

*Therefore, mannitol, exerting osmotic stress, significantly reduces the laboratory germination of seeds and the strength of seedlings of Triticum species. To assess the drought resistance of genotypes, it is advisable to germinate seeds on solutions of mannitol at a concentration of 8–10 %. Triticum aethiopicum and Triticum polonicum were characterized by the highest resistance to osmotic stress based on the set of indicators of seed quality. Selected genotypes can be used as starting material in the selection of tetraploid wheat for drought resistance.*

*The highest similarity of seeding was recorded in Triticum ispahanicum and Triticum aethiopicum (respectively, 21.8–18.2 % compared to the control).*

**Key words:** *Triticum, mannitol, osmotic stress, germination, drought resistance*

**УДК: 631.52**

**DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-135-142**

## **ПАРАМЕТРИ АДАПТИВНОСТІ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА**

**І. П. ДІОРДІЄВА**, кандидат сільськогосподарських наук  
Уманський національний університет садівництва

*Наведено результати статистичного аналізу показників адаптивності зразків пшениці спельта за показниками якості зерна. В результаті проведених досліджень зразки диференційовано за адаптивними властивостями та виділено цінні генотипи.*

**Ключові слова:** *гомеостатичність, селекційна цінність, маса 1000 зерен, вміст клейковини в зерні, вміст білка в зерні.*

**Вступ.** Пшениця спельта – вид із високими показниками якості зерна та відмінними технологічними властивостями, що здатний потіснити традиційно домінуючу пшеницю м'яку у системі забезпечення продовольчої безпеки країни. Селекційному вдосконаленню спельти нині приділяють значно менше уваги, порівняно з пшеницею м'якою. А сортів спельти дозволених до вирощування в Україні – всього три. Тому цей вид потребує розширення генетичного різноманіття та наукового обґрунтування систем створення та добору вихідного матеріалу за різними показниками, зокрема, за адаптивністю.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Використання у виробництві різних сортотипів, що відрізняються за якістю, напрямом використання, особливостями адаптивних реакцій та рядом інших цінних господарських ознакам є одним з головних та надійних підходів щодо гарантування продовольчої безпеки та стабілізації сільськогосподарського виробництва [1]. Аналіз літературних джерел засвідчує, що підвищення адаптивного потенціалу необхідне для реалізації високої продуктивності створюваних генотипів сортів у поєднанні з іншими адаптивними ознаками, що є запорукою їхнього довголіття і

широкого використання у виробництві. Пошук таких генотипів чи їх створення можливі на основі інформації про характеристику окремих генотипів за параметрами їхньої адаптивної спроможності [2, 3].

Здатність генотипу підтримувати стабільність протікання фізіологічних процесів на які впливають умови навколишнього середовища позначає рівень його гомеостатичності. Гомеостаз — це генотипова здатність зводити до мінімуму вплив стресових чинників оточуючого середовища. [4]. Визначення параметрів гомеостатичності дає змогу оцінити не тільки рівень продуктивності за середнім його значенням, а й визначити норму реакції на зміни умов середовища. Вивчення гомеостатичності проводять як для оцінки вихідного матеріалу різного за еколого-географічним походженням так і для оцінки селекційних ліній та сортів [5, 6]. Досліджуючи параметри гомеостатичності (Ном) і селекційної цінності (Sc) встановлено, що чим вищий рівень їхнього прояву, тим більш значущим і стабільнішим є досліджуваний матеріал у мінливих умовах вирощування [7]. Селекційна цінність свідчить про рівень генетичного потенціалу сорту за екологічною адаптивністю.

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

**Методика досліджень.** Визначення показників адаптивності проводили впродовж 2015–2021 рр. в умовах Уманського національного університету садівництва. Об'єктом досліджень були 25 зразків пшениці спельта, що створені міжвидовою гібридизацією з пшеницею м'якою науковцями університету.

