

АДАПТИВНІСТЬ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L.

І. П. ДЮРДІЄВА, кандидат сільськогосподарських наук

О. П. СЕРЖУК, кандидат сільськогосподарських наук

М. М. БАБІЙ, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет садівництва

У статті проаналізовано показники адаптивності зразків пшениці спельта озимої, створених за міжвидової гібридизації в умовах Уманського національного університету садівництва. В результаті проведених досліджень виділено зразки 66, 124, 1786, 1817 що характеризуються високою екологічною пластичністю, гомеостатичністю та селекційною цінністю.

Ключові слова: екологічна пластичність, стабільність, гомеостатичність, селекційна цінність.

Постановка проблеми. Стратегічним завданням сучасної селекції є створення нових сортів, що здатні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс певного регіону, виявляти толерантність до стресових умов вирощування та забезпечувати достатньо високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності. Варіабельність ґрунтово-кліматичних умов і значні коливання гідротермічних показників істотно впливають на рівень прояву окремих показників, зокрема, врожайності. Тому, адаптивна селекція набуває вагомого значення, оскільки високоадаптивні сорти є невід'ємною складовою забезпечення стабільно високих врожаїв за різних умов вирощування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нині найпоширенішим способом комплексного оцінювання адаптивності сорту є аналіз урожайності за контрастних умов вирощування або впродовж кількох років, що суттєво відрізняються за погодними умовами [1, 2]. Відомо декілька методів оцінки адаптивності, пластичності і стабільності сортів [3, 4], що передбачають реєстрацію значень кількісних ознак щонайменше на двох контрастних фонах. Щоб повніше проаналізувати адаптивність сорти та охопити весь спектр агрокліматичних умов майбутнього ареалу розповсюдження генотипу, можна в одній екологічній зоні моделювати різні метеорологічні умови сівбою селекційного матеріалу в різні строки з інтервалом 10 днів [5].

Важливою характеристикою адаптивності сорту є гомеостатичність, що визначає здатність генотипу підтримувати стабільність протікання фізіологічних процесів на які впливають умови навколишнього середовища та зводити до мінімуму вплив стресових чинників довкілля [6]. Визначення параметрів

гомеостатичності дозволяє проаналізувати рівень продуктивності за середнім значенням та визначити норму реакції на зміни умов середовища. Селекційна цінність характеризує рівень генетичного потенціалу сорту за екологічною адаптивністю. Чим вищий рівень гомеостатичності (Ном) і селекційної цінності (Sc), тим ціннішим і стабільнішим є досліджуваний матеріал за мінливих умов вирощування [7]. Успіх селекційного процесу в цьому напрямі потребує залучення найцінніших генотипів за параметрами адаптивності. Пошук та виділення нових високоадаптивних джерел пшениці спельта є актуальним завданням.

В Уманському національному університеті садівництва проведено низку досліджень з гібридизації пшениці м'якої та пшениці спельта, що дало можливість із отриманого різноманіття селекційних матеріалів сформувати колекцію зразків, що різняться за показниками продуктивності та адаптивним потенціалом. **Метою** досліджень було проаналізувати рівень адаптивності зразків пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. та виділити перспективні генотипи для залучення їх до селекційного процесу створення високоадаптивних сортів культури.

Методика досліджень. Дослідження проведено впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва, розташованого в зоні Правобережного Лісостепу України, підзоні нестійкого зволоження. Об'єктом досліджень були 27 зразків пшениці спельта, створені за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. Стандартом слугував сорт пшениці спельта озимої Зоря України.

У дослідженнях застосовували загальноприйнятту технологію вирощування озимих зернових культур. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – третя декада вересня. У роботі використовували систематичний метод розміщення ділянок за чотириразової повторності. Погодні умови в період проведення досліджень суттєво відрізнялися від середньобагаторічних показників за вологозабезпеченістю та температурним режимом. У 2017–2018 сільськогосподарському році випало 608,2 мм опадів, у 2018–2019 р. – 495,4 мм, у 2019–2020 р. – 419,2 мм за середньобагаторічної норми 586 мм. При цьому впродовж всього періоду досліджень фіксували збільшення температури повітря відносно норми на 0,7–1,8 °С.

Екологічну пластичність (b_i) і стабільність (S^2_{di}) оцінювали за методикою S. A. Eberhardt та W. A. Russell [8]. Високопластичними вважали генотипи з коефіцієнтом регресії $b_i > 1$. Форми, у яких $b_i = 0$ є середньопластичними, а $b_i < 1$ – низькопластичними. Гомеостатичність (Ном) і селекційну цінність (Sc) розраховували за Finlay K. W. та Wilkinson G. N. [9]. Кількісні показники гомеостатичності і селекційної цінності розподіляли на три категорії (К): високу (1), середню (2) і низьку (3) з рівними дискретними діапазонами. Експериментальні дані аналізували статистично з використанням програми Microsoft Excel 2010. Найменшу істотну різницю ($HP_{0,95}$) і розраховували за методикою В. О. Єщенко зі співавторами [10].

