

DOI 10.33952/ 2542-0720-2019-4-20-111-116

УДК 633.11«324»:631.526.32:631.529

Соколенко Н. И., Комаров Н. М.

**АДАПТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ**

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Реферат. Создание адаптивных сортов пшеницы – сложная селекционная задача, требующая дальнейшего поиска исходного материала среди генетических источников и доноров ценных признаков. Цель исследований – оценка и выявление среди сортообразцов мировой коллекции мягкой озимой пшеницы генотипов с низкой вариабельностью урожайности, высокой гомеостатичностью и экологической пластичностью для дальнейшего включения в селекционный процесс. Работу проводили в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» в 2014–2018 гг. Материал для исследований – 100 сортообразцов пшеницы. Опыт закладывали по пару в одной повторности с расположением стандарта сорта Айвина через десять номеров, площадь делянки – 1 м². Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову, гомеостатичность (Ном) сортообразцов определяли по В. В. Хангильдину, экологическую пластичность (b_i) – по S. A. Eberhart, W. A. Russell в редакции В. З. Пакудина. По результатам пяти лет изучения выделено девять наиболее урожайных сортообразцов, у которых сбор зерна превысил 800 г/м². Средняя урожайность в целом по опыту составила 633,9 г/м², у стандарта Айвина – 721,6 г/м². По сбору зерна достоверно превзошел стандарт сорт Charming из США (971,8 г/м²). Высокие величины этого показателя отмечены у сорта Августа (887 г/м²), Samanta (873,4 г/м²), Myrlena (859,0 г/м²), Крыжинка (842,2 г/м²). Варьирование урожайности сортов по годам составило 7,67–29,2 %, у стандарта Айвина – 28,5 %. Незначительное варьирование продуктивности отмечено у сортов Августа (7,74 %), Добрина (7,67 %) и Крыжинка (9,18 %), проявивших высокую гомеостатичность по признаку урожайности по годам: 63,0; 66,9 и 48,6. По экологической пластичности выделены четыре группы сортов. Сорта Элегия, Charming, Sara, Myrlena формировали урожайность в полном соответствии с изменениями условий выращивания (коэффициент линейной регрессии b_i близок к единице). Такие сорта, как Samanta, Sideral и стандарт Айвина хорошо отзывались на улучшение условий ($b_i > 1$), тогда как Августа и Добрина оказались слабо отзывчивыми на улучшение условий ($b_i < 1$), а сорт Крыжинка на них не реагировал ($b_i = 0$).

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum L.*), сорт, урожайность, адаптация, вариабельность, гомеостатичность, экологическая пластичность.

Введение

Агроклиматические условия Ставропольского края позволяют возделывать мягкую озимую пшеницу на площади, составляющей около 1800 тыс. га или 80 % в общекраевой структуре зерновых посевов. По данным Госсортсети края в 2018 г. 68,3 % площадей было занято сортами краснодарской селекции, 8,1 % – ростовской селекции и 17,2 % – ставропольской селекции [1]. Современные сорта, возделываемые в крае, отличаются высоким потенциалом урожайности. Однако значительное варьирование этого признака по годам приводит к недобору зерна. Решение этой проблемы возможно благодаря внедрению в производство более адаптивных сортов, способных обеспечивать высокую и устойчивую продуктивность в различных условиях среды [2]. Стабильность урожая является результатом проявления сортовой гомеостатичности, то есть способности генетических механизмов сводить к минимуму последствия неблагоприятных внешних условий [3]. Адаптивность сорта можно рассматривать и с позиции

экологической пластичности [4]. Создание адаптивных сортов – сложная селекционная задача, которая требует дальнейшего поиска исходного материала для селекции [5].

Цель исследований – оценка и выявление среди сортообразцов мировой коллекции пшеницы генотипов с низкой вариабельностью урожайности, высокой гомеостатичностью и экологической пластичностью для дальнейшего включения в селекционную работу.

