

І. П. Діордієва, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

АДАПТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРТОЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА

Подано результати досліджень з визначення показників гомеостатичності, селекційної цінності та мінливості сортозразків пшениці спельти за кількісними ознаками якості зерна і проведено їх диференціацію за рівнем адаптивного потенціалу.

Ключові слова: *пшениця спельта, маса 1000 зерен, вміст клейковини, вміст білка, гомеостатичність, селекційна цінність.*

Стратегічним завданням сучасної селекції є створення нових сортів, які здатні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс певного регіону, виявляти толерантність до стресових умов вирощування та забезпечувати достатньо високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності [1]. Основні параметри середовища залежать від зони випробувань, але мають значні коливання залежно від умов вегетаційного періоду та набору досліджуваних генотипів [2]. Адаптивність сортів до умов середовища оцінюється на основі аналізу врожаю зерна за декілька років контрастних за погодними умовами або випробування їх у різних ґрунтово-кліматичних зонах [3–5]. Важливим аспектом селекційної роботи є адаптивна спрямованість реалізації генотипами комплексу специфічних ознак [6].

Спроби розробити єдиний комплексний параметр для одночасної оцінки та порівняння стабільності ознаки за її значеннями зроблено окремими дослідниками [3, 7–9]. Так, Д. Левіс [9] використовував з цією метою відношення максимального до мінімального значення ознаки зразка з різних місць випробування. І. Лангер зі співавторами [10] використовували не відношення, а різницю цих величин. Проте найбільш комплексним поняттям є гомеостаз розвитку, який характеризує пристосувальну властивість генотипу підтримувати стабільність процесів саморегуляції, які порушуються змінами умов зовнішнього середовища. Механізм гомеостазу визначає межі мінливості та характер продукційних процесів у межах генетичної норми реакції рослин [11]. Селекціонери розглядають явище гомеостазу як лабільну оборотну здатність генотипу управляти своїм ростом і розвитком так, щоб звести до мінімуму наслідки несприятливої дії факторів зовнішнього середовища [12]. Визначення гомеостатичності сортів дає змогу не тільки оцінювати їх продуктивність за середньою врожайністю, а й визначити норму їх реакції на зміну умов навколишнього середовища [13].

Метою наших досліджень було визначення показників гомеостатичності, селекційної цінності та мінливості сортозразків пшениці спельти за кількісними ознаками якості зерна з метою їх диференціації за рівнем адаптивного потенціалу.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2015—2017 рр. Об'єктом досліджень були 14 сортозразків пшениці спельти озимої, створених методом віддаленої гібридизації з пшеницею м'якою в Уманському НУС. Повторність досліду чотириразова. Фенологічні обліки та спостереження, а також визначення показників якості зерна, зокрема маси 1000 зерен, вмісту клейковини та білка, проводили відповідно до «Методики державної науково-технічної експертизи сортів рослин» [14]. Статистичний аналіз проводили методом дисперсійного аналізу за Е. Р. Ермантраутом [15] з використанням прикладної програми MS Excel.

Для обчислення показників гомеостатичності та селекційної цінності застосовували методику В. В. Хангильдіна та Н. А. Литвиненка [16], які запропонували використовувати контрастні умови для розвитку рослин – оптимальний і лімітований та проводити розрахунки за наступними формулами:

$$Hom = X^2 / \sigma(X_{opt} - X_{lim});$$
$$Sc = X (X_{lim} / X_{opt})$$

де *Hom* – гомеостатичність, *X*, *X_{opt}*, *X_{lim}* – узагальнена за генотипом середня арифметична, оптимальна і лімітована середні величини ознак відповідно, σ – середнє квадратичне відхилення, а *Sc* – показник селекційної цінності. За *X_{lim}* взяли найнижче значення ознаки в роки досліджень, а за *X_{opt}* – найвище.

Для аналізу кількісних показників гомеостатичності і селекційної цінності їх цифрові значення розбивали на три категорії: високу, середню і низьку з рівними дискретними діапазонами, позначивши категорію як К.

