2014 г.  $I_j = 6,63$ , 2015 г.  $I_j = 7,33$ ), худшие – с отрицательным (2013 г.  $I_j = -3,17$ , 2016 г.  $I_j = -6,77$ , 2017 г.  $I_j = 3,97$ ). Сорт-стандарт Саратовское 6 и Крестьянка обладают высокой пластичностью и стабильностью, причем, сорт Крестьянка характеризуется высокой селекционной ценностью генотипа. Сорт Россиянка отзывчив на улучшение условий среды и характеризуется стабильной урожайностью. Сорт Поволжское 80 отзывчив на изменения условий среды, со средней стабильностью. Сорта Россиянка и Поволжское 80 можно характеризовать сортами интенсивного типа – сорта Саратовское 6 и Крестьянка – интенсивные. По результатам дисперсионного анализа, существенный вклад в изменчивость признака вносил фактор «год». Создание стрессоустойчивых стабильных сортов проса посевного снизит их зависимость от погодных факторов, что повлечет за собой повышение урожая и качества продукции.

*Ключевые слова:* сорт, просо, селекция, урожайность, адаптивность, стабильность.

DOI: 10.24411/1990-5378-2018-00161

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений в экологической селекции является создание сортов проса посевного, способных обеспечить стабильно высокий урожай в любые годы в достаточно разных почвенно-климатических условиях. И чем эти условия хуже, тем должна быть выше роль генетической защищенности признаков потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, т. е. адаптивности сортов. Для создания сортов используют методы адаптивной селекции с учетом взаимодействия генотипа и среды [1].

Цель исследований – оценка адаптивной способности и стабильности сортов проса посевного в питомнике конкурсного испытания.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение сортов проводилось на базе ФГБНУ

*Антимонова Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. E-mail: antimonovaolga@list.ru*

*Антимонов Александр Константинович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. E-mail: antimovov.63@mail.ru*

*Сыркина Любовь Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. E-mail: l.syrkina.05@mail.ru*

*Косых Лариса Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. E-mail: nti.gnu\_pniiss@mail.ru*

«Поволжский НИИСС» в питомнике конкурсного сортоиспытания в 2013-2017 гг.

Посев проводился в оптимальные сроки – начало третьей декады мая согласно зональной технологии. Опыт закладывался по методике государственного сортоиспытания [2], площадь делянок – 25 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная, предшественник – яровой ячмень. Норма высева 3,5 млн.шт/га. Стандарт – районированный по Самарской области сорт проса Саратовское 6. В качестве объекта исследований нами было взято 4 сорта: Саратовское 6, Крестьянка, Россиянка, Поволжское 80.

На основании результатов сортоиспытания по данным сортам оценка адаптивного потенциала была рассчитана по вкладу фактора «год», по признаку «урожайность зерна».

Для оценки сортов по пластичности и стабильности урожайности нами использовались следующие показатели: коэффициент регрессии  $b_i$  (пластичность) и отклонение от линии регрессии  $S^2d$  (стабильность) [3], общую и специфическую адаптивную способность (ОАС и САС), относительную стабильность (Sg,%), селекционную ценность генотипов (СЦГ) рассчитывали по методу А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [4]. Математическая обработка урожайности проса в КСИ проведена методом дисперсионного анализа [5].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Агрометеорологические условия в годы исследования носили разнообразный характер, что позволило дать более объективную оцен-

ку изучаемым сортам, исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных гидро-термическим режимом (рис. 1). Графическое изображение ГТК показывает контрастные изменения значений по месяцам во все годы исследований с преобладанием засушливых погодных условий. Индексы условий среды ( $I_j$ ) принимали положительные и отрицательные значения. Лучшие условия для роста и развития генотипов складывались с положительным знаком индекса среды (в 2014 г.  $I_j = 6,63$ , 2015 г.  $I_j = 7,33$ ), худшие – с отрицательным (2013 г.  $I_j = -3,17$ , 2016 г.  $I_j = -6,77$ , 2017 г.  $I_j = 3,97$ ).

