

## AGRICULTURE

### Экологическая пластичность и стабильность новых образцов пшеницы спельты по урожайности зерна

И. П. Диордиева\*, Я. С. Рябовол, Л. О. Рябовол, С. П. Коцюба

Уманский национальный университет садоводства (Украина)

\*Corresponding author. E-mail: diordieva201443@gmail.com

Paper received 23.05.18; Accepted for publication 01.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-01>

**Аннотация.** В статье представлены результаты определения экологической пластичности и стабильности по урожайности новых образцов пшеницы спельты, созданных методом отдаленной гибридизации с пшеницей мягкой. В результате проведенных исследований выделен сортообразец 1695, который сочетает высокую экологическую пластичность ( $b_i=0,87$ ), стабильность ( $S_i^2=0$ ) с высокой урожайностью (6,52 т/га). Этот образец положительно реагирует на изменение условий выращивания, его можно использовать на экстенсивном фоне, где при минимальных затратах он обеспечит максимальный урожай.

**Ключевые слова:** пшеница спельта, урожайность, пластичность, стабильность

**Введение.** В последнее время в селекции пшеницы, как мягкой, так и спельты, значительное внимание уделяется созданию сортов со стабильной урожайностью и высоким качеством зерна. Сорт со средними, но стабильными по годам показателями продуктивности и качества, гораздо ценнее, чем сорт с потенциально большими, но очень изменчивыми показателями по годам и условиями выращивания [1, 2]. Разработка и выполнение селекционной программы по принципу адаптивной селекции дает возможность создавать новые сорта пшеницы для конкретного региона с учетом вариабельности факторов окружающей среды и действия лимитирующих факторов [3].

Под экологической пластичностью понимают способность сорта обеспечивать высокую урожайность в широком диапазоне почвенно-климатических условий в разные годы выращивания. Если взять за экологическую пластичность сорта степень его реакции на изменение условий, то высокопластичным считается сорт, который быстро увеличивает данный признак с улучшением условий, но так же быстро уменьшает ее при их ухудшении. Часто высокопластичные сорта пригодны для выращивания в благоприятных условиях при высокой культуре земледелия. Низкопластичные сорта в меньшей степени реагируют на изменения среды и более пригодны для выращивания в жестких условиях, где они не снижают показателей продуктивности и качества [4, 5].

Экологическая стабильность характеризует регуляемость нормы реакции генотипа и воспроизводимость ее модификационной изменчивости. В широком смысле стабильным считают генотип, для которого изменения среды не влияют на развитие признака. В узком смысле стабильность определяют как степень чувствительности формы на изменение условий среды конкретного генотипа от всей системы исследуемых генотипов [5, 6].

Пластичность признака является независимым свойством и находится под специфическим генетическим контролем. Стабильность и пластичность агрономических признаков сортообразцов обусловлены способностью генетических механизмов растений свести к минимуму последствия негативного воз-

действия окружающей среды, то есть противостоять им. Таким образом, экологическая пластичность и стабильность являются взаимодополняющими показателями: высокостабильные генотипы на одно и то же изменение внешних условий реагирует более предсказуемо [4–6].

**Целью** исследований было проведение анализа по показателям экологической пластичности и стабильности новых образцов пшеницы спельты по с помощью статистических методов анализа и выявление генотипов с высокой стабильностью по урожайности зерна.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в течение 2015–2017 гг. в Уманском национальном университете садоводства. Объектом исследований послужили 12 сортообразцов пшеницы спельты пшеницы, созданные методом отдаленной гибридизации с пшеницей мягкой. Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S. A. Eberhart и W. A. Russell [7] с помощью программы MS Excel.

Экологическую пластичность образцов и их приспособляемость к неблагоприятным условиям выращивания определяли по коэффициенту регрессии:  $b_i < 1$  – высокопластичные формы;  $b_i = 0$  – среднепластичные формы;  $b_i > 1$  – генотип низкопластичный.

По результатам расчетов параметров пластичности ( $b_i$ ) и стабильности ( $S_i^2$ ) выделяли следующие ранги:

1)  $b_i < 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – образец имеет лучшие результаты при неблагоприятных условиях выращивания, нестабильный;

2)  $b_i < 1$ ,  $S_i^2 = 0$  – образец имеет лучшие результаты при неблагоприятных условиях выращивания, стабильный;

3)  $b_i = 0$ ,  $S_i^2 = 0$  – образец хорошо отзывается на улучшение условий выращивания, стабильный;

4)  $b_i = 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – образец хорошо отзывается на улучшение условий выращивания, нестабильный;

5)  $b_i > 1$ ,  $S_i^2 = 0$  – образец имеет лучшие результаты при благоприятных условиях окружающей среды, стабильный;

6)  $b_i > 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – образец имеет лучшие результаты при благоприятных условиях выращивания, нестабильный.