Результати досліджень. Аналіз результатів визначення маси 1000 зерен показав незначну різницю цього показника у роки з лімітованими і оптимальними умовами. Так, середнє значення маси 1000 зерен у 2016 р. на 1,6 г перевищувало результати 2017 р. Встановлено значну мінливість маси 1000 зерен за окремими сортозразками від 42,6 до 64,6 г (табл. 1).

Розмах мінливості за окремими генотипами найвищим був у зразків 1730 та 1786 (2,0 г), а найнижчим у зразка 1691 (1,0 г). Проте розмах варіації маси 1000 зерен практично не залежав від умов року і становив 22,2 г за лімітованих умов та 20,6 г за оптимальних при коефіцієнтах варіації відповідно 4,9 та 5,1 %.

Достовірне збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту зафіксовано у зразків 1559 (64,6 г), 1691 (55,3) та 1674 (55,2 г). Проте високу гомеостатичність мали сортозразки 1674 та 1691, а високу селекційну цінність за масою 1000 зерен мав лише зразок 1559. Два досліджувані сортозразки пшениці спельти (1695 та 1559), а також сорт-стандарт показали середню гомеостатичність. Сім із 14 зразків мали високі показники

селекційної цінності за масою 1000 зерен, а інші – показали низьку гомеостатичність та селекційну цінність.

Середній вміст клейковини в зерні досліджуваних генотипів пшениці спельти у рік з оптимальними умовами (2017 р.) на 2,1 % перевищував відповідний показник у рік з несприятливими умовами (2016 р.) для накопичення клейковини в зерні пшениці.

1. Показники гомеостатичності (Ном) та селекційної цінності (Sc) сортозразків пшениці спельти за масою 1000 зерен

Селекційний матеріал	Маса 1000 зерен, г			Ном-К	Sc-К
	X _{lim}	X _{opt}	Середнє		
Зоря України (st)	51,2	49,8	50,5	286,7–2	49,1–2
1730	46,7**	44,7**	45,6	163,6–3	43,6–3
1695	51,4	50,0	50,7	289,0–2	49,3–2
1691	55,8	54,8	55,3	482,6–1	54,3–2
1719	52,7	51,1	51,9	265,7–3	50,4–2
1721	44,5**	42,9**	43,6	187,6–3	42,1–3
1725	44,9**	43,2**	44,0	179,5–3	42,3–3
1755	52,1	50,0	51,0	195,2–3	48,9–3
1731	43,5**	41,8**	42,6	168,3–3	40,9–3
1559	65,7*	63,8*	64,6	346,2–2	62,7–1
1694	43,8**	42,7**	43,2	267,0–3	42,1–3
1674	55,9*	54,7*	55,2	400,7–1	54,0–2
1817	50,8	49,3	50,0	262,7–3	48,5–3
1786	52,4	50,4	51,2	206,6–3	49,2–2
НІР ₀₅	1,9	1,7	—	—	—
X _{сер}	50,8	49,2	50,0	235,3	48,4
min	43,5	43,2	42,6	163,6	42,1
max	65,7	63,8	64,6	482,6	62,7
Розмах варіації	22,2	20,6	22,0	318,6	20,6
V, %	4,9	5,1	5,0	73,5	5,2

Примітка: * – істотне збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту

** – істотне зниження маси 1000 зерен відносно стандарту

Найбільша різниця вмісту клейковини в контрастних умовах вирощування спостерігалася у зразків 1721, 1725, 1674 та 1817 – 2,4 %. Зразок 1674 відзначався незначними коливаннями вмісту клейковини в зерні в залежності від умов року – 1,4 %. Розмах і коефіцієнти варіації у рік з несприятливими умовами характеризувалися більшою мінливістю порівняно з роком, коли складалися оптимальні умови.

За вмістом клейковини сортозразки 1691 (47,5 %) та 1721 (48,3 %) достовірно не поступалися стандарту (табл. 2), вони характеризувалися і високою гомеостатичністю та селекційною цінністю. Також високу гомеостатичність відмічено у зразків 1755, 1559 та сорту-стандарту. Інші досліджувані генотипи, крім зразків 1725, 1694 та 1674 мали середню гомеостатичність за вмістом клейковини. Зразки 1674 та 1730 мали низьку селекційну цінність за цим показником, зразки 1755 та 1731 – середню, всі

інші досліджувані зразки мали високу селекційну цінність за вмістом клейковини.