Наличие или отсутствие взаимодействия «генотип – среда» для всей совокупности изучаемых сортов устанавливали методом 2-х факторного дисперсионного анализа данных КСИ проса посевного. По критерию Фишера нами выявлены значимые эффекты среды, генотипов и их взаимодействия на показатель «урожайность зерна» (табл. 1, рис 2).

Сортовые особенности только на 2,69 % определяли проявления признака. Вклад фактора «год» в изменчивости урожайности составил 89,72%, что свидетельствует о крайней неустойчивости урожайности проса. Взаимодействие

«год x сорт» внесло вклад в общую изменчивость урожайности 2,26%.

За годы проведенных исследований достоверную прибавку к урожайности получили сорта Крестьянка и Поволжское 80 (табл. 2).

Оценку стабильности количественных признаков сортов проса проводили по двум показателям – коэффициенту регрессии  $b_i$ , который показывает их реакцию на изменение условий выращивания (пластичность) и дисперсии стабильности  $S_d^2$  – среднеквадратичному отклонению от линии регрессии. Чем выше значение коэффициента  $b_i > 1$ , тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. Такие сорта требуют высокого уровня агротехники, так как только в этом случае они дадут максимум отдачи. В случае  $b_i < 1$ , сорт реагирует слабее на изменение условий среды. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат [4].

В нашем примере наибольшей отзывчивостью на изменение среды обладают сорта Россиянка и Поволжское 80. Их можно характеризовать как сорта интенсивного типа. Сорта Саратовское 6 и Крестьянка чуть слабее реагируют на среду и их мы охарактеризовали как по-

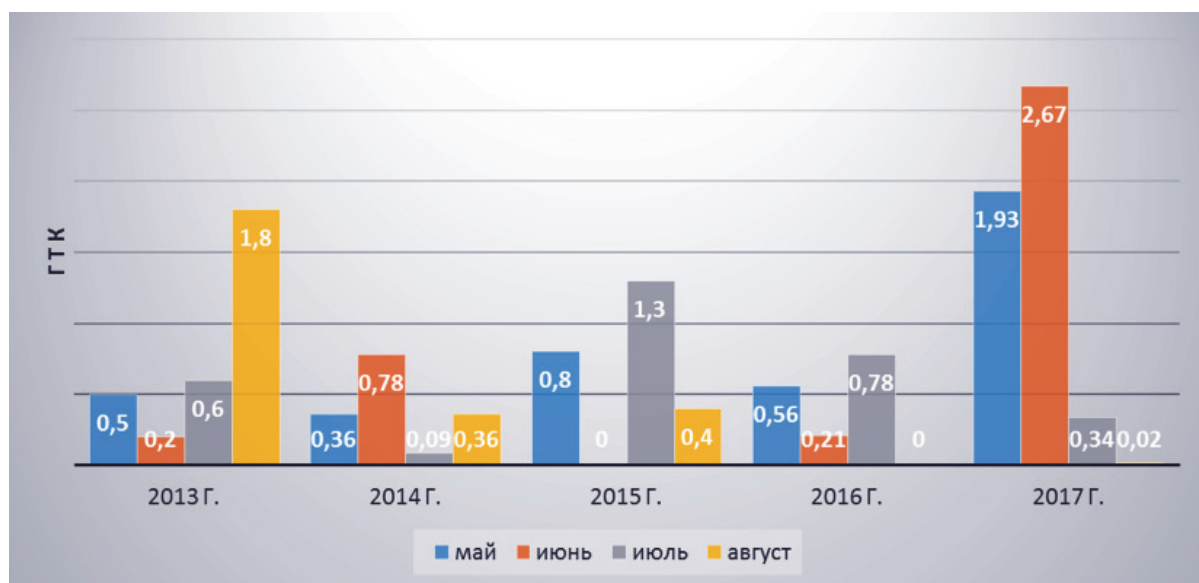
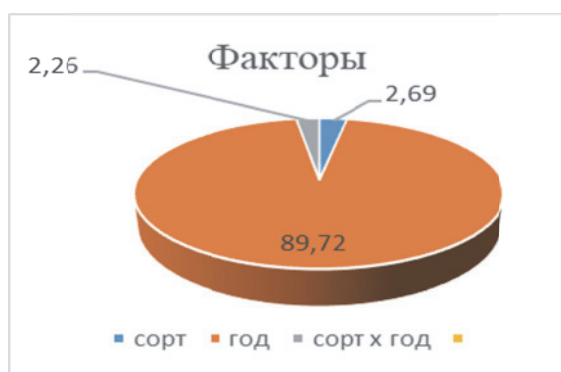