Определение коэффициента агрономической стабильности ( $A_s$ ) проводили по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко [8].

**Результаты и обсуждение.** При создании новых сортов пшеницы спелты урожайность с единицы площади является основным показателем ценности селекционного материала, поскольку этот вид пшени-

цы существенно уступает пшенице мягкой по продуктивности. В селекции очень важно наряду с оценкой уровня урожая, то есть генетически обусловленного среднего урожая сорта в конкретных экологических зонах, знать характер реакции на условия окружающей среды. Наиболее высокую урожайность по результатам наших исследований обеспечили сортообразцы пшеницы спелты 1695 (6,65 т/га), 1817 (6,58 т/га), 1559 (6,41 т/га) и 1755 (6,14 т/га) (табл.).

**Таблица.** Параметры оценки экологической пластичности и стабильности сортообразцов пшеницы спелты по урожайности зерна, 2015–2017 гг.

Генотип	Урожайность зерна, т/га			Среднее	Параметры стабильности		Коэффициент агрономической стабильности	Ранг
	2015	2016	2017		$b_i$	$S_i^2$		
1730	4,87	4,95	4,81	4,88	1,55	0,01	95,88	5
1695	6,67	6,75	6,52	6,65	0,87	0,00	96,98	2
1691	5,87	5,96	5,81	5,88	1,42	0,00	96,59	5
1719	5,48	5,58	5,4	5,49	0,93	0,05	96,34	1
1721	4,92	5,01	4,83	4,92	1,12	0,11	95,92	6
1725	4,51	4,58	4,42	4,50	1,11	0,06	95,54	6
1755	6,14	6,25	6,04	6,14	0,99	0,93	96,73	1
1731	5,01	5,12	4,93	5,02	1,30	0,43	96,00	6
1559	6,41	6,47	6,36	6,41	1,18	0,61	96,87	6
1694	5,21	5,32	5,15	5,23	0,68	0,44	96,16	1
1674	5,90	5,98	5,86	5,91	1,01	0,15	96,61	6
1817	6,57	6,62	6,55	6,58	0,75	0,14	96,95	1
1786	5,90	5,94	5,84	5,89	0,44	0,01	96,59	1

Расчеты экологической пластичности отселектированных материалов пшеницы спелты свидетельствуют, что сортообразцы 1695 ( $b_i=0,87$ ), 1719 ( $b_i=0,93$ ), 1694 ( $b_i=0,68$ ), 1817 ( $b_i=0,76$ ) и 1786 ( $b_i=0,44$ ) являются высокопластичными по урожайности, так как коэффициент пластичности у них составляет  $1 > b_i > 0$ . Их можно использовать на экстенсивном фоне выращивания, где при минимальных затратах они обеспечат максимальный урожай. Другие исследуемые генотипы по показателю экологической пластичности являются низкопластичными ( $b > 1$ ) по урожайности. Они требуют высокого уровня агротехники и сформируют максимальный урожай только при обеспечении всех необходимых условий выращивания.

На стабильность генотипа указывает варiances стабильности ( $S_i^2$ ). К экологически стабильным относят образцы, у которых варiances стабильности приближается к нулю ( $S_i^2=0$ ). При расчете экологической стабильности выделены стабильные сортообразцы пшеницы спелты 1695 и 1691. К стабильным также можно отнести образцы 1730 и 1786, у которых варiances стабильности близка к нулю ( $S_i^2=0,01$ ). С практической точки зрения ценные только те материалы, которые характеризуются совокупным проявлением высокой экологической пластичности и стабильности. Среди исследуемых нами форм таковыми были сортообразцы 1695 ( $b_i=0,87$ ,  $S_i^2=0$ ) и 1786 ( $b_i=0,44$ ,  $S_i^2=0,01$ ). Стоит отметить, что у номера 1695 высокие показатели экологической пластичности и стабильности сочетаются с высокой урожайностью (в среднем 6,52 т/га). Этот будет иметь высокую продуктивность

при любых условиях выращивания, поскольку характеризуется низкой нормой реакции на изменение условий выращивания.

Коэффициент стабильности с агрономической точки зрения ( $A_s$ ) характеризует хозяйственную ценность исходного материала. Наиболее ценными для производства является сортообразцы, у которых коэффициент стабильности превышает 70 %. Отселектированные сортообразцы пшеницы спелты являются стабильными по этому показателю ( $A_s > 90$ ).

В соответствии группировкой по рангам ко второму, что является наиболее ценным с практической точки зрения, относится образец 1695. Два сортообразца (1730 и 1691) относятся к пятому рангу, что указывает на их стабильность и требовательность к условиям выращивания. Другие исследуемые сортообразцы отнесены к первому и шестому рангам, они имеют высокую норму реакции на изменение условий выращивания и не способны давать высокие урожаи при неблагоприятных условиях окружающей среды.