2. Показники гомеостатичності (Ном) та селекційної цінності (Sc) сортозразків пшениці спельти за вмістом клейковини в зерні

Селекційний матеріал	Вміст клейковини, %			Ном-К	Sc-К
	X _{лім}	X _{опт}	Середнє		
Зоря України (st)	47,1	49,5	48,1	85,6-1	50,6-1
1730	36,8**	38,5**	37,6	73,6-2	39,3-3
1695	39,8**	41,8**	40,6	72,9-2	42,6-1
1691	46,7	48,7	47,5	100,2-1	49,6-1
1719	41,0**	43,0**	42,0	78,1-2	44,0-1
1721	47,2	49,6	48,3	86,2-1	50,8-1
1725	39,1**	41,5**	40,2	59,6-3	42,6-1
1755	38,8**	40,2**	39,5	98,9-1	40,9-2
1731	39,1**	41,1**	40,0	70,8-2	42,0-2
1559	43,2**	45,3**	44,1	82,3-1	46,3-1
1694	39,8**	42,3**	40,9	59,5-3	43,5-1
1674	34,2**	36,6**	35,3	45,9-3	37,7-3
1817	44,0**	46,4**	45,0	74,9-2	47,5-1
1786	41,1**	43,2**	42,1	74,7-2	44,2-1
НІР ₀₅	1,3	1,6	—	—	—
X _{сер}	41,3	43,4	42,2	76,0	44,4
min	34,2	36,6	35,3	45,9	37,7
max	46,7	48,7	48,3	100,2	50,8
Розмах варіації	12,5	12,1	13,0	54,3	13,1
V, %	8,1	7,7	7,9	68,7	7,5

Примітка: * – істотне збільшення вмісту клейковини відносно стандарту
** – істотне зниження вмісту клейковини відносно стандарту

Вміст білка в зерні пшениці є важливою ознакою якості і визначає його харчову і поживну цінність. У наших дослідженнях цей показник відзначався більшою мінливістю порівняно з ознаками маса 1000 зерен і вміст клейковини в зерні. Мінливість вмісту білка в зерні за коефіцієнтом варіації становила 11,9 % у середньому за три роки, від 11,5 % у сприятливий рік до 12,4 % – у несприятливий. Розмах варіації у несприятливий рік (22,9 %) дещо поступався відповідному показнику у рік з оптимальними умовами (13,9 %). Норма реакції вмісту білка в зерні мала значні генотипові відмінності: від 0,9 % у сортозразка 1674 до 2,1 % у зразка 1786. Перевищував стандарт за вмістом білка лише зразок 1721 на 0,2–0,6 %, однак різниця не була істотною (табл. 3).

Інші досліджувані сортозразки пшениці спельти істотно поступалися стандарту за вмістом білка в зерні в кожен з років досліджень. Відібрано п'ять сортозразків із вмістом білка в зерні більше 20 %, що є досить високим показником. Це зразки 1691 (22,5 %), 1721 (23,7), 1559 (20,8), 1817 (22,3) та 1786 (20,4 %).

3. Показники гомеостатичності (Ном) та селекційної цінності (Sc) сортозразків пшениці спельти за вмістом білка

Селекційний матеріал	Вміст білка, %			Ном	Sc
	X _{lim}	X _{opt}	Середнє		
Зоря України (st)	22,9	23,9	23,4	97,0–1	24,4–1
1730	15,1**	16,3**	15,6	36,0–3	16,8–3
1695	18,2**	19,7**	18,9	42,3–3	20,5–2
1691	21,6**	23,4	22,5	49,8–3	24,3–1
1719	19,2**	20,5**	19,8	53,6–3	21,1–2
1721	23,1	24,6	23,7	66,7–2	25,3–1
1725	17,6**	19,2**	18,3	37,2–3	20,0–2
1755	17,1**	18,8**	17,8	33,2–3	19,6–2
1731	18,0**	19,8**	18,8	34,9–3	20,7–2
1559	19,9**	21,8**	20,8	40,3–3	22,7–1
1694	18,3**	20,1**	19,1	36,0–3	21,0–2
1674	15,2**	16,8**	16,0	28,3–3	17,6–3
1817	21,8**	22,7**	22,3	97,8–1	23,2–1
1786	19,8**	21,2**	20,4	53,0–3	21,9–2
НІР ₀₅	0,5	0,7	—	—	—
X _{сер}	19,1	20,6	19,8	50,4	21,4
min	15,1	16,3	15,6	33,2	16,8
max	22,9	23,9	23,4	97,8	24,4
Розмах варіації	7,8	7,6	7,8	64,6	7,6
V, %	12,4	11,5	11,9	54,7	11,1

