

Научная статья

УДК 631.527: 633.11«324»(571.13)

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-4-200-91-95

Оценка на адаптивность образцов озимой мягкой пшеницы селекции Омского аграрного научного центра

Владимир Михайлович Трипутин
Юрий Николаевич Кашуба
Андрей Николаевич Ковтуненко

ФГБНУ «Омский АНЦ»

Россия, 644012, г. Омск, проспект Королева, 26
vtriputin@mail.ru

Аннотация. В современных условиях важна роль адаптивных сортов, эффективно использующих биоклиматические ресурсы территории. Цель исследований заключалась в сравнении признака урожайности и показателей адаптивности образцов (сортов и линий) озимой мягкой пшеницы, созданных в Омском аграрном научном центре (АНЦ). Расчёт показателей адаптивности осуществлён по значениям урожайности номеров из конкурсного сортоиспытания (КСИ), изученных в 2017–2023 гг. Самую высокую урожайность в опытах имела линия 45/19 (5,21 т/га). Показатель пластичности у сортов озимой пшеницы был выше единицы ($b_i = 1,07–1,33$), а у линий – ниже единицы ($b_i = 0,77–0,93$). Сортам из данного набора КСИ больше подходит интенсивный фон возделывания, а линиям – экстенсивный. Линии в целом оказались стабильнее сортов ($\sigma^2_d = 0,09–0,14$ против $\sigma^2_d = 0,15–0,49$). При расчёте коэффициентов вариации установлено, что изменчивость урожайности у сортов была значительной ($V = 21,4–33,8\%$), а у линий – средней ($V = 14,9–18,6\%$). Линия 45/19 была лучшей по генетической гибкости ($X_{\min} + X_{\max} / 2 = 5,42$) и селекционной ценности ($Sc = 3,45$). Линия 48/19 выделялась по фактору стабильности ($SF = 1,51$) и гомеостатичности ($Hom = 15,38$). В соответствии со значениями показателей адаптивности линии 48/19 и 45/19 получили самый высокий ранг (2) среди всех образцов КСИ. Линии имели лучшие средние значения рангов, чем сорта (2–3 против 4–7), что можно объяснить результатом целенаправленного отбора нового и более перспективного материала (линий) в сравнении с ранее созданными в лаборатории сортами.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, линия, урожайность, адаптивность

Для цитирования: Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н. Оценка на адаптивность образцов озимой мягкой пшеницы селекции Омского аграрного научного центра // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 91–95.

Assessment of the adaptability of winter soft wheat samples from the Omsk Agricultural Research Center

Triputin V.M., senior researcher, PhD in agriculture

Kashuba Yu.N., senior researcher, PhD in agriculture

Kovtunenکو A.N., head of the lab., senior researcher, PhD in agriculture

Omsk Agrarian Scientific Center

26 Korolev Avenue, Omsk, 644012, Russia

vtriputin@mail.ru

Abstract. In modern conditions, the role of adaptive varieties that effectively use the bioclimatic resources of the environments is important. The purpose of the research was to compare the yield and the adaptability indicators of samples (varieties and lines) of winter soft wheat developed at the Omsk Agricultural Research Center (ARC). The calculation of adaptability indicators was carried out based on the yield values of the numbers from the competitive variety testing (CVT) studied in 2017–2023. The highest yield in the experiments was line 45/19 (5.21 t/ha). The plasticity index in winter wheat varieties was higher than one ($b_i = 1.07–1.33$), and in lines it was lower than one ($b_i = 0.77–0.93$). The varieties from this set of CVT are more suitable for an intensive cultivation background, and the lines are more extensive. The lines, in general, turned out to be more stable than the varieties ($\sigma^2_d = 0.09–0.14$ versus $\sigma^2_d = 0.15–0.49$). When calculating the coefficients of variation, it was found that the variability of yield in varieties was significant ($V = 21.4–33.8\%$), and in lines – average ($V = 14.9–18.6\%$). The 45/19 line was the best in terms of genetic flexibility ($X_{\min} + X_{\max} / 2 = 5.42$) and breeding value ($Sc = 3.45$). The 48/19 line was distinguished by the stability factor ($SF = 1.51$) and homeostaticity ($Hom = 15.38$). In accordance with the values of the adaptability indicators, lines 48/19 and 45/19 received the highest rank (2) among all samples of the CVT. The lines had better average rank values than the varieties (2–3 vs. 4–7), which can be explained by the result of purposeful selection of new and more promising material (lines) in comparison with previously created varieties in the laboratory.