**Выводы.** Расчет показателей экологической пластичности и стабильности позволил дифференцировать полученные сортообразцы пшеницы спелты по норме реакции на изменение условий выращивания. Выделен сортообразец 1695, который сочетает высокую экологическую пластичность ( $b_i=0,87$ ), стабильность ( $S_i^2=0$ ) и высокую урожайность (6,52 т/га). Его целесообразно использовать как исходный материал при получении высокопродуктивных, экологически пластичных и стабильных сортов культуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кравець О. П., Соколова Д. О., Берестяна А. М., Шнуренко О. Р., Банникова М. О., Моргун Б. В., Кучук М. В., Гродзинський Д. М. Взаємозв'язок екологічної пластичності елітних сортів озимої пшениці і поліморфізму профілів метилування ДНК у межах сорту. Наука та інновації. 2016. Т. 12. № 2. С. 57–67.
2. Herman J., Sultan S. Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Front Plant Sci.* 2011. V. 2. № 102. P. 1–10.
3. Звягін А. Ф., Рябчун Н. І., Леонов О. Ю. Селекційна цінність сортів озимої пшениці різного еколого-географічного походження для підвищення адаптивного потенціалу в умовах північного Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2009. № 96. С. 92–103.
4. Tétard-Jones C., Leifert C. Plasticity of yield components of winter wheat in response to cereal aphids. *NJAS: wageningen journal of life sciences.* 2011. №58(3–4). P. 139–143.
5. Grogan S. M., Baenziger P. S., Anderson J., Byrne P. F. Phenotypic Plasticity of Winter Wheat Heading Date and Grain Yield across the US Great Plains. *Crop science.* 2016. № 56(5). P. 21–35.
6. Moskalets V. V., Moskalets T. Z., Vasytkivskyi S. P., Grynyk I. V., Vovkohon A. G., Lobova O.V., Shevchuk O. A., Knyazyuk O. V. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers. *Ukrainian journal of ecology.* 2016. № 6. P. 311–318.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6. № 1. P. 34–40.
8. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичність и адаптивність сортів озимої пшениці. Научн.-техн. бюл. ВСГИ. 1981. Вып. 39. С. 14–22.

#### REFERENCES

1. Kravets O. P., Sokolova D. O., Berestyana A. M., Shnurenko O. R., Bannikova M. A., Morgun B. V., Kuchuk MV, Grodzinsky D. M. Interaction of ecological plasticity of elite varieties of winter wheat and the polymorphism of DNA methylation profiles within the class. *Science and Innovation.* 2016. V. 12. No. 2. P. 57–67.
2. Herman J., Sultan S. Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Front Plant Sci.* 2011. V. 2. № 102. P. 1–10.
3. Zvyagin A. F., Ryabchun N. I., Leonov O. Yu. Breeding value of varieties of winter wheat of various ecological and geographical origin for increasing adaptive potential in the conditions of northern forest-steppe of Ukraine. *Breeding and seed production.* 2009. No. 96. P. 92–103.
4. Tétard-Jones C., Leifert C. Plasticity of yield components of winter wheat in response to cereal aphids. *NJAS: wageningen journal of life sciences.* 2011. №58(3–4). P. 139–143.
5. Grogan S. M., Baenziger P. S., Anderson J., Byrne P. F. Phenotypic Plasticity of Winter Wheat Heading Date and Grain Yield across the US Great Plains. *Crop science.* 2016. № 56(5). P. 21–35.
6. Moskalets V. V., Moskalets T. Z., Vasytkivskyi S. P., Grynyk I. V., Vovkohon A. G., Lobova O.V., Shevchuk O. A., Knyazyuk O. V. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers. *Ukrainian journal of ecology.* 2016. № 6. P. 311–318.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6. № 1. P. 34–40.
8. Khangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties. *Sci.-Tech. bullet VSGI.* 1981. Vol. 39. P. 14–22.

#### Ecological plasticity and stability of new spelt wheat samples on yield capacity

I. P. Diordiieva, Ia. S. Riabovol, L. O. Riabovol, S. Kotsiuba

**Abstract.** In the article it is shown the results of determination of ecological plasticity and stability on yield capacity of new samples of spelt wheat, which was created by remote hybridization with soft wheat. As a result of the research, two samples that combine high ecological plasticity and stability have been identified: the sample 1695 ( $bi=0,87$ ,  $SI^2=0$ ) and sample 1786 ( $bi=0,44$ ,  $SI^2=0,01$ ). These samples can be used on an extensive background, where they provide the maximum yield at minimum cost.

**Keywords:** *spelt wheat, yield, plasticity, stability.*