

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-6

**Оригінальна наукова стаття**

УДК 633.11«321»:631.559:631.524.85

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ  
СОРТІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ПЛАСТИЧНОСТІ  
ТА СТАБІЛЬНОСТІ****Л. В. Іванцова, М. В. Федоренко**

Миронівський інститут пшениці  
імені В. М. Ремесла НААН  
вул. Центральна, 68, с. Центральне  
Обухівський р-н, Київська обл.,  
08853

**Про авторів:**

Людмила ІВАНЦОВА,  
науковий співробітник  
ORCID: 0009-0006-7838-9484

Марина ФЕДОРЕНКО,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0002-3021-3643

**Для листування:**

Людмила ІВАНЦОВА  
e-mail: ivancovaluda75@gmail.com

**Інформація про фінансування:**

Національна академія аграрних  
наук України

Урожайність – результат складної генотип-середовищної взаємодії. Оцінка селекційного матеріалу в різні роки дає можливість отримати інформацію про особливості реакції генотипів на зміну екологічних умов. Метою наших досліджень було оцінити генотипи пшениці ярої за показниками екологічної пластичності та стабільності і виділити серед них такі, що мають високу стабільність урожайності зерна. Протягом 2021–2023 рр. вивчали 17 генотипів пшениці ярої різного еколого-географічного походження. Середній рівень урожайності за роки досліджень становив 3,77 т/га. Сорти МП Соломія, МП Світлана, МП Ксенія і Leguan відзначалися високими показниками гомеостатичності (Ном) та селекційної цінності (Sc). За показником екологічної пластичності сорти Grappu ( $b_i = 0,90$ ), Харківська 26 ( $b_i = 0,78$ ), Миронівська яра ( $b_i = 0,68$ ), МП Ксенія ( $b_i = 0,57$ ), Triso ( $b_i = 0,51$ ) є високопластичними за врожайністю. За показниками екологічної стабільності ( $S^2_{di}$ ) стабільними вважають сорти, варіанса відхилень від лінії регресії яких рівна нулю або близька до нуля. До таких слід віднести сорт Миронівська яра, лінію Еритроспермум 15–36 ( $S^2_{di} = 0,00$ ) та сорт пшениці ярої твердої МП Ксенія ( $S^2_{di} = 0,01$ ). Найбільш цінними є сорти із сукупним проявом високої екологічної пластичності та стабільності. Це сорти Миронівська яра ( $b_i = 0,68$ ;  $S^2_{di} = 0,00$ ) та МП Ксенія ( $b_i = 0,57$ ;  $S^2_{di} = 0,01$ ). Оцінка селекційного матеріалу за показниками екологічної пластичності і стабільності є важливим етапом у створенні нових високопродуктивних сортів з адаптивним потенціалом.

**Ключові слова:** *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., урожайність, селекційна цінність, пластичність, стабільність.

Отримано:

17 квітня 2024 р.

Погоджено до друку:

21 червня 2024 р.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Іванцова Л. В., Федоренко М. В., 2024

## Properties of spring wheat varieties yield formation by plasticity and stability parameters

The V. M. Remeslo Myronivka  
Institute of Wheat of NAAS  
Tsentralna street, 68, Tsentralne  
village,  
Obukhiv district, Kyiv region, 08853

### About authors:

Liudmyla IVANTSOVA  
ORCID: 0009-0006-7838-9484

Maryna FEDORENKO  
ORCID: 0000-0002-3021-3643

### For corresponding:

Liudmyla IVANTSOVA  
e-mail: [ivancovaluda75@gmail.com](mailto:ivancovaluda75@gmail.com)

### Funding information:

National Academy of Agrarian  
Sciences of Ukraine

Received:

April 17, 2024

Accepted:

June 21, 2024

Yields are the result of a complex genotype-environment interaction. Evaluating breeding material in different years provides information on the peculiarities of genotypes' responses to changing environmental conditions. Our research aimed to evaluate spring wheat genotypes in terms of environmental plasticity and stability and to identify those with high grain yield stability. During 2021-2023, 17 spring wheat genotypes of different ecological and geographical origin were studied. The average yield over the years of research was 3.77 t/ha. The varieties MIP Solomiya, MIP Svetlana, MIP Ksenia and Leguan were distinguished by high homeostaticity ( $H_{om}$ ) and breeding value ( $S_c$ ). In terms of ecological plasticity, Granny ( $b_i = 0.90$ ), Kharkivska 26 ( $b_i = 0.78$ ), Myronivska yara ( $b_i = 0.68$ ), MIP Kseniia ( $b_i = 0.57$ ), Triso ( $b_i = 0.51$ ) are highly plastic in terms of yield. According to the indicators of environmental stability ( $S^2_{di}$ ), varieties with a variance of deviations from the regression line equal to zero or close to zero are considered stable. These include the Myronivska yara variety, the Erythrospermum 15-36 line ( $S^2_{di} = 0.00$ ) and the durum spring wheat variety MIP Ksenia ( $S^2_{di} = 0.01$ ). The most valuable varieties are those with a combined manifestation of high environmental plasticity and stability. These are varieties Myronivska yara ( $b_i = 0.68$ ;  $S^2_{di} = 0.00$ ) and MIP Ksenia ( $b_i = 0.57$ ;  $S^2_{di} = 0.01$ ). Evaluation of breeding material in terms of environmental plasticity and stability is an important step in the development of new high-yielding varieties with adaptive potential.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., yield, breeding value, plasticity, stability.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

**Вступ.** Україна має потужний потенціал у виробництві зерна. На сьогодні важливим напрямом інноваційного забезпечення рослинництва є створення високоадаптивних сортів агроекологічної орієнтації з високим ступенем генетичного захисту врожаю від абіотичних і біотичних факторів середовища, розробка наукових основ створення генетично запрограмованих генотипів заданого біологічного та господарського спрямування [11].

