УДК 633.111.1:«321»:631.524.022/.85 https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985

Екологічна пластичність і стабільність перспективних ліній пшениці м'якої ярої (*Triticum aestivum* L.) за врожайністю

Є. А. Кузьменко*, М. В. Федоренко, А. В. Пірич, Р. М. Близнюк

*Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, *e-mail: evgeniy.anatoliyovich@gmail.com*

Мета. Використовуючи статистичні методи, проаналізувати за показниками екологічної пластичності та стабільності лінії конкурсного випробування пшениці м'якої ярої і виявити серед них такі, що вирізняються високою стабільністю врожайності зерна. **Методи.** Дослідження проводили протягом 2018–2020 рр. на базі Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. У процесі оброблення отриманих результатів послуговувалися загальноприйнятими методами генетико-статистичного аналізу. **Результати.** Оцінка селекційного матеріалу в різні роки дає змогу отримати інформацію щодо особливостей реакції генотипів на зміну екологічних умов. У результаті проведених досліджень встановлено, що високопластичними є лінії Lutescens 14-32 (b_i = 0,59), Erythrospermum 15-32 (b_i = 0,44) і Lutescens 14-47 (b_i = 0,22). За розрахунками, екологічно стабільними вважають лінії, варіанса стабільності яких дорівнює нулю (S^2_{di} = 0,00) або близька до нуля (S^2_{di} = 0,01). З погляду практичності цінними є лінії із сукупним проявом високої екологічної пластичності та стабільності, а саме: Erythrospermum 15-32 (b_i = 0,44; S^2_{di} = 0,01), що має низьку норму реакції та може забезпечувати незмінно високий рівень врожайності за будь-яких умов вирощування. Найціннішими є генотипи, що поєднують у собі низький рівень коефіцієнта варіації ($CV \leq 10{,}0\%$), високу гомеостатичність і селекційну цінність. Серед них – лінії Erythrospermum 15-32 (*Hom* = 206,42, *Sc* = 4,11), Lutescens 14-47 (*Hom* = 98,41, *Sc* = 3,91), Erythrospermum 17-08 (*Hom* = 78,57, *Sc* = 3,76), Erythrospermum 14-65 (*Hom* = 54,84, *Sc* = 3,75), Lutescens 14-32 (*Hom* = 54,60, *Sc* = 4,17), Lutescens 14-13 (*Hom* = 35,60, *Sc* = 3,78) і Lutescens 14-48 (*Hom* = 46,66, *Sc* = 3,58). **Висновки.** Оцінка селекційного матеріалу має важливе значення для створення нових високопродуктивних сортів з адаптивним потенціалом. Метод оцінки екологічної пластичності та варіанси її стабільності дав змогу диференціювати лінії пшениці м'якої ярої конкурсного випробування за реакцією на зміну умов вирощування. Для оптимальнішого відбору селекційного матеріалу за показниками екологічної пластичності та стабільності у селекційних програмах слід враховувати ранжовані оцінки генотипів.

Ключові слова: *пшениця яра; урожайність; пластичність; стабільність; гомеостатичність; селекційна цінність.*

Вступ

Селекція на екологічну пластичність має особливе значення для розв'язання питань адаптації рослинництва до змін клімату. Цей напрям гарантує одержання стабільних і високих урожаїв за різних умов вегетації. Екологічною пластичністю вважають середню реакцію сорту на зміну чинників середовища, а стабільністю – відхилення емпіричних даних у кожному середовищі від середньої реакції [1]. Адаптивність є однією з найважливіших властивостей сорту, тому їй приділяють значну увагу в селекційних програмах більшості країн світу. До того ж з цією ознакою тісно пов'язане поняття екологічної стабільності, тобто здатності сорту протистояти стресовим факторам. Гостро постає запитання стабілізації зборів зерна пшениці, що стимулює пошук шляхів підвищення адаптивного потенціалу новостворюваних сортів [2].

На ріст, розвиток і врожайність сільськогосподарських культур, зокрема пшениці ярої, впливають такі кліматичні чинники, як опади, температура та сонячна радіація.