Рис. 1. Изменения ГТК по месяцам в 2013-2017 гг.

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа и доли вкладов генотипов в изменчивость признака «урожайность зерна»

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F		Доля, %
				Ф	05	
Генотип (сорт) (A)	80,77	3	26,93	12,62	2,79	2,69
Среда (B) (год)	2696,0	4	674,0	315,82	2,56	89,72
Взаимодействие (A x B)	67,96	12	5,67	2,65	1,95	2,26



**Рис. 2.** Вклад фактора в изменчивость признака «урожайность», %

луинтенсивные. Наглядное представление о характере связи между условиями выращивания и урожайностью показывает график (рис. 3).

Экологически устойчивыми сортами счита-

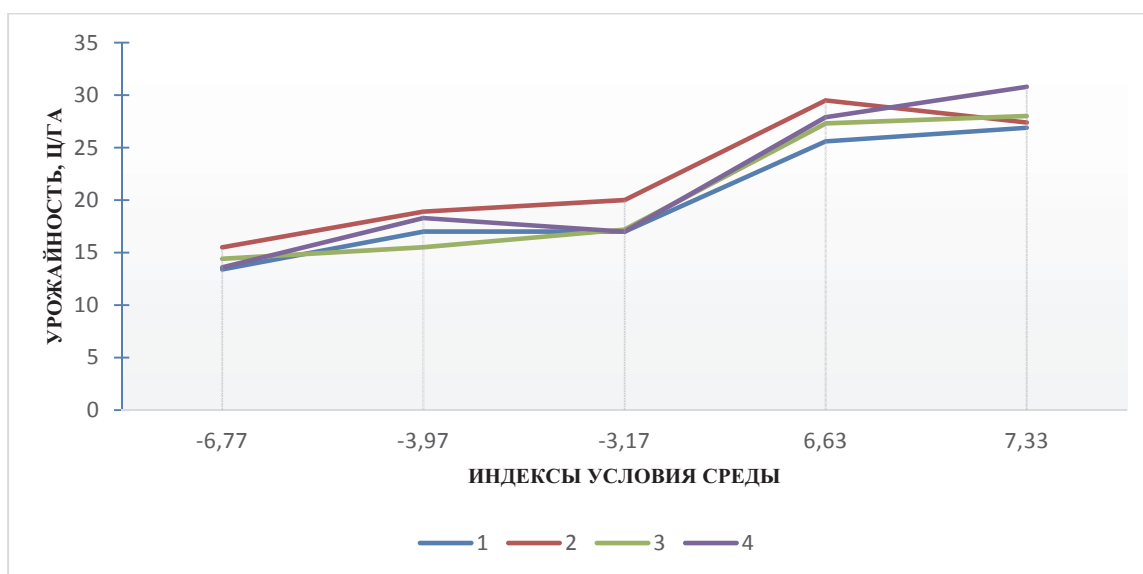
ются сорта средней интенсивности, способные давать может даже не совсем высокую, но стабильную урожайность в любые годы. Чем меньше отклонение вариации стабильности  $S^2_d$  от нуля, тем стабильнее сорт. К сортам со средней стабильностью в нашем случае относятся сорта Саратовское 6, Крестьянка и Поволжское 80.