Урожайність – результат складної генотип-середовищної взаємодії. Один із її компонентів – нерегульовані фактори зовнішнього середовища, які на 60–80 % обумовлюють варіабельність продуктивності сільськогосподарських культур за роками [8]. Перед селекціонерами стоїть проблема одночасного збільшення врожайності та

витривалості до несприятливих чинників навколишнього природного середовища нових сортів, тобто селекції не лише на максимальний рівень продуктивності, а й на стабільний прояв цієї ознаки за різних умов вирощування [13]. Урожайність визначається потенційними можливостями рослини та здатністю до їх реалізації в конкретних умовах вирощування [20].

Селекцію пшениці на продуктивність неможливо вести за одним показником, тому важливо знати оптимальні параметри формування всіх властивостей та ознак. Правильна оцінка впливу окремих елементів продуктивності допомагає селекціонеру досягти поставленої мети [14].

Сорт – один із найдешевших і доступних способів підвищення врожайності, без нього неможливі досягнення науково-технічного прогресу

[21]. Виробники пшениці надають перевагу новим сортам, які є стабільними і високоврожайними в різних умовах вирощування та добре реагують на антропогенні чинники [16]. Сорти пшениці ярої виявляють глибокі специфічні реакції на агроєкологічні умови. Для успішного вирішення проблеми екологічної адаптивності та розкриття потенціалу продуктивності генотипу слід добирати сорти з оптимальною генетично-інформаційною програмою, яка би включала в себе максимальну кількість якісних ознак і властивостей, потрібних для його реалізації [19]. На врожайність генотипів значно впливають екологічні умови з точки зору стабільності та адаптації [10]. Тому сорти пшениці потрібно досліджувати багаторазово в різних умовах за врожайністю зерна, стабільністю і взаємодією генотипу із середовищем [17, 18, 22].

Стратегічне завдання сучасного селекційного процесу передбачає створення нових високоадаптивних сортів із високою якістю зерна та надійним генетичним потенціалом стійкості до несприятливих абіотичних та біотичних чинників. Використання у виробництві різних сортотипів, що відрізняються напрямом використання, особливостями адаптивних реакцій та рядом інших цінних господарських ознак, є одним із головних і надійних підходів щодо гарантування продовольчої безпеки та стабілізації аграрного сектору [3].

Однак основною перешкодою на шляху до зростання обсягів виробництва пшениці є зміна клімату. В останні роки через складні погодні умови вітчизняні агровиробники отримали врожай пшениці озимої майже на 10–15 % менший, притому як недобір урожаю пшениці ярої становить всього на рівні 5 %. Для збільшення виробництва зерна в Україні посівні площі пшениці ярої м'якої мають становити як мінімум 10–15 % від площі пшениці озимої, а це 600–900 тис. га [5]. Пшениця яра характеризується підвищеною вимогливістю до умов вирощування, що

вимагає розробки високоадаптованих сортових агротехнологій. Однією з причин недостатнього поширення пшениці ярої була відсутність високопродуктивних і конкурентоспроможних сортів із широкими адаптивними властивостями до несприятливих абіотичних чинників, найважливішими серед яких є посухо- й жаростійкість. Через це тривалий час майже зовсім не приділяли увагу розробці та вдосконаленню технології вирощування пшениці ярої. Сучасні сорти ярої м'якої і твердої пшениці вітчизняної селекції мають високий потенціал продуктивності і можуть в умовах виробництва забезпечувати отримання більше ніж 3,5 т/га високоякісного зерна [9].

Метою дослідження передбачено проаналізувати за показниками екологічної пластичності і стабільності сорти пшениці ярої та виявити серед них такі, що вирізняються високою стабільністю врожайності зерна.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. на базі лабораторії селекції пшениці ярої на полях селекційної сівозміни Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МПП). Об'єктом для досліджень слугували 17 генотипів пшениці ярої різного еколого-географічного походження: сорти Елегія миронівська, Миронівська яра, Дубравка, МПП Дана, МПП Візерунок, МПП Соломія, МПП Веснянка, МПП Світлана, МПП Ксенія, лінія Еритроспермум 15–36 (МПП), сорти Харківська 26 (Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН), Краса Полісся (Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН), Ажурная (ПП «Сорт»), Leguan (Чехія), Triso (Німеччина), Ясна (Польща), Granny (Австрія). За стандарт використовували сорт Елегія миронівська, повторність досліду чотириразова. Фенологічні спостереження та статистичний аналіз здійснювали відповідно до загальних методик [7]. Екологічну пластичність та стабільність оцінювали за методикою Eberhart S. A.,

Russell W. A. [15], де пластичність сортів оцінено за коефіцієнтом регресії ( $b_i$ ), яка характеризує середню реакцію сорту на зміну умов середовища і дає можливість прогнозувати зміну досліджуваної ознаки в рамках конкретних умов. Варіанса відхилень від лінії регресії ( $S_{di}^2$ ) вказує, наскільки надійно сорт відповідає пластичності, оціненій за коефіцієнтом регресії [2].