Материалы и методы исследований

Работу выполняли в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» в 2014–2018 гг. на опытном поле лаборатории отдаленной гибридизации по чистому пару. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднесуглинистый слабогумусированный среднесуглинистый со следующими агрохимическими показателями: гумуса в пахотном слое (ГОСТ 26213-91 [6]) – 4,3–4,5 %, общего азота – 0,22 % (ГОСТ 26107-84 [7]), подвижного фосфора и калия (ГОСТ 26205-91 [8]) – 19–22 и 200–220 мг/кг соответственно; реакция среды (ГОСТ 27753-88 [9]) – слабощелочная (рН = 7,2–7,3); сумма обменных оснований (ГОСТ 27821-88 [10]) – 35,2 мг-экв./100 г почвы.

В качестве материала для исследований использовали 100 сортообразцов мягкой озимой пшеницы мировой коллекции различного эколого-географического происхождения. Стандарт – сорт мягкой озимой пшеницы Айвина.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными и в основном типичными для зоны. По многолетним данным среднегодовая температура воздуха составила 9,23 °С. В годы исследований (2014–2018 гг.) она была выше среднемноголетней и составила: 9,62; 10,64; 10,11; 10,46 и 10,84 °С соответственно. Количество осадков превышало среднемноголетнее количество (559,6 мм) в 2014 г. (572,0 мм), 2016 г. (649,0 мм) и 2017 г. (631 мм), меньше их было в 2015 г. (528,0 мм) и 2018 г. (544,6 мм). Величины ГТК в 2014 г. (1,14), 2016 г. (1,20) и 2017 г. (1,08) оказались близкими к среднемноголетнему значению – 1,06, что характеризует годы как умеренно-влажные. В 2015 и 2018 гг. ГТК был ниже климатической нормы – 0,64 и 0,68 соответственно, что свидетельствует о засушливых условиях в эти годы.

Изучение урожайности сортообразцов проводили на делянках площадью 1 м² по методике, разработанной в Ставропольском научно-исследовательском институте сельского хозяйства [11]. Стандарт располагали через десять сортообразцов. Опыт закладывали в оптимальные для культуры сроки в одной повторности ручной сеялкой РС-1 с использованием диска «сплошной посев». Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [12], используя критерии оценки бесповторных номеров в бесповторных посевах [13]. Гомеостатичность (Ном) определяли по В. В. Хангильдину [3], экологическую пластичность (b_i) – по S. A. Eberhart, W. A. Russell [14] в редакции В. З. Пакудина [4].

Результаты и их обсуждение

Пятилетняя оценка урожайности 100 сортообразцов мягкой озимой пшеницы мировой коллекции позволила выделить девять наиболее урожайных, у которых сбор зерна превысил 800 г/м² (таблица 1).

Средняя урожайность в целом по опыту составила 633,9 г/м², у стандарта Айвина – 721,6 г/м². Сорт Charmany из США достоверно превзошел по продуктивности сорт Айвина (971,8 г/м²). Высокие величины этого показателя отмечены у сортов: Августа (887 г/м²), Samanta (873,4 г/м²), Myrlena (859,0 г/м²), Крыжинка (842,2 г/м²).

Анализ средней по годам продуктивности показал, что более благоприятными для формирования урожая зерна были погодные условия,

сложившиеся в 2015 и 2018 гг. Сбор зерна в эти годы составлял 960,0 и 980,1 г/м², тогда как в неблагоприятные годы (2014, 2016 и 2017 гг.) – 782,7; 810,6; 762,4 г/м² соответственно. В эти годы отмечены отрицательные значения индексов среды (–98,0; –43,0 и –72,5). На урожае 2014 г. негативно сказались наряду с другими факторами поздневесенние заморозки, а на урожае 2017 г. – раннее наступление низких отрицательных температур осенью 2016 г., когда растения были в фазе двух-трех листьев.

Таблица 1 – Урожайность озимой пшеницы и индекс условий среды, г/м²

Сорт	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	\bar{X}_i^{***}
Айвина (St.)	636	1011	611	500	850	721,6
Августа (Россия)	812	850	875	903	994	887,0
Добринка (Украина)	764	794	792	750	906	801,2
Крыжинка (Украина)	800	939	819	903	750	842,2
Myrlena (Украина)	848	961	806	597	1083	859,0
Элегия (Украина)	784	1050	736	750	833	830,6
Charmany (США)	1180	1056	600	806	1217	971,8
Samanta (Чехия)	472	1067	1042	764	1022	873,4
Sara (Сербия)	776	956	806	653	994	837,0
Sideral (Франция)	608	967	819	736	1022	830,4
\bar{X}_j^*	782,7	960,0	810,6	762,4	980,1	859,2
I_j^{**}	–98,0	95,6	–43,0	–72,5	117,7	–
S	47,4	50,5	45,9	36,5	24,7	–
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	190,4

Примечание. * – средняя урожайность за год; ** – индекс условий среды; *** – средняя урожайность *i*-го сорта за годы изучения.