Yevhenii Kuzmenko
http://orcid.org/0000-0002-6256-1482
Maryna Fedorenko
http://orcid.org/0000-0002-3021-3643
Alina Pirych
http://orcid.org/0000-0003-2312-9774
Ruslan Blyzniuk
http://orcid.org/0000-0002-8645-2539

Тому в сучасній селекційній практиці найважливішим є рівень адаптивного потенціалу нового сорту та його здатність пристосуватися до різних змін метеорологічних факторів [3].

Сорт із середніми, але стабільними за роками показниками продуктивності та якості значно цінніший, ніж сорт із потенційно великими, але дуже мінливими показниками за роками та умовами вирощування [4, 5]. Для селекції на адаптивність ефективним є аналіз за показниками екологічної пластичності й стабільності з метою виявлення генотипів з високою стабільністю врожайності зерна [6, 7]. Адаптивність – одна з найважливіших властивостей сорту, тому їй приділяють значну увагу в селекційних програмах більшості країн світу [8]. Показники екологічної пластичності та стабільності за продуктивністю і кількісними ознаками, що характеризують врожайність і якість зерна, визначають для різних культур: пшениці озимої [9, 10], пшениці ярої [11–15], ячменю ярого [16–18], тритикале озимого [19, 20], вівса [21, 22], ріпаку озимого [23], проса [24], кукурудзи [25], квасолі [26], льону [27] тощо.

Під час підбору вихідного матеріалу для селекції важливо знайти форми з високим рівнем прояву кількісних ознак, який би мінімально знижувався за несприятливих умов росту та розвитку рослин [28].

Досвід вітчизняної та світової селекції свідчить, що у процесі створення сортів пшениці вирішальне значення має наявність вихідного матеріалу, який поєднує продуктивність з адаптивними ознаками [29, 30]. Отже, дослідження екологічної адаптивності та пластичності окремих генотипів посідає важливе місце у селекційній практиці [31, 32].

Мета досліджень – використовуючи статистичні методи, проаналізувати за показниками екологічної пластичності й стабільності лінії конкурсного випробування пшениці м'якої ярої та виявити серед них такі, що вирізняються високою стабільністю врожайності зерна.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. на базі лабораторії селекції ярої пшениці на полях селекційної сівозміни Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Об'єктом досліджень слугували лінії, залучені до конкурсного випробування пшениці м'якої ярої. Повторність досліду чотириразова. Фенологічні спостереження здійснювали згідно з Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [33]. Статистичний аналіз виконували за Методикою селекційного експерименту (в рослинництві) [34]. Оцінку екологічній пластичності та стабільності давали відповідно до методики Eberhart S. A. та Russell W. A. [35]. Так, пластичність сортів оцінювали за коефіцієнтом регресії (b_i), що характеризує середню реакцію сорту на зміну умов середовища та дає змогу прогнозувати зміну досліджуваної ознаки в межах конкретних умов. Варіанса відхилень від лінії регресії (S^2_{di}) демонструє, як надійно сорт відповідає пластичності, оціненій коефіцієнтом регресії [21].

Коефіцієнт регресії (b_i) розраховували за формулою:

$$b_i = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I^2,$$

де b_i – коефіцієнт регресії урожайності 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 між середнім врожаєм всіх сортів у цих умовах і загальним середнім врожаєм усіх дослідів.

Варіансу відхилень від лінії регресії (S^2_{di}) розраховували за формулою:

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

де Y_{ij} – урожайність 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-умов.

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

За результатами розрахунку параметрів екологічної пластичності (b_i) та стабільності (S^2_{di}) виділяють 6 групувальних рангів (табл. 1).