Для обчислення показників гомеостатичності та селекційної цінності застосовували методику, що базується на використанні контрастних умов для росту і розвитку рослин – оптимальних і лімітованих. У дослідженнях за оптимальні прийнято умови 2020–2021 сільськогосподарського року, впродовж якого фіксували достатню кількість опадів, за лімітовані – умови 2019–2020 сільськогосподарського року, де спостерігали суттєвий недобір опадів в поєднанні з підвищеною температурою повітря, що призвело до ґрунтової посухи.

Обчислення показників гомеостатичності та селекційної цінності проводили за формулами:

$$\text{Ном} = X^2 / \sigma(X_{\text{opt}} - X_{\text{lim}}) \quad (1)$$

$$\text{Sc} = X (X_{\text{lim}} / X_{\text{opt}}) \quad (2)$$

де Ном – гомеостатичність,

X, X<sub>opt</sub>, X<sub>lim</sub> – узагальнена за генотипом середня арифметична, оптимальна і лімітована середні величини ознак відповідно,

σ – середнє квадратичне відхилення,

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. Статистичний аналіз проводили за методикою В. О. Єщенко зі співавторами [8].

**Результати досліджень.** Аналіз результатів визначення маси 1000 зерен показав значну різницю цього показника у роки з лімітованими і оптимальними умовами. Встановлено значну мінливість маси 1000 зерен за окремими зразками від 43,7 до 64,2 г (табл. 1).

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

Селекційний матеріал	Маса 1000 зерен, г			Ном-К	Sc-К
	$X_{lim}$	$X_{opt}$	Середнє		
Зоря України (st)	47,8	50,2	49,0	239,5-2	46,7-2
15	43,2	47,6	45,4	205,6-3	41,2-3
25	44,1	48,2	46,2	212,5-2	42,2-3
40	46,4	51,5	49,0	239,0-2	44,1-2
47	40,1	47,2	43,7	190,1-3	37,1-3
66	43,8	50,2	47,0	220,4-2	41,0-3
76	47,8	52,1*	50,0	248,9-2	45,8-2
86	42,2	47,8	45,0	202,0-3	39,7-3
92	44,2	48,6	46,4	214,8-2	42,2-3
95	43,5	47,8	45,7	207,9-2	41,5-3
108	42,1	47,4	44,8	199,8-3	39,7-3
115	44,7	49,1	46,9	109,7-3	49,2-2
124	47,1	55,8*	51,5	132,0-3	56,2-1
155	47,8	54,1*	51,0	129,5-3	54,3-1
179	44,1	49,2	46,7	239,5-2	46,7-2
1559	62,2*	66,1*	64,2	398,8-1	46,7-2
1674	52,2*	57,8*	55,0	344,8-1	49,7-2
1694	45,1	53,1*	49,1	274,8-2	41,7-3
1691	51,1	57,5*	54,3	336,1-1	48,3-2
1695	47,2	52,4*	49,8	282,7-2	44,9-2
1721	41,1	46,8	44,0	220,2-2	38,6-3
1725	45,8	51,2*	48,5	268,1-2	43,4-3
1730	42,2	48,4	45,3	233,9-2	39,5-3
1755	48,2*	53,1*	50,7	284,2-2	46,0-2
1786	47,2	51,3*	49,3	268,7-2	45,3-2
1817	47,1	51,2*	49,2	267,6-2	45,2-2
$HP_{01}$	0,2	0,2			
Розмах варіації	22,1	18,9		—	
Коефіцієнт варіації, %	4,1	5,7			

Примітка: \* – істотне збільшення показника відносно стандарту

Розмах мінливості за окремими генотипами найнижчим був у зразків 25, 1786 та 1817 (4,1 г), а найвищим у зразка 124 (8,7 г). Проте розмах варіації

маси 1000 зерен практично не залежав від умов року і становив 22,1 г за лімітованих умов та 18,9 г за оптимальних при коефіцієнтах варіації відповідно 4,1 та 5,7 %. Достовірне збільшення маси 1000 зерен зафіксовано у зразків 1559 (64,2 г), 1674 (55,0 г), 1755 (50,7 г). Проте високу гомеостатичність і селекційну цінність за масою 1000 зерен мали сортозразки 124 та 155. 16 досліджуваних зразків показали середню гомеостатичність, 12 – 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 (2021 р.) на 2,1 % перевищував відповідний показник у рік з несприятливими умовами (2020 р.) (табл. 2).