Наиболее ценны сорта, у которых  $b_i > 1$ , а  $S^2_d$  стремиться к нулю (высокоинтенсивные). Они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью [3]. К таким требованиям относится сорт Россиянка.

Оценку различий по стабильности  $S^2_d$  урожайности сортов по годам определяли с помощью критерия Фишера. Результаты показали, что различия по величине показателя стабильности между сортами значительны ( $F_{\phi} = 11,85 > F_{\tau} = 9,28$ ). Достоверные различия показали сорта Россиянка и Поволжское 80.

**Таблица 2.** Характеристика сортов проса по параметрам пластичности и стабильности, 2013-2017 гг.

Сорт	Урожайность		$b_i$	$S^2_d$
	ц/га	отклонение от стандарта		
Саратовское 6, st	19,6	–	0,956	3,7
Крестьянка	22,3	2,7	0,904	4,2
Россиянка	20,5	0,9	1,02	0,9
Поволжское 80	21,5	1,9	1,62	17,2
НСР <sub>05</sub>	1,63			



**Рис. 3.** Линии регрессии урожайности сортов проса на изменение условий выращивания (2013-2017) гг.: 1 – Саратовское 6; 2 – Крестьянка; 3 – Россиянка; 4 – Поволжское 80

**Таблица 3.** Показатели адаптивной способности и стабильности сортов проса посевного в КСИ, 2013 – 2017 гг.

Сорт	$V_i$ ОАС <sub>i</sub>	$\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$	$\sigma^2_{CAC_i}$	$\sigma_{CAC_i}$	$S_{gi}$	СЦГ <sub>i</sub>	$K_{gi}$	$l_{gi}$
Саратовское 6	3,7	0,67	37,48	6,12	31,2	9,69	0,91	0,09
Крестьянка	4,2	0,60	32,2	5,84	26,2	12,84	0,83	0,12
Россиянка	0,9	- 0,59	42,9	6,55	32,0	9,89	1,05	0,02
Поволжское 80	17,2	0,91	54,12	7,36	34,2	9,58	1,32	0,32

В таблице 3 представлена характеристика сортов проса по общей (ОАС<sub>i</sub>) и специфической адаптивной способности ( $\sigma^2_{CAC_i}$ ), способности генотипа взаимодействовать со средами  $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ , относительной стабильности генотипа ( $S_{gi}$ ), селекционной ценности генотипа (СЦГ<sub>i</sub>), коэффициенту компенсации генотипа ( $K_{gi}$ ), линейности ответа генотипа на среду ( $l_{gi}$ ).

Общая и специфическая адаптивная способность генотипа характеризует среднее значение условия среды. Чем больше специфическая способность, тем менее стабильным будет значение признака сорта при изменении условий среды. Наибольшими эффектами ОАС и  $\sigma^2_{CAC_i}$  обладает сорт Поволжское 80.

Относительная стабильность  $S_{gi}$  показывает способность генотипа поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды. Ученые считают, что при низком значении  $S_{gi}$  отбор ведется на стабильность, а при высоком – на продуктивность. В результате для отбора на стабильность выделился сорт Крестьянка.

Варианты взаимодействия «генотип – среда»  $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$  у наших сортов не различаются, а их не высокие значения свидетельствуют, что сорта адаптированы к широкому спектру условий.

Селекционная ценность генотипа СЦГ<sub>i</sub> является комплексным показателем, учитывающий и продуктивность, и стабильность, в нашем примере он выше у более урожайного сорта проса Крестьянка.

Коэффициент компенсации генотипа  $K_{gi}$  показывает стабильность генотипа, если его значение  $\leq 1$ . В наших исследованиях коэффициент компенсации варьировал в пределах 0,83 – 1,32. Меньше 1 он наблюдался у сортов Саратовское 6 и Крестьянка, что свидетельствует о преобладании у них компенсирующего эффекта взаимодействия «генотип – среда» и сорта стабильны. У сортов Россиянка и Поволжское 80 коэффициент компенсации был выше 1.