Показники гомеостатичності (*Hom*) та селекційної цінності (*Sc*) визначали методом, запропонованим В. В. Хангільдіним і М. А. Литвиненком [36], за такими формулами:

$$Hom = \frac{\bar{x}^2}{\sigma},$$

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

$$S_c = \bar{x} \frac{x_{lim}}{x_{opt}},$$

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

Таблиця 1

Групування за показниками екологічної пластичності та стабільності ліній пшениці м'якої ярої

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

Загалом упродовж років проведення досліджень гідротермічні умови вегетації пшениці м'якої ярої були оптимальними для вирощування (рис. 1). Для комплексної характеристики зволоження території та її температурного режиму використовують запропонований Г. Т. Селяниновим гідротермічний коефіцієнт (ГТК) [37], що показує відношення суми опадів за певний період до суми температур вище ніж 10 °С у той самий період. Розраховано за формулою:

$$HTC = \frac{\sum_r}{0{,}1 \times \sum t\ ^\circ C},$$

Де HTC – гідротермічний коефіцієнт; $\sum_r$ – сума опадів за період вегетації, мм; $\sum t\ ^\circ C$ – сума температур вище ніж 10 °С за той самий період; 0,1 – постійний коефіцієнт.

Умови зволоження за показниками ГТК визначали як: < 0,40 – сильна посуха; 0,40–0,79 – дуже посушливі; 0,80–1,09 – посушливі; 1,10–1,59 – оптимальні; > 1,60 – надто зволожені.

Результати досліджень

Гідротермічні умови досліджуваних років характеризувалися нерівномірним розподілом опадів і різним температурним режимом (рис. 1). У 2018 р. міжфазовий період «сівба – сходи» відзначався сильною посухою (ГТК = 0,12), що негативно вплинуло на отримання дружніх сходів пшениці м'якої ярої; у 2019-му – посушливими умовами (ГТК = 0,92); у 2020 р. – оптимальним зволоженням (ГТК = 1,18). Період «сходи – вихід у трубку» вирізнявся посушливими умовами (ГТК = 1,07) у 2018 р.; оптимальним зволоженням (ГТК = 1,57) – у 2019-му та надзвичайним зволоженням (ГТК = 2,64) – у 2020 році.

«Вихід у трубку – колосіння» – один із найважливіших міжфазових періодів, оскільки саме тоді відбувається активне формування та дозрівання зерна пшениці ярої, що потребує достатньої кількості вологи та поживних речовин. Цей період характеризувався

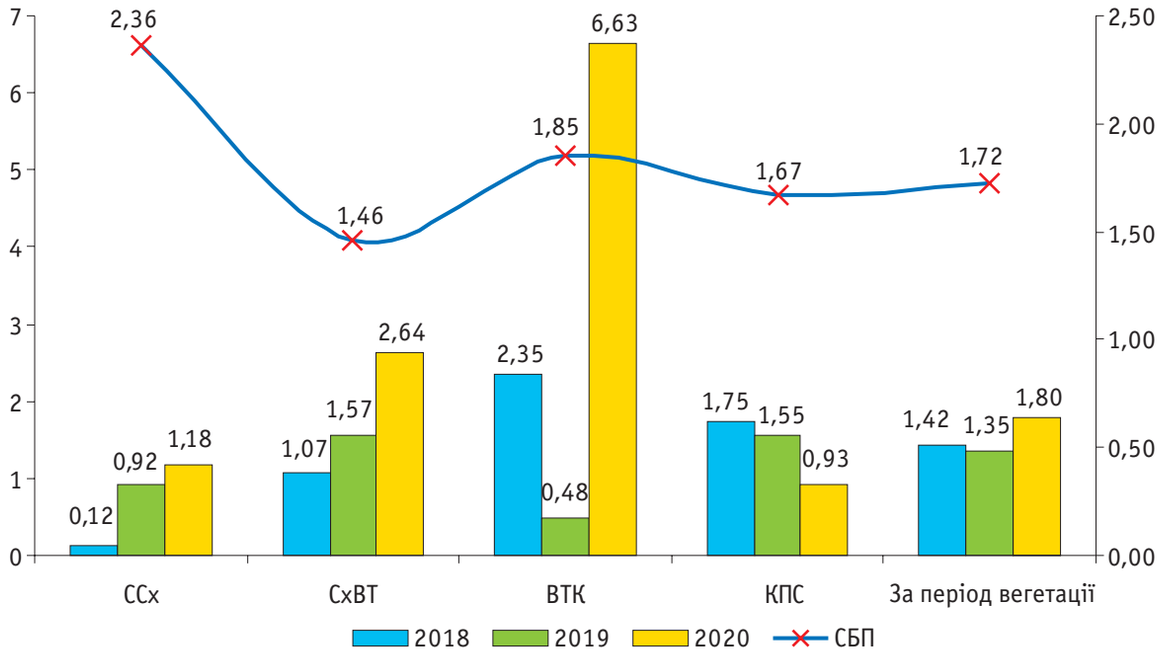

Рис. 1. Гідротермічні умови вегетації пшениці м'якої ярої (2018–2020 рр.)