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

Селекційний матеріал	Вміст клейковини в зерні, %			Ном-К	Sc-К
	X <sub>lim</sub>	X <sub>opt</sub>	Середнє		
Зоря України (st)	42,1	44,2	43,2	80,1-2	41,1-2
15	38,1	40,1	39,1	65,8-3	37,1-3
25	37,2	39,5	38,4	63,3-3	36,1-3
40	58,9*	65,2*	62,1	165,7-1	56,1-1
47	38,4	39,7	39,1	65,6-3	37,8-3
66	39,8	42,2	41,0	72,3-2	38,7-3
76	51,2*	53,4*	52,3	117,7-1	50,1-1
86	52,2*	54,2*	53,2	121,8-1	51,2-1
92	35,8	36,6	36,2	56,4-3	35,4-3
95	36,8	38,1	37,5	60,3-3	36,2-3
108	36,7	38,2	37,5	60,3-3	36,0-3
115	35,8	38,1	37,0	58,7-3	38,1-3
124	36,8	38,4	37,6	60,8-3	38,4-3
155	40,8	42,5	41,7	74,6-2	42,5-2
179	44,5*	48,8*	46,7	22,1-3	41,1-2
1559	42,8*	44,7*	43,8	82,7-2	41,9-2
1674	33,8	35,8	34,8	52,3-3	32,9-3
1694	37,8	39,5	38,7	64,5-3	37,0-3
1691	46,5*	48,9	47,7	98,3-2	45,4-2
1695	39,5	41,7	40,6	71,2-2	38,5-3
1721	46,4*	48,2	47,3	96,6-2	45,5-2
1725	35,5	37,5	36,5	57,5-3	34,6-3
1730	36,8	38,1	37,5	60,6-3	36,2-3
1755	37,8	39,2	38,5	62,0-3	37,1-3
1786	41,2	42,4	41,8	73,1-2	40,6-2
1817	43,5*	45,8*	44,7	83,4-2	42,4-2
НІР <sub>01</sub>	0,2	0,2			
Розмах варіації	25,1	29,4		—	
Коефіцієнт варіації, %	4,7	6,3			

Примітка: \* – істотне збільшення показника відносно стандарту

Найбільша різниця вмісту клейковини в контрастних умовах вирощування спостерігалася у зразків 40, 66, 115, 1691 та 1817 – 2,3–6,3 %. Розмах і коефіцієнти варіації у рік зі сприятливими умовами характеризувалися більшою мінливістю порівняно з роком, коли склалися лімітовані умови. За вмістом клейковини зразки 40 (62,1 %), 76 (52,3 %), 86 (53,2 %), 179 (46,7 %), 1559 (43,8 %) та 1817 (44,7 %) достовірно перевищували сорт Зоря України (табл. 2). Високу гомеостатичність та селекційну цінність мали зразки 40, 76 та 86.

Вміст білка в зерні відзначався більшою мінливістю порівняно з масою 1000 зерен і вмістом клейковини в зерні. Мінливість вмісту білка в зерні за коефіцієнтом варіації становила від 8,0 % у несприятливий рік, 9,1 % – у сприятливий. Розмах варіації у несприятливий рік (11,3 %) дещо поступався відповідному показнику у рік з оптимальними умовами (15,5 %) (табл. 3).