Key words: winter wheat, variety, line, yield, adaptability

Введение. В современных условиях важна роль адаптивных сортов с повышенной экологической пластичностью, способных эффективно использовать биоклиматические ресурсы территории [1]. Предполагается, что ориентир на такие

сорта позволит обеспечить стабильное развитие сельскохозяйственного производства [2].

Для сортоиспытаний оценка стабильности и экологической пластичности является необходимым элементом исследований. Эти показатели дают информацию об устойчивости и приспособленности сортов к разнообразным условиям возделывания [3].

Цель наших исследований заключалась в сравнении признака урожайности и показателей адаптивности образцов (сортов и линий) озимой мягкой пшеницы, созданных в Омском аграрном научном центре (АНЦ).

Материалы и методы. Для характеристики образцов (сортов и линий) озимой мягкой пшеницы из конкурсного сортоиспытания (КСИ) использованы значения урожайности за период 2017–2023 гг. В опыты были включены ранее созданные в лаборатории селекции озимых культур сорта (Омская 4, Прииртышская, Прииртышская 2, Прииртышская 3) и наиболее перспективные линии, выделившиеся по урожайности. Согласно схеме селекционного процесса, используемой в нашей лаборатории, в КСИ испытываются линии озимой пшеницы старших поколений, начиная с F₉.

Исследования проведены в зоне южной лесостепи Омской области. Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный, среднегумусовый, среднемоощный, тяжелосуглинистый. В соответствии с зональными рекомендациями [4] технология возделывания состоит из плоскорезной обработки на глубину 10–12 см и комплексной химизации (внесение удобрений до посева и весной, обработка гербицидами).

Посев КСИ осуществлялся в оптимальные сроки (конец августа) на делянках площадью 15 м². Стандарт – сорт Омская 4. Повторность трёхкратная. Норма высева 5 млн всхожих зёрен/га. Предшественник – чистый пар. При проведении опытов руководствовались методикой

Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [5].

Статистическая обработка данных опытов с расчётом коэффициента вариации (V) проведена по методике, изложенной Б.А. Доспеховым [6]. Показатели пластичности (b_i) и стабильности (σ^2_d) определяли по S.A. Eberhart, W.A. Russell [7], генетической гибкости ($x_{\min} + x_{\max}/2$) – по А.А. Гончаренко [8], фактора стабильности (SF) – по D. Lewis [9], гомеостатичности (Hom) и селекционной ценности (Sc) – по В.В. Хангильдину, Н.А. Литвиненко [10].

Погодные условия в годы проведения исследований охарактеризованы по значениям гидротермического коэффициента (ГТК). К норме климатических наблюдений (ГТК = 1,01) ближе всех оказались слабо засушливые 2018 и 2019 гг. (ГТК = 1,19 и 1,09 соответственно). Засушливыми являлись 2017 и 2023 гг. (ГТК = 0,81 и 0,78 соответственно). Очень засушливыми были 2020, 2021 и 2022 гг. (ГТК = 0,59; 0,55 и 0,52 соответственно). Таким образом, в период исследований преобладали засушливые условия.

Результаты и обсуждение. Наиболее урожайной в наших опытах оказалась линия 45/19 со средним значением данного показателя 5,21 т/га (табл. 1). Она наряду с сортом Прииртышская 3 (5,15 т/га), линиями 46/19 (5,17 т/га), 47/19 (5,16 т/га), 48/19 (5,14 т/га) достоверно превосходила стандарт Омская 4 (4,01 т/га) и сорта Прииртышская (4,40 т/га), Прииртышская 2 (4,92 т/га).