Примітка. ССх – сівба – сходи; СхВТ – сходи – вихід у трубку; ВТК – вихід у трубку – колосіння; КПС – колосіння – повна стиглість; СБП – середні багаторічні показники.

надзвичайними умовами зволоження у 2018 та 2020 рр. (ГТК = 2,35; 6,63 відповідно) та був дуже посушливим (ГТК = 0,48) у 2019 р., що негативно вплинуло на формування врожайності пшениці ярої. Період «колосіння – повна стиглість» відзначався надзвичайним зволоженням (ГТК = 1,75) у 2018 р.; оптимальним (ГТК = 1,55) – у 2019-му та був посушливим (ГТК = 0,93) – у 2020 р. Загалом для 2018–2019 рр. у період вегетації характерними були оптимальні умови зволоження (ГТК = 1,42; 1,35 відповідно), що сприяло формуванню та наливу зерна пшениці м'якої ярої, а 2020 р. вирізнився надзвичайним зволоженням (ГТК = 1,80).

Оцінка селекційного матеріалу в різні роки дає змогу одержати інформацію щодо особливостей реакції генотипів на зміну екологічних умов. Коефіцієнт регресії (b_i) відображає середню реакцію генотипу на зміну факторів середовища, демонструє його пластичність і допомагає прогнозувати мінливість ознаки, досліджуваної в межах визначених умов. Чим вище значення b_i, тим чутливіший сорт до зміни умов вирощування. Водночас b_i може набувати як позитивних (для більшості ознак), так і від'ємних значень. Якщо $b_i = 0$ або є близьким до нуля, це означає, що сорт не реагує на зміну умов середовища.

Варіанса стабільності (S^2_{di}) показує, наскільки надійно сорт відповідає пластичності, оціненій коефіцієнтом регресії. Чим ближче (S^2_{di}) до нуля, тим менше відрізняються емпіричні значення ознаки від теоретичних, розміщених на лінії регресії. Зростання пластичності сорту часто спричиняє зниження його стабільності [38–41].

Таблиця 2

Параметри екологічної пластичності та стабільності ліній конкурсного випробування за врожайністю (2018–2020 рр.)

Назва лінії, сорту-стандарту	Урожайність за роками, т/га				Параметри екологічної пластичності / стабільності		Ранг
	2018	2019	2020	$\bar{x}$	b_i	S^2_{di}	
'Елегія миронівська', St	4,13	4,09	3,47	3,90	2,51	0,00	5
Lutescens14-32	4,40	4,62	4,33	4,45	0,59	0,03	1
Lutescens 14-13	4,82	4,44	4,09	4,45	2,25	0,04	6
Erythrospermum 15-36	4,32	5,06	3,97	4,45	2,39	0,37	6
Erythrospermum 17-17	4,81	4,69	3,75	4,41	3,91	0,00	5
Erythrospermum 14-65	4,77	4,36	4,07	4,40	2,11	0,05	6
Lutescens 14-48	4,69	4,35	3,90	4,31	2,56	0,03	6
Erythrospermum 15-32	4,37	4,24	4,21	4,27	0,44	0,01	2
Lutescens 14-47	4,39	4,04	4,32	4,25	0,22	0,07	1
Erythrospermum 17-08	4,32	4,24	3,91	4,16	1,48	0,00	5
Erythrospermum 18-09	3,60	3,82	4,49	3,97	3,11	0,00	5
Lutescens 12-48	3,02	3,16	3,83	3,33	2,90	0,00	5
$НІР_{0,05}$	0,46	0,61	0,29	–	–	–	–

Дослідженнями встановлено, що середня врожайність ліній конкурсного випробування за період 2018–2020 рр. становила 4,20 т/га.