**Табл. 3. Показники гомеостатичності (Ном) та селекційної цінності (Sc) зразків пшениці спельти за вмістом білка в зерні**

Селекційний матеріал	Вміст білка в зерні, %			Ном–К	Sc–К
	X <sub>lim</sub>	X <sub>opt</sub>	Середнє		
Зоря України (st)	19,2	20,1	19,7	22,3–3	18,8–2
15	17,4	19,4	18,4	19,6–3	16,5–3
25	17,1	18,0	17,6	17,8–3	16,7–3
40	27,1	32,1*	29,6	50,7–1	25,0–1
47	18,1	19,0	18,6	19,9–3	17,7–3
66	18,5	19,5	19,0	20,9–3	18,0–3
76	24,1*	25,6*	24,9	35,7–2	23,4–1
86	25,1*	26,1	25,6	37,9–2	24,6–1
92	16,5	17,2	16,9	16,4–3	16,2–3
95	17,5	18,4	18,0	18,6–3	17,1–3
108	17,5	18,4	18,0	18,6–3	17,1–3
115	16,4	17,5	17,0	16,6–3	17,5–3
124	17,4	18,4	17,9	18,5–3	18,4–3
155	19,2	20,5*	19,9	22,8–3	20,5–2
179	21,2*	22,9*	22,1	22,3–3	18,8–2
1559	20,5*	21,7*	21,1	24,9–3	19,9–2
1674	15,8	16,6	16,2	14,7–3	15,4–3
1694	17,6	18,6	18,1	18,3–2	17,1–3
1691	20,8*	22,4*	21,6	26,1–2	20,1–2
1695	18,1	19,6	18,9	19,9–3	17,4–3
1721	20,4*	21,8*	21,1	24,9–3	19,7–2
1725	15,8	16,6	16,2	14,7–3	15,4–3
1730	14,5	15,7	15,1	12,7–2	13,9–3
1755	17,7	18,6	18,2	17,8–3	17,3–3
1786	20,0*	20,8*	20,4	22,5–3	19,6–2
1817	21,4*	22,4*	21,9	26,0–2	20,9–2
<i>НІР<sub>01</sub></i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>			
<i>Розмах варіації</i>	<i>11,3</i>	<i>15,5</i>			
<i>Коефіцієнт варіації, %</i>	<i>8,0</i>	<i>9,1</i>			

Норма реакції вмісту білка в зерні мала значні генотипові відмінності: від 0,7 % у селекційного номера 92 до 2,0 % у зразка 15. Істотно перевищували сорт Зоря України за вмістом білка в зерні зразки 76, 86, 179, 1559, 1691, 1721, 1786 та 1817 (табл. 3). Високу гомеостатичність та селекційну цінність за вмістом білка в зерні зафіксовано у зразка 40.

**Висновки.** Статистичний аналіз результатів вивчення зразків пшениці спельта за гомеостатичністю та селекційною цінністю за показниками якості зерна дозволив диференціювати генотипи 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 зразок 40, що має високу селекційну цінність за основними показниками якості зерна та достовірно перевищує стандарт за вмістом білка і клейковини в зерні.

#### Література:

1. Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Кириленко В. В., Дергачов О. Л., Басанець Г. С. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2009. № 2. С. 198–205.
2. 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.
3. Попов С. І., Леонов О. Ю., Попова К. М., Авраменко С. В. Екологічна пластичність сортів пшениці озимої залежно від прикореневого азотного підживлення в умовах східного лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т 15. № 3. С. 296–302.
4. Кочмарський В. С., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Волощук С. І. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 98–116.
5. 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.
6. Лозінський М. В. Адаптивність селекційних номерів пшениці озимої, отриманих від схрещування різних екотипів, за кількістю колосків в головному колосі. *Агробіологія*. 2018. Вип. 1. С. 233–243.
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.
8. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. *Основи наукових досліджень в агрономії: підручник*. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

## References:

1. Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., Kyrylenko, V. V., Dergachev, O. L., Basanets, G. S. (2009). Statistical parameters of adaptability in yield of new genotypes of soft winter wheat. *Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, no. 2, pp. 198–205. (in Ukrainian).
2. 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).
3. Popov, S. I., Leonov, O. Yu., Popova, K. M., Avramenko, S. V. (2019). Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen fertilization in the conditions of the eastern forest-steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, vol. 15, no. 3, pp. 296–302. (in Ukrainian).
4. Kochmarskyi, V. S., Zamlila, N. P., Vologdina, G. B., Gumenyuk, O. V., Voloshchuk, S. I. (2016). The level of adaptability of promising lines of soft winter wheat in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Myronivsky herald*, issue 2, pp. 98–116. (in Ukrainian).
5. 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).
6. Lozinskyi, M. V. (2018). Adaptability of selection numbers of winter wheat, obtained from crossing different ecotypes, according to the number of ears in the main ear. *Agrobiology*, issue 1, pp. 233–243. (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. (in Ukrainian).
8. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. G., Kostogryz, P. V., Opryshko, V. P. *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Vinnytsia: PP "TD "Edelweiss and K"", 332 p. (in Ukrainian).