Выделенные сорта по-разному реагировали на условия выращивания. Варьирование урожайности сортов по годам составило 7,67–29,2 %, у стандарта Айвина – 28,5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Изменчивость урожайности озимой пшеницы, параметры адаптивности (среднее за 2014–2018 гг.)

Сорт	Урожайность, г/м ²		Коэффициент вариации (Cv), %	Гомеостатичность, (Ном)	Экологическая пластичность (b)
	max.	min.			
Айвина (St.)	1011	500	28,5	5,07	1,81
Августа (Россия)	994	812	7,74	63,0	0,40
Добринка (Украина)	906	750	7,67	66,9	0,49
Крыжинка (Украина)	939	750	9,18	48,6	-0,02
Myrlena (Украина)	1083	597	21,2	8,35	1,47
Элегия (Украина)	1050	736	15,4	17,1	0,90
Charmany (США)	1217	600	27,0	5,82	1,12
Samanta (Чехия)	1067	472	29,2	5,02	1,91
Sara (Сербия)	994	653	16,6	14,8	1,27
Sideral (Франция)	1022	608	20,3	9,87	1,63

Слабое варьирование изучаемого признака отмечено у сортов Августа (7,74 %), Добринка (7,67 %) и Крыжинка (9,18 %); варьирование средней степени – у сортов Элегия (15,4 %) и Sara (16,6 %). Остальные сорта отличались сильной изменчивостью урожайности по годам (Cv = 20,3–29,2 %).

В процессе изучения изменчивости урожайности сортов установлена тесная отрицательная связь между коэффициентом вариации (Cv) и гомеостатичностью

($r = -0,90$) и гомеостатичностью и экологической пластичностью ($r = -0,85$). Обратно пропорциональная связь между признаками установлена нами в предыдущих исследованиях по тритикале и ячменю [15, 16].

Высокой гомеостатичностью (Ном) отличались пшеницы Августа (63,0), Добрина (66,9) и Крыжинка (48,6), средней – Элегия (17,1) и Sara (14,8). Низкая гомеостатичность отмечена у сортов Samanta (5,02), Charmany (5,82) и у стандарта Айвина (5,07). Таким образом, источниками гомеостатичности в селекции на урожайность озимой пшеницы могут быть в первую очередь такие сорта, как Августа, Добрина и Крыжинка.

Оценка сортов пшеницы на экологическую пластичность по коэффициенту регрессии (b_i) позволила выделить четыре группы сортов. У первой группы – b_i был близок к единице, у второй – b_i больше единицы, у третьей – b_i меньше единицы и четвертой группы – b_i равным нулю. У стандарта Айвина коэффициент регрессии составил 1,81.

К первой группе мы отнесли сорта Элегия (0,90), Charmany (1,12), Sara (1,27), Myrlena (1,47), ко второй – Sideral (1,63), Samanta (1,91) и стандарт Айвина (1,81), к третьей – Августа (0,40) и Добрина (0,49) и к четвертой – сорт Крыжинка (-0,02).

По представлениям В. З. Пакудина [4], сорта Элегия, Charmany, Sara, Myrlena формируют урожайность в полном соответствии с изменениями условий выращивания. Такие сорта пшеницы, как Samanta, Sideral и стандарт Айвина хорошо отзывчивы на улучшение условий; сорта Августа и Добрина слабо отзывчивы на улучшение условий, а сорт Крыжинка не реагировал на условия выращивания.

Таким образом, сорта Элегия, Charmany, Sara, Myrlena можно отнести к сортам экологически пластичным, сорта Samanta, Sideral и Айвина – к интенсивным, сорта Августа и Добрина – к экстенсивным, а сорт Крыжинка – к универсальным.