Найвищий рівень врожайності зафіксовано у ліній Lutescens 14-32 – 4,45 т/га, Lutescens 14-13 – 4,45, Erythrospermum 15-36 – 4,45, Erythrospermum 17-17 – 4,41, Erythrospermum 14-65 – 4,40, Lutescens 14-48 – 4,31, Erythrospermum 15-32 – 4,27 т/га (табл. 2).

За результатами розрахунку показника екологічної пластичності встановлено, що досліджувані лінії Lutescens 14-32 (b_i = 0,59), Erythrospermum 15-32 (b_i = 0,44), Lutescens 14-47 (b_i = 0,22) є високопластичними за врожайністю, оскільки їхній коефіцієнт регресії менший за одиницю ($b_i < 1$). Отже, їх можна використовувати на екстенсивних фонах, де за мінімальних витрат вони можуть забезпечувати максимальний врожай. Решта досліджуваних ліній є низькопластичними за врожайністю, оскільки коефіцієнт регресії у них більший за одиницю ($b_i > 1$). Тому вони здатні давати максимальний рівень врожайності за дотримання всіх агротехнічних вимог.

Розрахунки екологічної пластичності (S^2_{di}) свідчать, що стабільними є лінії, варіанса стабільності яких дорівнює нулю ($S^2_{di} = 0,00$) або близька до нуля (S^2_{di}) = ($S^2_{di} = 0,01$), а саме: Erythrospermum 17-17, Erythrospermum 17-08, Erythrospermum 18-09, Lutescens 12-48 та Erythrospermum 17-17.

З погляду практичності цінними вважають лінії із сукупним проявом високої екологічної пластичності та стабільності. Наприклад, Erythrospermum 15-32 (b_i = 0,44; S^2_{di} = 0,01, що вказує на її низьку норму реакції та здатність забезпечувати незмінно високий рівень врожайності за будь-яких

умов вирощування). Високопластичними, але нестабільними ($b_i < 1$; $S^2_{di} > 0$) також є лінії Lutescens 14-13 ($b_i = 0{,}59$; $S^2_{di} = 0{,}03$) і Lutescens 14-47 ($b_i = 0{,}22$; $S^2_{di} = 0{,}07$), які забезпечують високий рівень врожайності за сприятливих умов вирощування.

Згідно зі вказаним групуванням (табл. 1) найціннішими слід вважати лінії другого рангу ($b_i < 1$; $S^2_{di} = 0$) і Lutescens 14-13. Лінії Lutescens 14-32 та Lutescens 14-47 належать до першого рангу ($b_i < 1$; $S^2_{di} > 0$), вирізняються незмінно високою врожайністю за будь-яких умов, проте є нестабільними. До п'ятого рангу ($b_i > 1$; $S^2_{di} = 0$) зараховують лінії, здатні забезпечувати високу врожайність лише за сприятливих умов вирощування, а саме: Erythrospermum 17-17, Erythrospermum 17-08, Erythrospermum 18-09, Lutescens 12-48 та сорт-стандарт. Решта ліній нестабільні, проте високоврожайні за сприятливих умов вирощування – шостий ранг ($b_i > 1$; $S^2_{di} > 0$).

Важливим показником стійкості є гомеостатичність, тобто здатність генотипів зменшувати наслідки впливу шкідливих біотичних та абіотичних факторів. Тісний зв'язок гомеостатичності (*Hom*) з коефіцієнтом варіації (*CV*) чітко відображає стабільність врожайності у мінливих умовах навколишнього середовища [42].

Таблиця 3

Параметри адаптивності кращих ліній конкурсного випробування за врожайністю (2018–2020 рр.)