## Annotation

**Diordiieva I. P.**

### ***Adaptability parameters of spelt wheat samples according to grain quality indicators***

*The purpose of our research was to determine the indicators of homeostaticity, selection value and variability of wheat spelled samples according to grain quality indicators with the aim of differentiating them according to the level of adaptive potential.*

*The determination of adaptability indicators was carried out during 2015–2021 in the conditions of the Uman National University of Horticulture. The object of research was 25 samples of spelled wheat created by interspecies hybridization with common wheat by university scientists.*

*Analysis of the results of determining the weight of 1000 grains showed a significant difference in this indicator in years with limited and optimal conditions. The range of variability according to individual genotypes was the lowest in samples 25, 1786 and 1817 (4.1 g), and the highest in sample 124 (8.7 g). By gluten content, samples 40 (62.1 %), 76 (52.3 %), 86 (53.2 %), 179 (46.7 %), 1559 (43.8 %) and 1817 (44.7 %) significantly exceeded the standard. Samples 40, 76, and 86 had high homeostaticity and selection value. Samples 76, 86, 179, 1559, 1691, 1721, 1786, and 1817 significantly exceeded the standard in terms of protein content. High*

*homeostaticity and selection value in terms of protein content in grain was recorded in sample 40.*

*Statistical analysis of the results of the study of wheat spelled samples for homeostaticity and selection value for grain quality indicators made it possible to differentiate genotypes according to their adaptive properties.*

*The analysis of adaptive features and selection value according to the set of grain quality indicators made it possible to single out sample 40, which has a high selection value according to the main indicators of grain quality and significantly exceeds the standard for the content of protein and gluten in grain.*

**Key words:** *homeostaticity, breeding value, weight of 1000 grains, gluten content in grain, protein content in grain.*

**УДК: 664.64.016.8+577.112:[633.19:631.84**

**DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-142-154**

## **ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТА БІЛКОВО-ПРОТЕЇНАЗНИЙ КОМПЛЕКС ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ**

**В. В. ЛЮБИЧ**, *доктор сільськогосподарських наук*

**Уманський національний університет садівництва**

*У статті висвітлено формування фізичних властивостей (склоподібність, натура зерна), вмісту білка та його фракцій, вмісту клейковини та її властивостей (індекс деформації, гідратаційні властивості) за різних доз азотних добрив. Встановлено, що застосування азотних добрив достовірно впливає на формування фізичних параметрів зерна та білково-протеїназний комплекс.*

**Ключові слова:** *тритикале яре, склоподібність, натура зерна, вміст білка, вміст клейковини, фракції білка, індекс деформації клейковини, гідратаційні властивості клейковини, азотні добрива.*

**Вступ.** Тритикале (*× Triticosecale* Wittm.) – перша культура, створена людиною. Він був створений, щоб отримати зернову культуру, яка поєднує високу якість зерна пшениці та стійкість до абіотичного та біотичного стресу від жита [1]. Сучасні сорти тритикале мають вищу врожайність і кращу адаптацію за несприятливих чинників навколишнього середовища, ніж пшениця [2]. Одним із найважливіших заходів збільшення виробництва зерна тритикале ярого є внесення азотних добрив [3]. Проведеними дослідженнями [4, 5] доведено, що ефективність застосування добрив залежить від низки чинників, що зумовлює проведення додаткових досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основним агротехнічним фактором, який впливає на продуктивність рослин, є мінеральне підживлення [6]. Доступність азоту для рослин залежить від його форми. Карбамід є найпоширенішою формою азотних добрив, але ефективність використання азоту