Выводы

В результате пятилетних исследований выделено девять сортов мягкой озимой пшеницы мировой коллекции с урожайностью более 800 г/м². Достоверно превысил стандарт по величине этого показателя сорт Charmany (971,8 г/м²) из США. Вариабельность урожайности по годам у сортов была разной и составила 7,67–29,2 %. Наибольшей гомеостатичностью (Ном) отличались сорта Августа (63,0), Добрина (66,9) и Крыжинка (48,6), экологической пластичностью – сорта Элегия, Charmany, Sara, и Myrlena, у которых коэффициент регрессии (b_i) был близок к единице.

В селекции на адаптивность в условиях юга России в качестве исходного материала могут быть использованы высоко гомеостатичные пшеницы Августа, Добрина, Крыжинка и сорта, сочетающие гомеостатичность и экологическую пластичность, – Элегия (Ном = 17,1; $b_i = 0,90$) и Sara (Ном = 14,8; $b_i = 1,27$).

Литература

1. Дубина В. В., Батагова Е. А., Мазнищина О. Г., Фадеева О. Б., Немашкалова Е. С. Результаты работы Госсортсети Ставропольского края за 2018 год. Рекомендации производству. Ставрополь: Бюро новостей, 2018. 72 с.
2. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Т. 1. М.: РУДН, 2001. 780 с.
3. Хангильдин В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1986. № 2 (60). С. 36–41.
4. Пакудин В. З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов // В кн. Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1976. С. 178–189.
5. Неттевич Э. Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. Немчиновка: НИИСХ ЦРНЗ, 2008. 348 с.
6. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1993. 8 с.

7. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота. М.: Издательство стандартов, 1984. 11 с.
8. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1993. 10 с.
9. ГОСТ 27753-88. Грунты тепличные. Метод определения органического вещества. М.: Издательство стандартов, 1988. 11 с.
10. ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. М.: Издательство стандартов, 1988. 10 с.
11. Программа и методика селекции озимой мягкой пшеницы и тритикале // сост. Н. М. Комаров, Н. И. Соколенко. Михайловск: СНИИСХ, 2001. 102 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.
13. Комаров Н. М. Критерии оценки бесповторных номеров в бесповторных посевах // Зерновое хозяйство. 2005. № 8. С. 28–30.
14. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
15. Соколенко Н. И., Комаров Н. М., Годин Е. А., Дубина В. В., Худикова А. С. Селекционно-ориентированное изучение тритикале в условиях Северо-Кавказского региона // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 42–45.
16. Соколенко Н. И., Комаров Н. М. Оценка гомеостатичности и экологической пластичности сортов озимого ячменя, возделываемых на Ставрополье // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. № 3 (77). С. 76–79.

References

1. Dubina V. V., Batagova E. A., Maznitsina O. G., Fadeeva O. B., Nemashkalova E. S. The results of the State Commission on variety testing of the Stavropol territory for 2018. Recommendation production. Stavropol: News Bureau, 2018. 72 p.
2. Zhuchenko A. A. Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis). Vol. 1. Moscow: RUDN, 2001a. 780 p.
3. Khangildin V. V. Evaluation parameters of homeostasis of varieties and breeding lines in the cereal crops trials // Scientific and technical bulletin of WSGI. 1986. No. 2 (60). P. 36–41.
4. Pakudin V. Z. Evaluation parameters of ecological plasticity of varieties and hybrids // In book "The theory of selection in plant populations". Novosibirsk: Nauka. Siberian branch, 1976. P. 178–189.
5. Nettevich E. D. Selected works. Selection and seed production of spring crops. Nemchinovka. Research Institute CRNS, 2008. 348 p.
6. GOST 26213-91. Soils. Methods for determination of organic matter. Moscow: USSR Standardization and Metrology Committee, 1993. 8 p.
7. GOST 26107-84. Soils. Methods for determination of total nitrogen. Moscow: Standards publishing, 1984. 11 p.
8. GOST 26205-91. Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by Machigin method modified by CINAО. Moscow: USSR Standardization and Metrology Committee, 1993. 10 p.
9. GOST 27753-88. Greenhouse grounds. Method for determination of organic matter. Moscow: Standards publishing, 1988. 11 p.
10. GOST 27821-88. Soils. Determination of base absorption sum by Kappen method. Moscow: Standards publishing, 1988. 10 p.
11. Program and methods of breeding of winter common wheat and triticale // comp. N. M. Komarov, N. I. Sokolenko. Михайловск: SNIISH, 2001. 102 p.
12. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). 5th edition, revised and add. Moscow: Alliance, 2014. 351 p.
13. Komarov N. M. Evaluation criteria of non-repeating numbers in crops // Grain farming. 2005. No. 8. P. 28–30.
14. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
15. Sokolenko N. I., Komarov N. M., Godin E. A., Dubina V. V., Khudikova A. S. Breeding-oriented study of triticale under the conditions of the North-Caucasus region // Dostizheniya nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AIC). 2018. Vol. 32. No. 6. P. 42–45.
16. Sokolenko N. I., Komarov N. M. Evaluation of homeostatic and ecological plasticity of winter barley varieties cultivated in the Stavropol Region // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 3 (77). P. 76–79.