Согласно коэффициенту нелинейности  $l_{gi}$  у всех генотипов ответы на среду носят линейный характер (0,02 – 0,32).

Селекция сортов проса на устойчивость к неблагоприятным факторам среды предполагает постоянное изучение исходного и селекционного материала для контроля экологической стабильности в селекционном процессе.

### ВЫВОДЫ

Таким образом, на основании наших исследований следует сделать выводы, что сорт-стандарт Саратовское 6 и Крестьянка обладают высокой пластичностью и стабильностью, причем, сорт Крестьянка характеризуется высокой селекционной ценностью генотипа. Сорт Россиянка отзывчив на улучшение условий среды и характеризуются стабильной урожайностью. Сорт Поволжское 80 отзывчив на изменения условий среды, со средней стабильностью.

Сорта Россиянка и Поволжское 80 можно характеризовать сортами интенсивного типа. Сорта Саратовское 6 и Крестьянка мы охарактеризовали как полунинтенсивные.

По результатам дисперсионного анализа, существенный вклад в изменчивость признака вносил фактор «год». Создание стрессоустойчивых стабильных сортов проса посевного снизит их зависимость от погодных факторов, что повлечет за собой повышение урожая и качества продукции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата // Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным изменением климата. Саратов: ООО «Сателит», 2004. С. 10-16.
2. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1985. 263 с.
3. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci., 1966. Vol. 6. № 1. P. 36-40.
4. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки

- адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды // Генетика. 1985. Т. 21. № 9. С. 1481-1497.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1979. 416 с.

**ASSESSMENT OF ADAPTIVE POTENTIAL OF CROP VARIABLE VARIETIES  
IN THE COMPETITIVE TEST BY THE SIGN «YIELD OF GRAIN»**

© 2018 O.N. Antimonova, A.K. Antimonov, L.F. Syrkina, L.A. Kosykh

Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed Farming  
named after P. N. Konstantinov, Kinel

The article presents the results of evaluation of adaptive capacity and stability of broomcorn millet varieties in the nursery of competitive examining for 2013-2017. The best conditions for the growth and development of genotypes were formed with a positive sign of the environment index (in 2014  $I_j = 6.63$ , 2015  $I_j = 7.33$ ), the worst – with negative (2013  $I_j = -3.17$ , 2016  $I_j = -6.77$ , 2017  $I_j = 3.97$ ). Variety-standard Saratovskoe 6 and Krest'yanka have high plasticity and stability, moreover, the variety Krest'yanka is characterized by high breeding value of the genotype. Variety Rossiyanka responsive to the improvement of environmental conditions and is characterized by a stable yield. Variety Povolzhskoye 80 responsive to changes in environmental conditions, with average stability. Varieties Rossiyanka and Povolzhskoye 80 can be characterized by varieties of intensive type, varieties Saratovskoye 6 and Krest'yanka - semi-intensive. According to the results of the analysis of variance, the factor «year» made a significant contribution to the variability of the trait. The creation of stress-resistant sustainable broomcorn millet varieties will reduce their dependence on weather factors, which will lead to an increase in yield and product quality.

*Keywords:* variety, millet, selection, yield, adaptability, stability.

DOI: 10.24411/1990-5378-2018-00161

---

*Olga Antimonova, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Selection and Seed Production of Cereals and Sorghum Crops. E-mail: antimonovaolga@list.ru*  
*Alexander Antimonov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Selection and Seed Production of Cereals and Sorghum Crops. E-mail: antimonov.63@mail.ru*  
*Lyubov Syrkina, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Selection and Seed Production of Cereals and Sorghum Crops. E-mail: nti.gnu\_pniiss@mail.ru*  
*Larisa Kosykh, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Selection and Seed Production of Cereals and Sorghum Crops. E-mail: nti.gnu\_pniiss@mail.ru*