Коефіцієнт регресії ( $b_i$ ) розраховували за такою формулою:

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

де  $b_i$  – коефіцієнт регресії врожайності кожного ( $i$ -го) сортозразка у середовищі з поліпшенням або погіршенням умов;  $Y_{ij}$  – урожайність  $i$ -го сорту в будь-яких  $j$ -умовах;  $I_j$  – індекс умов, що є різницею середнього врожаю всіх сортів у цих умовах і загального середнього врожаю серед усіх дослідів.

Варіансу відхилень від лінії регресії ( $S_{di}^2$ ) розраховували за такою формулою:

$$S_{di}^2 = \frac{\sum (Y_{ij} - (\bar{x} + b_i I_{ij}))^2}{(n-2)},$$

де  $Y_{ij}$  – фактична врожайність  $i$ -го сорту в будь-яких  $j$ -умовах;  $\bar{x}$  – середнє значення ознаки за всі роки досліджень;  $b_i$  – коефіцієнт регресії;  $I_j$  – індекс  $j$ -их умов.

Екологічно пластичними та більш пристосованими до несприятливих умов вирощування вважають генотипи з коефіцієнтом регресії  $b_i < 1$ , середньопластичними, якщо  $b_i = 1$ , низькопластичними, якщо  $b_i > 1$ .

За результатами розрахунків параметрів екологічної пластичності ( $b_i$ ) та стабільності ( $S_{di}^2$ ) виділяють такі групуючі ранги (табл. 1).

### 1. Групування за показниками екологічної пластичності та стабільності ліній пшениці м'якої ярої (Eberhart, Russell, 1966) [15]

Показники пластичності; стабільності	Групування за показниками екологічної пластичності / стабільності	Ранг
$b_i < 1; S_{di}^2 > 0$	Генотип має кращі результати в несприятливих умовах / Нестабільний	1
$b_i < 1; S_{di}^2 = 0$	Генотип має кращі результати в несприятливих умовах / Стабільний	2
$b_i = 1; S_{di}^2 = 0$	Генотип добре відгукується на поліпшення умов / Стабільний	3
$b_i = 1; S_{di}^2 > 0$	Генотип добре відгукується на поліпшення умов / Нестабільний	4
$b_i > 1; S_{di}^2 = 0$	Генотип має кращі результати в сприятливих умовах / Стабільний	5
$b_i > 1; S_{di}^2 > 0$	Генотип має кращі результати в сприятливих умовах / Нестабільний	6

Показник гомеостатичності ( $Hom$ ) та селекційної цінності ( $Sc$ ) визначали методом, який запропонували В. В. Хангільдін, М. А. Литвиненко [12], за такими формулами:

$$Hom = \frac{\bar{x} - x}{\sigma}$$

де  $\bar{x}$  – узагальнена за генотипом середня арифметична;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення;

$$Sc = \frac{\bar{x} - x_{lim}}{x_{opt}}$$

де  $\bar{x}$  – узагальнена за генотипом середня арифметична;  $x_{lim}$  та  $x_{opt}$  – відповідно найменше та найбільше значення.

**Результати та обговорення.** Гідротермічні умови досліджуваних років характеризувалися нерівномірним розподілом опадів та температурним режимом в окремі фази розвитку. Весна

2021 р. була ранньою та дружною. Як відомо, опади весняно-літніх місяців (квітень – червень) визначають рівень урожайності пшениці ярої. Середньодобова температура за період «сівба – сходи» становила 6,9 °С, що нижче на 0,2 °С порівняно до середніх багаторічних показників. Кількість опадів за цей час (45,3 мм) сприяла появі дружних сходів. У період від сходів до виходу в трубку середньодобова температура становила 12,6 °С, що є в межах середніх багаторічних показників, але відзначали надмірну кількість опадів (133,8 мм), що перевищує середню багаторічну норму (58,0 мм) більш як у 2,3 рази. За міжфазний період «вихід у трубку – колосіння» температуру повітря відзначали на позначці 18,0 °С, що вище від середньої багаторічної норми на 1,6 °С. У період «колосіння – повна стиглість» температура повітря становила 22,4 °С, що вище від середніх багаторічних даних на

2,8 °С. Кількість опадів за цей час була більшою від середньої багаторічної норми на 123,1 мм, що не сприяло формуванню високого врожаю.

Для комплексної характеристики зволоження території та її температурного режиму використовують гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Він вказує на відношення суми опадів за певний період до суми температур вище ніж 10 °С за той самий час, зменшеної в 10 разів. Згідно з отриманими даними, гідротермічний коефіцієнт становить 2,49 і відповідає надмірному рівню зволоження [4].

Аналізуючи погодні умови 2022 р., слід відзначити, що вони були сприятливими для росту та розвитку пшениці ярої, проте супроводжувалися нерівномірністю розподілу опадів та температурного режиму в окремі періоди (табл. 2).