В соответствии с методом S.A. Eberhart, W.A. Russell образцы со значением $b_i > 1$ подходят для интенсивного фона, а со значением $b_i < 1$ – для экстенсивного фона [11]. В наших исследованиях у сортов озимой пшеницы показатель пластичности был выше единицы ($b_i = 1,07–1,33$), а у линий – ниже единицы ($b_i = 0,77–0,93$). Таким образом, из данного набора форм КСИ более требовательными к условиям возделывания оказались сорта озимой пшеницы. Линии озимой пшеницы слабее реагировали на изменение условий среды.

Урожайность и статистические показатели адаптивности образцов озимой мягкой пшеницы по результатам изучения в КСИ

ФГБНУ Омский АНЦ, 2017–2023 гг.

Сорт, линия	Урожайность, т/га	b_i	σ^2_d	V, %	$\frac{x_{\min} + x_{\max}}{2}$	SF	Ном	Sc
Омская 4	4,01	1,33	0,15	33,8	4,35	2,46	3,22	1,63
Прииртышская	4,40	1,17	0,24	28,3	4,37	2,20	4,73	2,00
Прииртышская 2	4,92	1,11	0,49	25,9	5,28	1,88	5,88	2,62
Прииртышская 3	5,15	1,07	0,15	21,4	5,10	1,91	7,53	2,70
Линия 45/19	5,21	0,83	0,14	17,3	5,42	1,68	13,11	3,45
Линия 46/19	5,17	0,77	0,11	14,9	5,18	1,59	14,75	3,26
Линия 47/19	5,16	0,93	0,14	18,6	5,24	1,69	10,37	3,06
Линия 48/19	5,14	0,78	0,09	15,5	5,26	1,51	15,38	3,40
НСР ₀₅	0,18	-	-	-	-	-	-	-

Относительную стабильность урожайности имели линии 48/19 ($\sigma^2_d = 0,09$) и 46/19 ($\sigma^2_d = 0,11$). Менее стабильными были сорта Прииртышская 2 ($\sigma^2_d = 0,49$) и Прииртышская ($\sigma^2_d = 0,24$). Для всех остальных образцов значения данного параметра менялись в узком интервале ($\sigma^2_d = 0,14$ – $0,15$). Стабильность линий в целом выше, чем у сортов ($\sigma^2_d = 0,09$ – $0,14$ против $\sigma^2_d = 0,15$ – $0,49$).

Расчёт коэффициентов вариации позволил установить, что у сортов изменчивость урожайности являлась значительной ($V = 21,4$ – $33,8$ %), а у линий – средней ($V = 14,9$ – $18,6$ %). Линии 46/19 и 48/19 характеризовались наименьшими значениями изменчивости ($V = 14,9$ % и $15,5$ % соответственно).

При расчёте генетической гибкости ($x_{\min} + x_{\max}/2$) используют максимальное и минимальное значения изучаемого признака. К лучшим относят номера с наиболее высокими значениями этого показателя. В наших опытах по генетической гибкости выделяется линия 45/19 ($x_{\min} + x_{\max}/2 = 5,42$).

Фактор стабильности (SF) представляет собой отношение максимального значения признака к минимальному (x_{\max}/x_{\min}). По этому показателю предпочтение получают номера с наименьшими значениями. В изученном наборе образцов относительно самый низкий фактор стабильности у линии 48/19 (SF = 1,51). Значения

фактора стабильности у линий были лучше, чем у сортов (SF = 1,51–1,69 против SF = 1,88–2,46).

Для расчёта гомеостатичности (Ном) используются среднее значение признака (x), его среднее квадратическое отклонение (σ), максимальное (x_{\max}) и минимальное (x_{\min}) значения: $\text{Ном} = x^2/\sigma (x_{\max} - x_{\min})$. В наших исследованиях по этому показателю лучшей является линия 48/19 (Ном = 15,38). Несколько уступала ей линия 46/19 (Ном = 14,75). Линии характеризовались более высокими значениями гомеостатичности в сравнении с сортами (10,37–15,38 против 3,22–7,53)

Селекционная ценность (Sc) определяется по среднему, минимальному и максимальному значениям урожайности: $Sc = x \cdot x_{\min}/x_{\max}$. Среди изученных номеров КСИ линия 45/19 выделяется по селекционной ценности (Sc = 3,45). Также можно отметить линию 48/19 (Sc = 3,40). Селекционная ценность линий была выше, чем у сортов (3,06–3,45 против 1,63–2,70).