Результати досліджень. В процесі наших досліджень визначено екологічну пластичність і стабільність створених форм пшениці спельта озимої. Екологічна пластичність (b_i) характеризує здатність генотипу забезпечувати високу врожайність за контрастних умов вирощування. Вона визначає ступінь адаптивності сорту і практичну цінність для селекції [11]. Екологічна стабільність (S^2_{di}) характеризує регулярність норми реакції генотипу та відтворюваність її модифікаційної мінливості [4]. Зростання екологічної пластичності сорту часто призводить до зниження його стабільності [4, 11].

За результатами оцінки врожайності зерна зразків пшениці спельта озимої встановлено, що в середньому за 2018–2020 рр. варіювала в межах 3,97–6,45 т/га (табл. 1).

Табл. 1. Екологічна пластичність (b_i) і стабільність (S^2_{di}) зразків пшениці спельта озимої за врожайністю, 2018–2020 рр.

Генотип	Врожайність, т/га			Середнє	Параметри стабільності	
	2018	2019	2020		b_i	S^2_{di}
Зоря України (st)	5,98	5,49	4,96	5,48	0,97	0,017
13	4,42	4,02	3,41	3,97	0,97	0,017
15	5,08	4,81	4,21	4,74	0,84	0,013
25	4,98	4,54	3,87	4,48	1,06	0,020
40	4,58	4,45	3,42	4,26	1,15	0,034
66	4,85	4,35	3,53	4,27	1,27	0,029
76	5,72	5,19	4,56	5,15	1,10	0,028
86	5,79	5,19	4,65	5,21	1,08	0,019
95	6,15	5,62	5,17	5,65	0,92	0,014
124	5,05	4,56	3,78	4,49	1,22	0,037
127	5,12	4,59	4,14	4,62	0,92	0,073
128	5,38	4,98	4,40	4,92	0,94	0,020
155	5,94	5,34	4,81	5,36	1,07	0,019
165	5,15	4,62	4,17	4,65	0,92	0,021
184	4,62	4,58	3,58	4,34	1,04	0,025
1559	6,27	5,87*	5,11	5,78	1,12	0,050
1674	5,74	5,24	4,64	5,22	1,05	0,050
1691	6,27	5,64	5,39*	5,77	0,81	0,011
1694	5,12	4,65	4,01	4,61	0,67	0,016
1695	6,91*	6,48*	5,95*	6,45	0,91	0,014
1721	5,29	4,77	4,31	4,79	0,92	0,017
1725	6,22	5,82*	5,05	5,70	1,13	0,025
1730	5,36	4,84	4,38	4,86	0,92	0,141
1755	5,87	5,28	4,74	5,29	1,07	0,019
1786	5,78	5,12	4,54	5,14	1,17	0,025
1817	6,47*	5,87*	5,04	5,81	1,37	0,033
<i>НІР₀₅</i>	0,30	0,27	0,30	—		

Примітка: * – істотне збільшення врожайності відносно стандарту

Найвищою врожайністю вирізнялися зразки 1559 (5,78 т/га), 1645 (6,45 т/га), 1725 (5,70 т/га) і 1817 (5,81 т/га). Розрахунки екологічної пластичності

досліджуваних зразків показали, що зразки пшениці спельта озимої 40 ($b_i = 1,15$), 66 ($b_i = 1,27$), 1559 ($b_i = 1,12$), 1725 ($b_i = 1,13$), 1755 ($b_i = 1,07$), 1786 ($b_i = 1,17$), 1817 ($b_i = 1,37$), є високопластичними. Розрахунки екологічної стабільності показали, що найстабільнішими є зразки 13 і 1721 ($S^2_{di} = 0,017$), 15 ($S^2_{di} = 0,013$), 95 і 1695 ($S^2_{di} = 0,014$), 1691 ($S^2_{di} = 0,011$), 1694 ($S^2_{di} = 0,016$).

Гомеостаз – це здатність генотипу зводити до мінімуму негативний вплив стресових чинників довкілля. Визначення гомеостатичності (Ном) дозволяє оцінити рівень продуктивності і визначити норму реакції генотипу на зміни умов вирощування. Гомеостатичність розраховують за аналізу вихідного матеріалу різного еколого-географічного походження і визначення селекційної цінності ліній та сортів [6]. Чим вищою є гомеостатичність, тим більш значущим і стабільнішим є досліджуваний матеріал за мінливих умов вирощування. Селекційна цінність характеризує генетичний потенціал сорту за параметрами адаптивності [7].