## 2. Гідротермічні умови вегетації рослин пшениці ярої (2021–2023 рр.)

Період	Параметри	2021	2022	2023	Середні багаторічні дані
1	2	3	4	5	6
Сівба – сходи	Дата сівби	01.04	24.03	23.03	–
	Дата сходів	25.04	10.04	10.04	–
	Тривалість, діб	25	15	19	–
	∑ опадів, мм	45,3	42,8	54,6	37,0
	∑t (факт.), °С	166,6	141,8	157,5	156,5
	Середня t, °С	6,9	7,8	8,3	7,1
	ГТК	2,72	3,02	3,47	2,36
Сходи – вихід у трубку	Дата сходів	25.04	10.04	10.04	–
	Дата виходу в трубку	05.06	25.05	24.05	–
	Тривалість, діб	42	46	45	–
	∑ опадів, мм	133,8	72,1	57,4	58,0
	∑t (факт.), °С	562,4	533,0	617,6	397,6
	Середня t, °С	12,6	11,2	12,5	12,5
	ГТК	2,38	1,35	0,86	1,46
Вихід у трубку – колосіння	Дата виходу в трубку	05.06	25.05	24.05	–
	Дата колосіння	12.06	04.06	07.06	–
	Тривалість, діб	8	11	15	–
	∑ опадів, мм	39,3	13,0	19,9	48,0
	∑t (факт.), °С	144,2	195,6	272,5	259,3
	Середня t, °С	18,0	18,0	18,2	16,4
	ГТК	2,73	0,66	0,73	1,85

1	2	3	4	5	6
Колосіння – повна стиглість	Дата колосіння	12.06	04.06	07.06	–
	Дата повної стиглості	25.07	20.07	25.07	–
	Тривалість, діб	48	47	49	–
	$\Sigma$ опадів, мм	251,1	92,8	199,2	128,0
	$\Sigma t$ (факт.), °C	996,4	957,6	1010,9	765,8
	Середня $t$ , °C	22,4	20,4	20,6	19,6
	ГТК	2,52	0,97	1,97	1,67
$\Sigma t$ (факт.), °C за період активної вегетації		1703,0	1828,0	2058,5	1579,2
Тривалість активної вегетації, діб		98	104	109	–
Вегетаційний цикл, діб		123	119	128	–
ГТК		2,49	1,21	1,34	1,72

Весна за рік проведення досліджень була ранньою та прохолодною, середньодобова температура за міжфазний період «сівба – сходи» становила 7,8 °C, що вище на 0,7 °C порівняно до середніх багаторічних показників. Достатня кількість опадів (42,8 мм) сприяла появі дружних сходів. Період від сходів до виходу в трубку характеризувався середньодобовою температурою 11,2 °C, що нижче від середніх багаторічних показників на 1,3 °C, та надлишковим зволоженням (72,1 мм проти середньої багаторічної норми 58,0 мм).

Від виходу в трубку до колосіння температура повітря знаходилася на позначці +18,0 °C, що вище від середньої багаторічної норми на 1,6 °C, тоді як опадів за цей час випало лише 13,0 мм, що нижче від середньобагаторічної норми на 35 мм. У період «колосіння – повна стиглість» температура повітря досягала 20,4 °C, що вище від середніх багаторічних даних на 0,8 °C. Варто відзначити, що в цей час опадів випало 92,8 мм, що менше від середньобагаторічної норми на 35,2 мм, проте це не мало значного впливу на формування врожайності пшениці ярої.

Погодні умови 2023 р. були сприятливими для нормального росту та розвитку пшениці ярої (табл. 2). У період від сходів до виходу в трубку середньодобова температура становила 8,3 °C, що вище від середніх багаторічних показників на 1,2 °C, відзначали надлишкове зволоження (157,5 мм), що вище у 2,7 разу порівняно із середньою

багаторічною нормою (58,0 мм). У міжфазний період «сходи – вихід у трубку» середньодобова температура була в межах середньобагаторічної норми і становила 12,5 °C. Від виходу в трубку до колосіння середньодобова температура повітря знаходилася на позначці 18,2 °C, що вище від середньої багаторічної норми на 1,8 °C, тоді як опадів випало лише 19,9 мм, що нижче від середньої багаторічної норми (48,0 мм) у 2,4 разу.

У період «колосіння – повна стиглість» температура повітря становила 20,6 °C, що вище від середньобагаторічних даних на 1,0 °C. Опадів випало 199,2 мм, що у 1,5 разу вище від середньобагаторічної норми (128,0 мм). Згідно з отриманими даними, гідротермічний коефіцієнт становив 1,34 і відповідав оптимальному рівню зволоження.

Для окремо взятих етапів розвитку спостерігали таку картину: надмірним зволоженням характеризувалися міжфазні періоди «сівба – сходи» та «колосіння – повна стиглість» (ГТК = 3,47 та 1,97 відповідно); посушливими умовами вирізнялися періоди «сходи – вихід у трубку» та «вихід у трубку – колосіння», де ГТК становив відповідно 0,86 та 0,73.