При использовании нескольких методов оценки адаптивности подходит ранжирование в соответствии со значениями показателей [1; 12; 13]. Каждый образец получает своё место (ранг) в соответствии со значением параметра адаптивности. По показателю пластичности (b_i) присвоение ранга проводится с учётом близости его значения к единице [14]. Для определения

наиболее адаптивных образцов допустим расчёт среднего значения ранга [1].

Присвоение рангов в соответствии со значениями параметров адаптивности и последующий расчёт среднего ранга показал, что самое лучшее его значение (2)

имеют линии 48/19 и 45/19 (табл. 2). Данные линии могут послужить основой для выведения новых сортов. Линия 45/19 выделялась по адаптивности урожайности и в предыдущих исследованиях [15].

Таблица 2

Ранжирование по данным урожайности и статистическим показателям адаптивности образцов озимой мягкой пшеницы в КСИ

ФГБНУ Омский АНЦ, 2017–2023 гг.

Сорт, линия	Ранг по								Средний ранг
	урожайности	b_i	σ^2_d	V, %	$\frac{X_{min} + X_{max}}{2}$	SF	Hom	Sc	
Омская 4	8	5	4	8	8	8	8	8	7
Прииртышская	7	3	5	7	7	7	7	7	6
Прииртышская 2	6	2	6	6	2	5	6	6	5
Прииртышская 3	4	1	4	5	6	6	5	5	4
Линия 45/19	1	3	3	3	1	3	3	1	2
Линия 46/19	2	4	2	1	5	2	2	3	3
Линия 47/19	3	1	3	4	4	4	4	4	3
Линия 48/19	5	2	1	2	3	1	1	2	2

Исходя из средних значений рангов в данном наборе образцов КСИ адаптивность линий озимой пшеницы была выше, чем у сортов (2–3 против 4–7 соответственно). Это можно объяснить результатом целенаправленного отбора по урожайности нового и более перспективного материала (линий) в сравнении с ранее созданными в лаборатории сортами.

Заключение. В сортоиспытании озимой мягкой пшеницы, проведённом на слабо выщелоченном чернозёме южной лесостепи Омской области в 2017–2023 гг. с применением зональной технологии, высокой адаптивностью характеризовались линии 48/19 и 45/19. У них самое лучшее значение среднего ранга (2), рассчитанное при использовании показателя урожайности зерна и нескольких методов оценок адаптивности. Данные линии наиболее перспективны для использования в селекции озимой мягкой пшеницы при создании новых сортов.

Список литературы

1. Мозговой С.С., Пантюхов И.В., Келер В.В. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края // Вестник Красноярского ГАУ. – 2020. – № 9. – С. 121–128.
2. Барковская Т.А., Гладышева О.В. Адаптивные свойства и экологическая пластичность перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25. – № 1. – С. 35–42. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.1.35.
3. Новикова А.А., Пустовалова А.А., Емельянова А.А., Гречишкина О.С., Мишенина Т.А., Замерзляк М.В. Результаты исследования свойств стабильности и пластичности твёрдых сортов пшеницы Оренбургской области // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 4. – С. 246–257. DOI: 10.33284/2658-3135-105-4-246.
4. Система адаптивного земледелия Омской области. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. – 522 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Выпуск второй. – М., 1989. – 194 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. – 1966. – Vol. 6. – P. 36–40.

8. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.

9. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*. – 1954. – Vol. 8. – P. 333–356.

10. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-тех. бюл. ВСГИ. – 1981. – Вып. 1. – С. 8–14.

11. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ (метод. рек-ции) / СибНИИСХ; подгот.: В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. – Новосибирск, 1984. – 24 с.

12. Набатова Н.А., Уткина Е.И., Парфенова Е.С., Шамова М.Г., Псарева Е.А., Жукова М.Н. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по экологической устойчивости в условиях Кировской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2022. – Т. 23. – № 5. – С. 655–665. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.655-665.