У створених зразків пшениці спельта озимої відмічено високий рівень гомеостатичності, що вказує на їх високу стресостійкість і пристосованість до різних умов вирощування (табл. 2).

Табл. 2. Параметри адаптивності зразків пшениці спельта озимої, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Ном–К	Sc	V, %	As, %
Зоря України (st)	235,9–1	6,6	4,7	95,3
13	121,6–2	5,1	6,6	93,4
15	170,4–2	5,7	4,8	95,2
25	155,3–2	5,7	6,4	93,6
40	108,2–3	5,6	8,9	91,1
66	140,1–2	5,8	8,0	92,0
76	184,5–2	6,5	6,5	93,5
86	223,9–2	6,5	5,3	94,7
95	266,1–1	6,7	4,2	95,8
124	131,1–2	6,0	8,6	91,4
127	77,3–3	5,7	11,7	88,3
128	166,3–2	6,0	5,8	94,2
155	238,3–1	6,6	5,1	94,9
165	147,6–2	5,7	6,2	93,8
184	119,4–3	5,5	7,4	92,6
1559	170,9–2	7,1	7,8	92,2
1674	133,4–2	6,4	8,6	91,4
1694	15,9–3	4,4	5,9	94,1
1691	283,0–1	6,7	3,6	96,4
1695	342,2–1	7,5	3,6	96,4
1721	173,3–2	5,9	5,4	94,6
1725	241,0–1	7,0	5,5	94,5
1730	61,6–3	5,9	15,5	84,5
1755	230,1–1	6,6	5,2	94,8
1786	209,3–2	6,6	6,1	93,9
1817	262,4–1	7,4	6,3	93,7

Позитивно вирізнялися зразки 95 (Ном = 266,1), 155 (Ном = 238,3), 1691 (Ном = 283,0), 1695 (Ном = 342,2), 1725 (Ном = 241,0), 1755 (Ном = 230,1), 1817 (Ном = 262,4). Показник селекційної цінності дозволив виділити зразки, що характеризуються стабільно високою або середньою врожайністю в контрастних умовах вирощування. Серед апробованих генотипів найвищі показники селекційної цінності мали зразки 76 (Sc = 6,5), 95 (Sc = 6,7), 155 (Sc = 6,5), 1674 (Sc = 6,4), 1691 (Sc = 6,7), 1695 (Sc = 7,5), 1725 (Sc = 7,0), 1817 (Sc = 7,4). Варто відзначити зразки 95, 155, 1691, 1695, 1725 і 1817, що вдало поєднують високу гомеостатичність, селекційну цінність та агрономічну стабільність.

Висновки. Розрахунок параметрів адаптивності дозволив диференціювати створені зразки пшениці за нормою реакції на зміну умов вирощування та адаптивним потенціалом. Виділено зразки пшениці спельта озимої 66, 124, 1786, 1817 що характеризуються високою екологічною пластичністю ($b_1 = 1,17-1,27$), гомеостатичністю (Ном = 131,1–262,4) та селекційною цінністю (Sc = 6,0–7,4). Отримані зразки доцільно використовувати вихідним матеріалом в селекції на адаптивність.

Література:

1. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Хамула В. С. Оцінка адаптивної здатності сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 3–11.
2. Уліч О. Л., Терещенко Ю. Ф. Адаптивні сорти пшениці озимої для підзони переходу лісостепу в степ. *Агроном*. 2018. С. 96–102.
3. Василюк П. М. Оцінка стабільності та пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 15–18.
4. Москалець Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екотопу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2015. № 1. С. 51–55.
5. Ярош А. В., Рябчун В. К. Адаптивність озимої м'якої пшениці за параметрами гомеостатичності та селекційної цінності. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 28. С. 36–47.
6. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Гомеостатичність та селекційна цінність колекційних зразків пшениці м'якої ярої для умов лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 85–93.
7. Демидов О. А., Хоменко С. О., Чугункова Т. В., Федоренко І. В. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2019. №9 (798). С. 47–51. doi:10.31073/agrovisnyk201909-07.
8. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. V. 6. № 1. P. 34–40.
9. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The Analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963. № 14. P. 742–754. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9630742>.
10. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

11. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Лисікова В. М. Адаптивна система селекції сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 3. С. 38–41.

References:

1. Burdenyuk-Tarasevich, L. A., Dubova, O. A., Khamula, V. S. (2012). Assessment of the adaptive capacity of soft winter wheat varieties in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine. *Breeding and seed production*, issue 101, pp. 3–11. [in Ukrainian].