За роки досліджень опади були найбільш сприятливим фактором у визначенні врожайності зерна, тоді як вплив високих температур її знижував. Сорти різного еколого-географічного походження варіювали за показниками продуктивності. За роки дослідження (2021–2023) було встановлено, що вищий

середній рівень урожайності щодо стандарту Елегія миронівська (3,53 т/га) мали сорти Leguan – 4,41 т/га, Ясна – 4,26 т/га, МПІ Дана – 4,25 т/га, МПІ Світлана (UKR) – 4,23 т/га, Краса Полісся

(UKR) – 4,03 т/га, лінія Еритроспермум 15-36 (UKR) – 4,02 т/га, Triso (DEU) 4,00 т/га, Ажурная – 3,87 т/га, МПІ Візерунок – 3,84 т/га, МПІ Ксенія – 3,75 т/га (рис.).

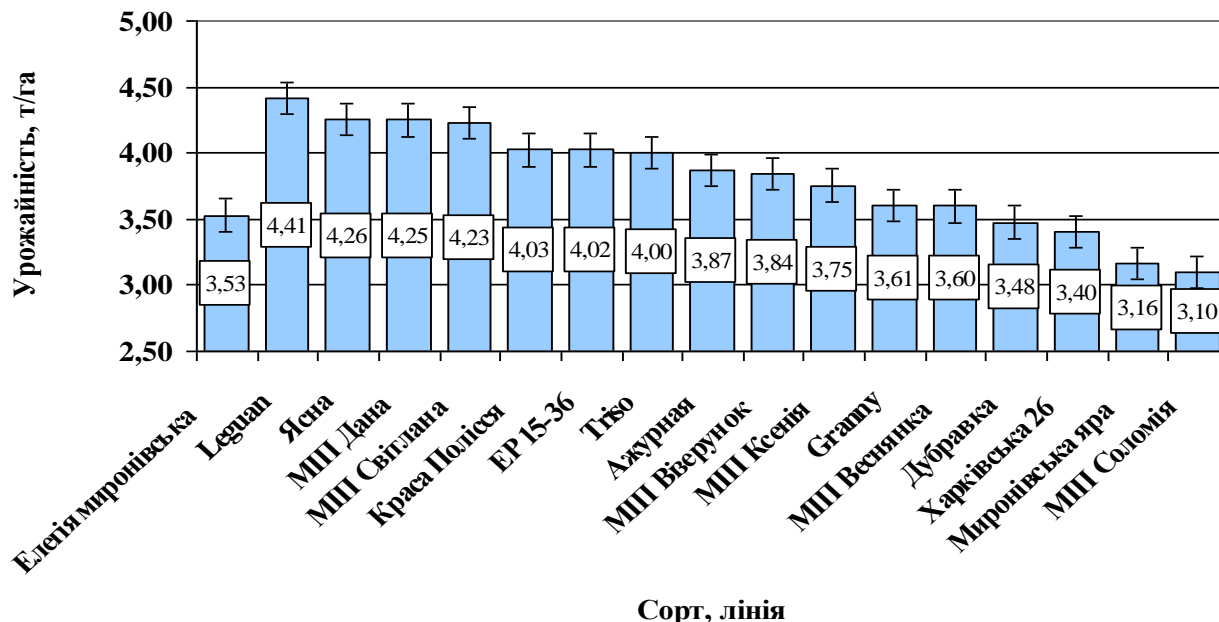


Рис. Середня врожайність генотипів пшениці ярої за 2021–2023 рр.

Питання екологічної адаптивності та пластичності окремих генотипів займають важливе місце в розвитку селекції [1, 6]. Середній рівень урожайності за роки

досліджень становив 3,80 т/га з варіюванням від найменшого (3,10 т/га) до найвищого значення (4,41 т/га) (табл. 3).

### 3. Урожайність і параметри екологічної пластичності та стабільності сортів пшениці ярої за роками досліджень (2021–2023)

Сорт, лінія	Країна походження	Урожайність за роками, т/га			Статистичні параметри							
		2021	2022	2023	x	min	max	R	CV, %	$\sigma$	$\sigma^2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Елегія миронівська <sup>1</sup>	UKR	3,45	3,41	3,73	3,53	3,73	3,41	0,32	4,93	0,174	0,030	
Миронівська яра	UKR	3,18	3,04	3,27	3,16	3,27	3,04	0,23	3,59	0,114	0,013	
Дубравка	UKR	3,06	2,91	4,47	3,48	4,47	2,91	1,56	24,71	0,859	0,738	
МПІ Дана	UKR	3,96	3,83	4,96	4,25	4,96	3,83	1,13	14,50	0,616	0,380	
МПІ Візерунок	UKR	4,30	3,38	3,84	3,84	4,30	3,38	0,92	11,96	0,459	0,211	
МПІ Соломія	UKR	3,11	3,05	3,13	3,10	3,13	3,05	0,08	1,34	0,041	0,002	
МПІ Веснянка	UKR	3,48	3,45	3,86	3,60	3,86	3,45	0,41	6,40	0,230	0,053	
МПІ Світлана	UKR	4,35	4,13	4,21	4,23	4,35	4,13	0,21	2,57	0,109	0,012	
Харківська 26	UKR	4,04	3,03	3,15	3,40	4,04	3,03	1,01	16,26	0,553	0,306	
Краса Полісся	UKR	3,84	3,82	4,43	4,03	4,43	3,82	0,61	8,61	0,347	0,120	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ажурная	UKR	3,70	3,67	4,23	3,87	4,23	3,67	0,55	8,07	0,312	0,097
Leguan	CZE	4,49	4,29	4,47	4,41	4,49	4,29	0,20	2,51	0,111	0,012
Трізо	DEU	4,40	3,72	3,90	4,00	4,40	3,72	0,68	8,84	0,354	0,125
Ясна	POL	4,33	3,95	4,49	4,26	4,49	3,95	0,54	6,52	0,278	0,077
Granny	AUT	3,77	3,42	3,63	3,61	3,77	3,42	0,35	4,91	0,177	0,031
EP 15-36	UKR	3,82	3,67	4,59	4,02	4,59	3,67	0,92	12,25	0,493	0,243
МПП Ксенія	UKR	3,65	3,70	3,90	3,75	3,90	3,65	0,25	3,55	0,133	0,018
x		3,82	3,56	4,01	3,80	–	–	–	–	–	–