13. Полонский В.И., Сумина А.В., Герасимов С.А. Адаптивность образцов ячменя по содержанию жира в зерне в условиях Красноярской лесостепи // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2023. – Т. 18. – № 2. – С. 153–162. DOI: 10.22363/2312-797X.2023-18-2-153-162.

14. Cheshkova A.F., Stepochkin P.I., Aleynikov A.F., Grebennikova I.G., Ponomarenko V.I. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2020. – Vol. 24. – No. 3. – P. 267–275. DOI: 10.18699/VJ20.619.

15. Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н. Оценка образцов озимой пшеницы по показателям адаптивности // *Итоги и перспективы развития Сибирского земледелия: материалы Всероссийской науч.-практ. конференции*. – Омск, 2023. – С. 161–164.

5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // *Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury*. Vypusk vtoroy. – M., 1989. – 194 s.

6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Alyans, 2014. – 351 s.

7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Science*. – 1966. – Vol. 6. – P. 36–40.

8. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kul'tur // *Vestnik RASKhN*. – 2005. – № 6. – S. 49–53.

9. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*. – 1954. – Vol. 8. – P. 333–356.

10. Khangil'din V.V., Litvinenko N.A. Gomeostaticnost' i adaptivnost' sortov ozimoy pshenitsy // *Nauch.-tekh. byul. VSGI*. – 1981. – Vyp. 1. – S. 8–14.

11. Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz (metod. rek-tsii) / SibNIISKH; podgot.: V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapaga. – Novosibirsk, 1984. – 24 s.

12. Nabatova N.A., Utkina E.I., Parfenova E.S., Shamova M.G., Psareva E.A., Zhukova M.N. Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoy rzhii po ekologicheskoy ustoychivosti v usloviyakh Kirovskoy oblasti // *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*. – 2022. – Т. 23. – № 5. – S. 655–665. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.655-665.

13. Polonskiy V.I., Sumina A.V., Gerasimov S.A. Adaptivnost' obraztsov yachmenya po sodержaniyu zhira v zerne v usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi // *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*. – 2023. – Т. 18. – № 2. – С. 153–162. DOI: 10.22363/2312-797X.2023-18-2-153-162.

14. Cheshkova A.F., Stepochkin P.I., Aleynikov A.F., Grebennikova I.G., Ponomarenko V.I. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2020. – Vol. 24. – No. 3. – P. 267–275. DOI: 10.18699/VJ20.619.

15. Triputin V.M., Kashuba Yu.N., Kovtunenka A.N. Otsenka obraztsov ozimoy pshenitsy po pokazatelyam adaptivnosti // *Itogi i perspektivy razvitiya Sibirskogo zemledeliya: materialy Vserossiyskoy nauch.-prakt. konferentsii*. – Omsk, 2023. – S. 161–164.

References

1. Mozgovoy S.S., Pantyukhov I.V., Keler V.V. Ekologicheskaya plastichnost' sortov yarovoy pshenitsy v lesostepi Krasnoyarskogo kraya // *Vestnik Krasnoyarskogo GAU*. – 2020. – № 9. – S. 121–128.

2. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V. Adaptivnye svoystva i ekologicheskaya plastichnost' perspektivnykh liniy yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya Rossii // *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*. – 2024. – Т. 25. – № 1. – S. 35–42. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.1.35.

3. Novikova A.A., Pustovalova A.A., Emel'yanova A.A., Grechishkina O.S., Mishenina T.A., Zamerzlyak M.V. Rezul'taty issledovaniya svoystv stabil'nosti i plastichnosti tverdykh sortov pshenitsy Orenburgskoy oblasti // *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. – 2022. – Т. 105. – № 4. – S. 246–257. DOI: 10.33284/2658-3135-105-4-246.

4. Sistema adaptivnogo zemledeliya Omskoy oblasti. – Omsk: FGBNU «Omskiy ANT», Izd-vo IP Maksheevoy E.A., 2020. – 522 s.

Сведения об авторах

В.М. Трипутин, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Ю.Н. Кашуба, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

А.Н. Ковтуненко, зав. лаб., ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Получено/Received

08.10.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

14.10.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

23.10.2024

Принято/Accepted

31.10.2024

Manuscript on-line

25.12.2024