UDC 633.11«324»:631.526.32:631.529

Sokolenko N. I., Komarov N. M.

ADAPTIVE FEATURES OF WINTER WHEAT VARIETIES OF THE WORLD COLLECTION

Summary. *The creation of adaptive varieties of wheat is a difficult breeding task. It needs a further search for the source material among the genetic sources and donors of valuable traits. The aim of the research is to evaluate and identify genotypes with low yield variability, high homeostasis, and ecological plasticity among the varieties of the world collection of common winter wheat for further inclusion in the selection process. The studies were conducted in FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” in 2014–2018. 100 wheat varieties served as research material. The preceding crop in the experiment was black fallow. The square of fields was 1 m², single replication. Every tenth number in the experiment was the standard variety ‘Aivina’. Statistical processing of data was carried out according to B. A. Dospikhov methodology. Indicators of homeostasis (H_m) were calculated by V. V. Khangildin. Ecological plasticity (b_i) – by S. A. Eberhart, W. A. Russell in the edition of V. Z. Pakudin. According to the results of a five-year study, 9 most productive varieties were identified, the grain harvest of which exceeded 800 g/m². The average yield in the experiment was 633.9 g/m², the standard ‘Aivina’ – 721.6 g/m². Variety ‘Charmany’ from the United States significantly exceeded the yield of ‘Aivina’ (971.8 g/m²). Varieties ‘Avgusta’ (887 g/m²), ‘Samanta’ (873.4 g/m²), ‘Myrlena’ (859.0 g/m²), and ‘Kryzhinka’ (842.2 g/m²) were the most highly-productive. Variation in yield indicators by years was 7.67–29.2 %, for the standard variety ‘Aivina’ - 28.5%. A slight variation was observed for varieties ‘Avgusta’ (7.74 %), ‘Dobrina’ (7.67 %) and ‘Kryzhinka’ (9.18 %) that showed high homeostasis, respectively, 63.0; 48.6 and 66.9. Four groups of varieties were identified according to ecological plasticity. Varieties ‘Elegy’, ‘Charmany’, ‘Sara’, ‘Myrlena’ formed yield in full compliance with the changes of growing conditions (coefficient of the linear regression of b_i close to one). Varieties ‘Samanta’, ‘Sideral’ and standard ‘Aivina’ were well-responsive to improved conditions ($b_i > 1$), while ‘Avgusta’ and ‘Dobrina’ responded poorly to improved conditions ($b_i < 1$). Variety ‘Kryzhinka’ did not show any reaction to growing conditions ($b_i = 0$).*

Keywords: winter wheat (*Triticum L.*), variety, yield, adaptation, variability, homeostatic, ecological plasticity.

Соколенко Нина Ивановна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории отдаленной гибридизации ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: sokolenko-sniish@mail.ru.

Комаров Николай Михайлович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории отдаленной гибридизации ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: nickkomaroff@mail.ru.

Sokolenko Nina Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher of the Laboratory of distant hybridization, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”; 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Shpakovskiy district, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: sokolenko-sniish@mail.ru.

Komarov Nikolay Mikhailovich, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher of the Laboratory of distant hybridization, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”; 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Shpakovskiy district, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: nickkomaroff@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 17.09.2019.

Дата принятия к печати – 01.10.2019.