Примітки: 1 – стандарт; x – середнє арифметичне значення; max, min – максимальне та мінімальне значення; R – розмах варіювання; CV – коефіцієнт варіації;  $\sigma$  – стандартне відхилення;  $\sigma^2$  – дисперсія; EP – Еритроспермум.

За період досліджень коефіцієнт варіації (CV) змінювався від низького ( $CV \leq 10,0\%$ ) до високого ( $CV > 20,0\%$ ) рівня. Слід виділити сорти з низьким коефіцієнтом варіації ( $CV \leq 10,0\%$ ): Елегія миронівська, Миронівська яра, МПП Соломія, МПП Веснянка, МПП Світлана, Краса Полісся, Ажурная, Leguan, Трізо, Ясна, МПП Ксенія та Granny, у решти генотипів він змінювався від середнього ( $10,0\% \geq CV \leq 20,0\%$ ) до високого ( $CV > 20,0\%$ ) значення (див. табл. 3).

За результатами розрахунку показника екологічної пластичності (табл. 4) встановлено, що сорти Елегія миронівська ( $b_i = 0,67$ ), Миронівська яра

( $b_i = 0,50$ ), МПП Соломія ( $b_i = 0,18$ ), МПП Веснянка ( $b_i = 0,85$ ), МПП Світлана ( $b_i = 0,20$ ), Харківська 26 ( $b_i = 0,46$ ), Granny ( $b_i = 0,51$ ), МПП Ксенія ( $b_i = 0,40$ ), Triso ( $b_i = 0,51$ ), Leguan ( $b_i = 0,42$ ) є високопластичними за врожайністю, оскільки їх коефіцієнт регресії менший за одиницю ( $b_i < 1$ ), де за мінімальних виробничих витрат вони здатні давати стабільно високі врожаї. Решту досліджуваних сортів віднесено до низькопластичних, оскільки їхній коефіцієнт регресії був більшим за одиницю ( $b_i > 1$ ). Вони здатні давати максимальний рівень урожайності лише за дотримання всіх агротехнічних вимог.

#### 4. Статистичні параметри врожайності сортів пшениці ярої (2021–2023 рр.)

Сорт, лінія	Країна походження	Урожайність за роками				Параметри стабільності / адаптивності			
		2021	2022	2023	x	$b_i$	$S^2_{di}$	Hom	Sc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Елегія миронівська (стандарт)	UKR	3,45	3,41	3,73	3,53	0,67	0,014	87,7	3,23
Миронівська яра	UKR	3,18	3,04	3,27	3,16	0,50	0,003	88,0	2,94
Дубравка	UKR	3,06	2,91	4,47	3,48	3,26	1,067	14,1	2,26
МПП Дана	UKR	3,96	3,83	4,96	4,25	2,36	0,476	29,3	3,29
МПП Візерунок	UKR	4,30	3,38	3,84	3,84	1,14	0,308	32,1	3,02
МПП Соломія	UKR	3,11	3,05	3,13	3,10	0,18	0,025	231,8	3,02
МПП Веснянка	UKR	3,48	3,45	3,86	3,60	0,85	0,033	56,2	3,22
МПП Світлана	UKR	4,35	4,13	4,21	4,23	0,20	0,043	164,4	4,02
Харківська 26	UKR	4,04	3,03	3,15	3,40	0,46	0,594	20,9	2,55
Краса Полісся	UKR	3,84	3,82	4,43	4,03	1,27	0,110	46,7	3,47
Ажурная	UKR	3,70	3,67	4,23	3,87	1,15	0,080	47,9	3,36



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Leguan	CZE	4,49	4,29	4,47	4,41	0,42	0,013	176,1	4,22
Triso	DEU	4,40	3,72	3,90	4,00	0,51	0,226	45,3	3,38
Ясна	POL	4,33	3,95	4,49	4,26	1,20	0,033	65,3	3,75
Granny	AUT	3,77	3,42	3,63	3,61	0,51	0,038	73,5	3,27
EP 15-36	UKR	3,82	3,67	4,59	4,02	1,93	0,262	32,9	3,22
МПП Ксенія	UKR	3,65	3,70	3,90	3,75	0,40	0,026	105,8	3,51

Примітка:  $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення;  $b_i$  – коефіцієнт регресії (екологічна пластичність);  $S^2_{di}$  – варіанса стабільності;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність; EP – Еритроспермум.