2. Ulich, O. L., Tereshchenko, Yu. F. (2018). Adaptive varieties of winter wheat for the subzone of the transition from forest-steppe to steppe. *Agronomist*, pp. 96–102. [in Ukrainian].

3. Vasylyuk, P. M. (2014). Assessment of stability and plasticity of productivity and quality indicators of new varieties of soft winter wheat in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Varietal study and protection of rights to plant varieties*, no. 1, pp. 15–18. [in Ukrainian].

4. Moskalets, T. Z. (2015). Manifestation of stability and plasticity of soft winter wheat genotypes in the conditions of the forest-steppe ecotope. *Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, no. 1, pp. 51–55. [in Ukrainian].

5. Yarosh, A. V., Ryabchun, V. K. (2021). Adaptability of winter soft wheat according to homeostatic parameters and breeding value. *Genetic resources of plants*, no. 28, pp. 36–47. [in Ukrainian].

6. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V. (2016). Homeostaticity and selection value of collection samples of soft spring wheat for the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Myronivsky herald*, issue 3, pp. 85–93. [in Ukrainian].

7. Demidov, O. A., Khomenko, S. O., Chugunkova, T. V., Fedorenko, I. V. (2019). Yield and homeostaticity of collection samples of spring wheat. *Herald of Agrarian Science*, no. 9 (798), pp. 47–51. doi:10.31073/agrovisnyk201909-07. [in Ukrainian].

8. Eberhart, S. A., Russel, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, v. 6, no. 1, pp. 34–40.

9. Finlay, K. W., Wilkinson, G. N. (1963). The Analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Program. *Australian Journal of Agricultural Research*, no. 14, pp. 742–754. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9630742>.

10. Yeschenko, V. O., Kopytko, P. G., Kostogryz, P. V., Opryshko, V. P. (2014). Fundamentals of scientific research in agronomy. Vinnytsia: TD "Edelweiss and K". 332 p. [in Ukrainian].

11. Burdenyuk-Tarasevich, L. A., Dubova, O. A., Lysikova, V. M. (2012). Adaptive system of selection of soft winter wheat varieties. *Herald of Agrarian Science*, no. 3, pp. 38–41. [in Ukrainian].

Annotation

Diordiieva I. P., Serzhuk O. P., Babii M. M.

Adaptability of spelt winter wheat samples created by hybridization of *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.

*The aim of the research was to analyze the level of adaptability of winter spelt wheat samples created by hybridization of *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.*

and to identify promising genotypes for their involvement in the selection process of creating highly adaptive crop varieties. According to the results of the assessment of the grain yield of winter spele wheat samples, it was established that it varied in the range of 3.97–6.45 t/ha on average for 2018–2020. Samples 1645 (6.45 t/ha), 1817 (5.81 t/ha), 1559 (5.78 t/ha) and 1725 (5.70 t/ha) were distinguished by the highest yield.

Calculations of ecological plasticity of the studied samples showed that winter spele wheat samples 1817 ($b_i = 1.37$), 66 ($b_i = 1.27$), 1786 ($b_i = 1.17$), 40 ($b_i = 1.15$), 47 ($b_i = 1.11$), 1559 ($b_i = 1.12$), 1725 ($b_i = 1.13$), 1755 ($b_i = 1.07$) are highly plastic. Calculations of environmental stability showed that the most stable samples are 15 ($S^2_{di} = 0.013$), 95 and 1695 ($S^2_{di} = 0.014$), 1691 ($S^2_{di} = 0.011$), 1694 ($S^2_{di} = 0.016$), 13 and 1721 ($S^2_{di} = 0.017$). High homeostaticity was recorded in samples 95 ($Hom = 266.1$), 155 ($Hom = 238.3$), 1691 ($Hom = 283.0$), 1695 ($Hom = 342.2$), 1725 ($Hom = 241.0$), 1755 ($Hom = 230.1$), 1817 ($Hom = 262.4$). samples 76 ($Sc = 6.5$), 95 ($Sc = 6.7$), 108 ($Sc = 6.5$), 155 ($Sc = 6.5$), 1674 ($Sc = 6.4$) had the highest selection values, 1691 ($Sc = 6.7$), 1695 ($Sc = 7.5$), 1725 ($Sc = 7.0$), 1817 ($Sc = 7.4$). Samples of winter spelled wheat 66, 124, 1786, 1817 characterized by high ecological plasticity ($b_i = 1.17$ – 1.27), homeostaticity ($Hom = 131.1$ – 262.4) and breeding value ($Sc = 6.0$ – 7.4) were selected. It is expedient to use the obtained samples as source material in selection for adaptability.

Key words: ecological plasticity, stability, homeostaticity, selection value.