Примітка: * – істотне збільшення вмісту білка відносно стандарту

** – істотне зниження вмісту білка відносно стандарту

Високу гомеостатичність за вмістом білка в зерні зафіксовано у зразка 1817 та у сорту-стандарту. Зразок 1721 мав середню гомеостатичність, всі інші – низьку. Всі досліджувані генотипи мали високу або середню селекційну цінність за цим показником, крім зразків 1730 та 1674, у яких вона була низькою.

Висновки. Статистичний аналіз результатів вивчення сортозразків пшениці спельти з визначенням показників гомеостатичності та селекційної цінності за кількісними ознаками якості зерна дав змогу диференціювати генотипи пшениці спельти за їх адаптивними властивостями. Високі показники адаптивності та селекційної цінності не забезпечують формування відмінних показників якості зерна пшениці спельти, а лише характеризують норму реакції цих ознак на зміну умов вирощування. Аналіз адаптивних особливостей та селекційної цінності за комплексом показників якості зерна дав можливість виділити сортозразок 1559, що має високу селекційну цінність за основними показниками якості зерна та зразок 1721, який за вмістом клейковини (48,3 %) та білка (23,7 %) не поступається стандарту і характеризується високою гомеостатичністю та селекційною цінністю за цими показниками.

Бібліографічний список

1. Улинець В. З., Мелешко А. О. Адаптивні і продуктивні моделі сортів озимої пшениці степових регіонів України. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 190–193.
2. Литус М. В. Вплив поєднання експериментального мутагенезу з гібридизацією озимої пшениці на адаптивність в умовах центрального Лісостепу України. *Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва*. 2011. Вип. 11. С. 65–69.
3. Eberhard S. A., W. A. Russel. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 336–400.
4. 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.
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. 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.
7. Иванченко И. Г., Вольф В. Г., Литун П. П. К методике изучения пластичности сортов. *Селекция и семеноводство*. 1978. № 40. С. 16–18.
8. Finley K. W., Wilkinson I. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Austral J. Agr. Res.* 1963. № 14. P. 742–754.
9. Lewis D. Gene-environmental interaction: A. relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*. 1954. Vol. 8. P. 333–356.
10. Langer I., Frey K., Bailey T. Associations among productivity, production response and stability index in oat varieties. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–44.
11. Кочмарський В. С., Замліла Н. П., Возлодіна Г. Б., Гуменюк О. В., Волощук С. І. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. № 2. С. 98–116.
12. Сандухадзе Б. П., Журавлєва Е. В. Стабільність і адаптивність сортів озимої пшениці НИИСХ ЦРНЗ. *Вестник РАСХН*. 2008. № 1. С. 41–43.
13. Стародубцев В. Н., Степанова Л. П., Коренькова Е. А. Сортовая вариабельность, продуктивный адаптивный потенциал и качество урожая сортов озимой пшеницы. *Земледелие*. 2011. № 6. С. 22–23.
14. *Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва*. К.: Український інститут експертизи сортів рослин, 2011. 133 с.
15. Ермантраут Е. Р., Гудзь В. П. Статистический анализ результатов агрономических исследований в прикладной программе «EXCEL-2000». Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы опытного дела». СПб, 2000. С. 13–134.
16. Хангельдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Научн.-техн. бюл. ВСГИ*. 1981. Вып. 39. С. 14–22.

Надійшла до редколегії 27. 06. 2018 р.