За розрахунками екологічної стабільності ( $S^2_{di}$ ) стабільними вважають сорти, варіанса відхиленя від лінії регресії яких рівна нулю ( $S^2_{di} \leq 0$ ) або близька до нуля ( $S^2_{di} \leq 0,01$ ). Найбільш цінними є сорти із сукупним проявом високої екологічної пластичності та стабільності. До таких слід віднести сорти Миронівська яра ( $b_i = 0,50$ ;  $S^2_{di} = 0,00$ ), Елегія миронівська ( $b_i = 0,67$ ;  $S^2_{di} = 0,01$ ), Leguan ( $b_i = 0,42$ ;  $S^2_{di} = 0,01$ ). За параметрами адаптивності найкращими вважають сорти, в яких високі показники гомеостатичності ( $Hom$ ) та селекційної цінності ( $Sc$ ) поєднуються з низьким коефіцієнтом варіації ( $CV$ , %). До таких належали сорти: МПП Соломія, МПП Світлана, МПП Ксенія, Leguan.

**Висновки.** Встановлено, що найбільш цінними за сукупним проявом високої екологічної пластичності та стабільності є сорти Leguan ( $b_i = 0,42$ ;  $S^2_{di} = 0,01$ ), Миронівська яра ( $b_i = 0,50$ ;

$S^2_{di} = 0,00$ ) та Елегія миронівська ( $b_i = 0,67$ ;  $S^2_{di} = 0,01$ ), що вказує на їх здатність забезпечувати високу врожайність за будь-яких умов вирощування. За параметрами адаптивності найкращими вважають сорти, в яких високі показники гомеостатичності ( $Hom$ ) та селекційної цінності ( $Sc$ ) поєднуються з низьким коефіцієнтом варіації ( $CV \leq 10,0$  %). До таких належать сорти МПП Соломія ( $Hom = 231,8$ ;  $Sc = 3,02$ ), Leguan ( $Hom = 176,1$ ;  $Sc = 4,22$ ), МПП Світлана ( $Hom = 164,4$ ;  $Sc = 4,02$ ), МПП Ксенія ( $Hom = 105,8$ ;  $Sc = 3,51$ ). У сортів МПП Соломія та МПП Світлана відзначено низькі показники екологічної пластичності та стабільності (відповідно  $b_i = 0,18$ ;  $S^2_{di} = 0,03$  та  $b_i = 0,20$ ;  $S^2_{di} = 0,04$ ), це може вказувати на те, що згадані сорти придатні для вирощування після гірших попередників без застосування інтенсивної агротехнології.

#### Список використаної літератури

- Білоусова З. В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 3 (73). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.013>.
- Буняк О. І. Екологічна стабільність і пластичність сортів голозерного вівса в умовах Північного Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 25–39. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119535>.
- Впровадження у виробництво нових, стійких до стресових факторів, високопродуктивних сортів озимої пшениці, створених на основі використання хромосомної інженерії та маркер-допоміжної селекції / В. В. Морхун та ін. *Наука та інновації*. 2014. Т. 10, № 5. С. 40–48. DOI: 10.15407/scin10.05.040.
- Гідротермічний коефіцієнт зволоження. URL: <https://superagronom.com/slovník>

#### References

- Bilousova Z. V. Evaluation of the adaptive potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2018. No. 3 (73). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.013>.
- Buniak O. I. Ecological stability and plasticity of naked oat varieties under conditions of northern Forest-steppe of Ukraine. *Myronivskyi visnyk*. 2016. Issue 2. P. 25–39. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119535>.
- Introduction of new, stress-resistant, high-yielding winter wheat varieties based on chromosome engineering and marker-assisted selection / V. V. Morhun et al. *Nauka ta innovatsii*. 2014. Vol. 10, no. 5. P. 40–48. DOI: 10.15407/scin10.05.040.
- Hydrothermal coefficient of moisture. URL: <https://superagronom.com/slovník>

agronoma/gidrotermichniy-koeficiyent-zvolozhennya-id20236 (дата звернення: 03.04.2023).

5. Кернасюк Ю. В. Глобальний ринок пшениці: кон'юнктура і тренди. *Агробізнес сьогодні*. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/19645-hlobalnyi-rynok-pshenytsikoniuunktura-i-trendy.html> (дата звернення: 03.04.2023).

6. Ковалишина Г. М., Мельник О. О., Топко Р. І. Селекційна цінність колекційних зразків пшениці озимої. *Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (с. Центральне, 20 жовт. 2017 р.)*. Миронівка, 2017. С. 38.

7. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) / Е. Р. Ермантраут та ін. Харків, 2014. 229 с.

8. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І. Селекція та насінництво польових культур: практикум. Біла Церква, 2008. 192 с.

9. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми / С. П. Васильківський та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 47–51. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEE0.v21.805>.

10. Рибка В., Компанієць В., Кулик А. Виробництво зерна у розрізі витрат. *Агробізнес сьогодні*. 2018. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10111-vyrobnystvo-zerna-u-rozrizi-vytrat.html> (дата звернення: 03.04.2023).

11. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні / Я. М. Гадзало та ін. Київ: Аграрна наука, 2018. 328 с.