Назва лінії, сорту-стандарту	Урожайність за роками, т/га				Параметри адаптивності		
	2018	2019	2020	$\bar{x}$	*CV*, %	*Hom*	*Sc*
'Елегія миронівська', St	4,13	4,09	3,47	3,90	9,61	40,56	3,27
Lutescens14-32	4,40	4,62	4,33	4,45	3,40	54,60	4,17
Lutescens 14-13	4,82	4,44	4,09	4,45	8,15	35,60	3,78
Erythrospermum 15-36	4,32	5,06	3,97	4,45	12,50	130,56	3,49
Erythrospermum 17-17	4,81	4,69	3,75	4,41	13,19	33,47	3,44
Erythrospermum 14-65	4,77	4,36	4,07	4,40	8,02	54,84	3,75
Lutescens 14-48	4,69	4,35	3,90	4,31	9,25	46,66	3,58
Erythrospermum 15-32	4,37	4,24	4,21	4,27	2,07	206,42	4,11
Lutescens 14-47	4,39	4,04	4,32	4,25	4,32	98,41	3,91
Erythrospermum 17-08	4,32	4,24	3,91	4,16	5,29	78,57	3,76
Erythrospermum 18-09	3,60	3,82	4,49	3,97	11,71	33,92	3,18
Lutescens 12-48	3,02	3,16	3,83	3,33	12,91	25,82	2,63
$НІР_{0,05}$	0,46	0,61	0,29	–	–	–	–

Висока гомеостатичність та низький рівень коефіцієнта варіації (*CV* ≤ 10,0%) були у ліній Erythrospermum 15-32 (*Hom* = 206,42), Lutescens 14-47 (*Hom* = 98,41), Erythrospermum 17-08 (*Hom* = 78,57), Erythrospermum 14-65 (*Hom* = 54,84), Lutescens 14-32 (*Hom* = 54,60), Lutescens 14-48 (*Hom* = 46,66) і Lutescens 14-13 (*Hom* = 35,60). Решта досліджуваних ліній мали середній рівень гомеостатичності (20,0% ≤ *CV* ≥ 10,1%): Erythrospermum 15-36 – *Hom* = 130,56; Erythrospermum 18-09 – *Hom* = 33,92; Erythrospermum 14-65 – *Hom* = 33,47; Lutescens 12-48 – *Hom* = 25,82 (табл. 3).

Селекційна цінність (*Sc*) дає змогу виокремити лінії, що поєднують в собі високу або середню врожайність та стабільну її реалізацію в мінливих умовах вирощування [42]. Найвища селекційна цінність у генотипів з низьким коефіцієнтом варіації (*CV* ≤ 10,0%) та високою гомеостатичністю, а саме: Erythrospermum 15-32 (*Hom* = 206,42, *Sc* = 4,11), Lutescens 14-47 (*Hom* = 98,41, *Sc* = 3,91), Erythrospermum 17-08 (*Hom* = 78,57, *Sc* = 3,76), Erythrospermum 14-65 (*Hom* = 54,84, *Sc* = 3,75), Lutescens 14-32 (*Hom* = 54,60, *Sc* = 4,17), Lutescens 14-13 (*Hom* = 35,60, *Sc* = 3,78), Lutescens 14-48 (*Hom* = 46,66, *Sc* = 3,58).

Висновки

Оцінка селекційного матеріалу має важливе значення для створення нових високопродуктивних сортів із великим адаптивним потенціалом. Метод оцінки екологічної пластичності та варіанси її стабільності дав змогу диференціювати лінії пшениці м'якої ярої конкурсного випробування за реакцією на зміну умов вирощування.

Встановлено, що найбільш цінною за сукупним проявом високої екологічної пластичності та стабільності є лінія Erythrospermum 15-32: $b_i = 0{,}44$; $S^2_{di} = 0{,}01$, що вказує на низьку норму реакції та здатність забезпечувати високу врожайність за будь-яких умов вирощування. Для оптимальнішого відбору селекційного матеріалу за показниками екологічної пластичності та стабільності у селекційних програмах слід враховувати ранжовані оцінки генотипів.