12. Хангильдин В. В., Литвіненко Н. А. Гомеостатичність и адаптивність сортів озимої пшениці. *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. 1981. Вып. 39. С. 14–22.

13. Хом'як М. М., Байструк-Глодан Л. З., Коник Г. С. Адаптивний потенціал урожайності зразків *Dactylis glomerata* L. в агрокліматичних умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 160–175. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-10.

14. Craven L. M., Carter P. R. Seed size/shape and tillage system effect on corn growth and grain yield. *Journal of Production Agriculture*. 1990. Vol. 3, no. 4. P. 445–452. DOI: 10.2134/JPA1990.0445.

15. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, issue 1. P. 34–40. DOI: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.

16. GGE biplot analysis of genotype by environment interaction of spring barley varieties / P. Solonechnyi et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015. Vol. 102, no. 4. P. 431–436.

agronoma/gidrotermichniy-koeficiyent-zvolozhennya-id20236 (last accessed: 03.04.2024).

5. Kernasiuk Yu. V. Global wheat market: situation and trends. *Ahrobiznes sohodni*. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/19645-hlobalnyi-rynok-pshenytsikoniuunktura-i-trendy.html> (last accessed: 03.04.2024).

6. Kovalyshyna H. M., Melnyk O. O., Topko R. I. Breeding value of collection samples of winter wheat. *Realizatsiia potentsialu sortiv zernovykh kultur – shliakh do vyrishennia prodovolchoi bezpeky: materialy V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Tsentralne, 20 zhovt. 2017 r.)*. Myronivka, 2017. P. 38.

7. Methods of breeding experiment (in plant science) / E. R. Ermantraut et al. Kharkiv, 2014. 229 p.

8. Molotskyi M. Ya., Vasykivskiy S. P., Kniaziuk V. I. Breeding and seed growing of field crops: workshop. Bila Tserkva, 2008. 192 p.

9. Realization of cereals varieties potential as a way of solving the food problem / S. P. Vasykivskiy et al. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmv*. 2017. Vol. 21. P. 47–51. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEE0.v21.805>.

10. Rybka V., Kompaniets V., Kulyk A. Grain production in terms of costs. *Ahrobiznes sohodni*. 2018. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10111-vyrobnystvo-zerna-u-rozrizi-vytrat.html> (last accessed: 03.04.2024).

11. Development of the agrarian sphere of economy in the conditions of decentralization of management in Ukraine / Ya. M. Hadzalo et al. Kyiv: Ahrarna nauka, 2018. 328 p.

12. Hangil'din V. V., Litvinenko N. A. Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties. *Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VSGL*. 1981. Issue 39. P. 14–22.

13. Khomiak M. M., Bastruk-Hlodan L. Z., Konyk H. S. Adaptive yield potential of *Dactylis glomerata* L. samples in agro-climate conditions of Pre-Carpathian. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2022. Issue 71 (1). P. 160–175. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-10.

14. Craven L. M., Carter P. R. Seed size/shape and tillage system effect on corn growth and grain yield. *Journal of Production Agriculture*. 1990. Vol. 3, no. 4. P. 445–452. DOI: 10.2134/JPA1990.0445.

15. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, issue 1. P. 34–40. DOI: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.

16. GGE biplot analysis of genotype by environment interaction of spring barley varieties / P. Solonechnyi et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015. Vol. 102, no. 4. P. 431–436.

17. Kaya Y., Akçura M., Taner S. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials in bread

17. Kaya Y., Akçura M., Taner S. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2006. Vol. 30, no. 5. P. 325–337.

18. Progress towards genetics and breeding for minor genes based resistance to Ug99 and other rusts in CIMMYT high-yielding spring wheat / R. P. Singh et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2014. Vol. 13, issue 2. P. 255–261.

19. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080 / G. Fischer et al. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological Sciences*. 2005. Vol. 360. P. 2067–2083. DOI: 10.1098/rstb.2005.1744.

20. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the Forest Steppe conditions of Ukraine / O. Demydov et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, no. 2. P. 83–88. DOI: 10.11648/j.ajaf.20210902.16.

21. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) / W. A. Babiker et al. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, issue 3. P. 24–28.

22. Verma A., Chatrath R., Sharma I. AMMI and GGE biplots for G×E analysis of wheat genotypes under rain fed conditions in central zone of India. *Journal of Applied and Natural Science*. 2015. Vol. 7, no. 2. P. 656–661.

wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2006. Vol. 30, no. 5. P. 325–337.

18. Progress towards genetics and breeding for minor genes based resistance to Ug99 and other rusts in CIMMYT high-yielding spring wheat / R. P. Singh et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2014. Vol. 13, issue 2. P. 255–261.

19. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080 / G. Fischer et al. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological Sciences*. 2005. Vol. 360. P. 2067–2083. DOI: 10.1098/rstb.2005.1744.

20. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the Forest Steppe conditions of Ukraine / O. Demydov et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, no. 2. P. 83–88. DOI: 10.11648/j.ajaf.20210902.16.

21. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) / W. A. Babiker et al. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, issue 3. P. 24–28.

22. Verma A., Chatrath R., Sharma I. AMMI and GGE biplots for G×E analysis of wheat genotypes under rain fed conditions in central zone of India. *Journal of Applied and Natural Science*. 2015. Vol. 7, no. 2. P. 656–661.