Використана література

1. Марухняк А. Я., Дацько А. О., Лісова Ю. А., Марухняк Г. І. Пластичність і стабільність кількісних ознак продуктивності голозерних зразків вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 80–90.
2. Музафарова В. А., Падалка Є. І., Рябчун В. К., Пєтухова І. А. Адаптивність зразків колекції пшениці м'якої ярої до умов східної частини Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 42–50.
3. Yu Q., Li L., Luo Q. et al. Year patterns of climate impact on wheat yields. *International Journal of Climatology*. 2014. Vol. 34, Iss. 2. P. 518–528. doi: 10.1002/joc.3704
4. Лісова Ю. А., Царик З. О., Дацько А. О. Характеристика голозерних зразків вівса за врожайністю та адаптивністю. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 141–148.
5. Herman J., Sultan S. Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Frontiers in Plant Science*. 2011. Vol. 2. Article 102. doi: 10.3389/fpls.2011.00102
6. Діордієва І. П. Екологічна пластичність та стабільність нових сортозразків пшениці м'якої озимої за врожайністю. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 4. С. 142–151.
7. Sehgal D., Rosyara U., Mondal S. et al. Incorporating genome-wide association mapping results into genomic prediction models for grain yield and yield stability in CIMMYT spring bread wheat. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. Article 197. doi: 10.3389/fpls.2020.00197
8. Suneja Y., Gupta A. K., Bains N. S. Stress adaptive plasticity: *Aegilops tauschii* and *Triticum dicoccoides* as potential donors of drought associated morpho-physiological traits in wheat. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article 211. doi: 10.3389/fpls.2019.00211
9. Леонов О. Ю. Групування зразків пшениці м'якої за пластичністю та стабільністю прояву кількісних ознак. *Гентичні ресурси рослин*. 2013. № 13. С. 28–39.
10. Кочмарський В. С., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б. та ін. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 98–116.
11. Chevin L.-M., Hoffmann A. A. Evolution of phenotypic plasticity in extreme environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2017. Vol. 372, Iss. 1723. Article 20160138. doi: 10.1098/rstb.2016.0138
12. Sanad M. N. M. E., Campbell K. G., Gill K. S. Developmental program impacts phenological plasticity of spring wheat under drought. *Botanical Studies*. 2016. Vol. 57, Iss. 1. Article 35. doi: 10.1186/s40529-016-0149-3
13. Хоменко С. О., Кочмарський В. С., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Стабільність і пластичність колекційних зразків пшениці м'якої ярої за показниками продуктивності. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 43–47. doi: 10.31395/2310-0478-2018-1-43-47
14. Хоменко С. О., Кочмарський В. С., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Селекційна цінність колекційних зразків пшениці твердої ярої за показниками продуктивності в умовах Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Вип. 16, № 3. С. 303–309. doi: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214924
15. Demydov O., Khomenko S., Fedorenko M. et al. Stability and Plasticity of Collection Samples of Durum Spring Wheat in the Forest-Steppe Conditions of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, Iss. 2. P. 83–88. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.16
16. Гудзенко В. М., Поліщук Т. П., Бабій О. О., Худолій Л. В. Урожайність та адаптивність миронівських сортів ячменю ярого різних періодів селекційної роботи. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 2. С. 190–202. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766
17. Солонечний П. М. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю ярого за продуктивністю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 48–53. doi: 10.31210/visnyk2014.04.08
18. Vasko N. I., Solonechnyi P. M., Kozachenko M. R. et al. Environmental Stability and Plasticity of Spring Barley Cultivars. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 116. С. 17–30. doi: 10.30835/2413-7510.2019.190449
19. Rumyana G. G., Hristofor K. K. Ecological Plasticity and Stability of Some Agronomical Performances in Triticale Varieties (× *Triticosecale* Wittm). *Ecologia Balkanica*. 2020. Vol. 12, Iss. 1. P. 93–98.
20. Щипак Т. В., Святченко С. І., Непочатов М. І. Оцінка сортозразків тритикале озимого за екологічною пластичністю та стабільністю основних ознак продуктивності. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 247–256.
21. Буняк О. І. Екологічна стабільність і пластичність сортів голозерного вівса в умовах Північного Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 25–39.
22. Юрчук С. С., Вишневський С. П. Оцінка колекційних зразків ріпаку озимого за екологічною пластичністю і стабільністю. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. № 31. С. 46–57.
23. Присяжнюк Л. М., Новчіна О. В., Шитікова Ю. В. та ін. Екологічна пластичність та стабільність урожайності проса посівного (*Panicum miliaceum* L.) у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 2. С. 146–154. doi: 10.21498/2518-1017.17.2.2021.236522
24. Таран В. Г., Каленська С. М., Новицька Н. В., Данилів П. О. Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та густоти стояння рослин у Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси та природокористування*. 2018. Т. 10, № 3–4. С. 147–156. doi: 10.31548/bio2018.03.019
25. Мазур В. А., Браніцький Ю. Ю., Мазур О. В. Селекційна цінність та адаптивність сортів квасолі звичайної в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції ІБКіЦБ НААНУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 5–14. doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-1
26. Дорота Г. М., Волощук О. П. Екологічна пластичність і стабільність сортозразків льону-довгунцю в умовах Західного Лісостепу України. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 64. P. 3–10. doi: 10.24412/3162-2364-2021-64-3-3-10
27. Padalka O. I., Muzafarova V. A., Riabchun V. K. et al. Spring durum wheat trait collection by a set of valuable economic features – a source of starting material for breeding. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 19. С. 48–57.
28. Anuarbek S., Abugalieva S., Pecchioni N. et al. Quantitative trait loci for agronomic traits in tetraploid wheat for enhancing grain yield in Kazakhstan environments. *PLoS ONE*. 2020. Vol. 15, Iss. 6. Article e0234863. doi: 10.1371/journal.pone.023486
29. Bleidere M., Grunte I., Legzdina L. Performance and stability of agronomic and grain quality traits of Latvian spring barley varieties. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2020. Vol. 74, Iss. 4. P. 270–279. doi: 10.2478/prolas-2020-0042
30. Ghaedrahmati M., Hossein Pour T., Ahmadi A. Study of grain yield stability of durum wheat genotypes using AMMI. *Journal of Crop Breeding*. 2017. Vol. 9, Iss. 23. P. 67–75. doi: 10.29252/jcb.9.23.67
31. Маренюк О. Б. Пластичність та стабільність кількісних ознак колекційних зразків ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 77–82.
32. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. 3-тє вид., пер. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с.

33. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
34. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, Iss. 1. P. 34–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x
35. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. 1981. Вып. 1. С. 8–14.
36. Селянинов Г. Т. Мировой агроклиматический справочник. *Методика сельскохозяйственной характеристики климата* / за ред. И. А. Гольцберг, С. А. Сапожгикова. Ленинград ; Москва : Гидрометеоиздат, 1937. С. 5–29.
37. Beliavskaya L. G., Diyanova A. A. The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*. 2017. Vol. 15, Iss. 2. P. 247–251. doi: 10.1016/j.aasci.2017.05.003
38. Діордієва І. П. Екологічна пластичність та стабільність нових сортозразків пшениці м'якої за врожайністю. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 4. С. 142–151.
39. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Хахула В. С. Оцінка адаптивної здатності сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 3–11.
40. 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. № 3. С. 85–93.
41. Пущак В. І., Ільчук Р. В., Марухняк Г. І. Кластерний аналіз зразків ярих зернових культур (овес, ярий ячмінь) за ознакою «врожайність зерна». *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69, № 1. С. 89–103.
42. Ярош А. В., Рябчун В. К. Адаптивність озимої м'якої пшениці за параметрами гомеостатичності та селекційної цінності. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. Вип. 28. С. 36–47. doi: 10.36814/pgr.2021.28.03

References

1. Marukhniak, A. Ya., Datsko, A. O., Lisova, Yu. A., & Marukhniak, H. I. (2017). Plasticity and stability of productivity quantitative traits in oat naked samples. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, *61*, 80–90. [In Ukrainian]
2. Muzafarova, V. A., Padalka, Ye. I., Riabchun, V. K., & Pietukhova, I. A. (2015). Adaptibility of accessions from a spring bread wheat collection to the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Genetic Resources*, *16*, 42–50. [In Ukrainian]
3. Yu, Q., Li, L., Luo, Q., Eamus, D., Xu, S., Chen, C., … Nielsenf, D. C. (2014). Year patterns of climate impact on wheat yields. *International Journal of Climatology*, *34*(2), 518–528. doi: 10.1002/joc.3704
4. Lisova, Yu. A., Tsaryk, Z. O., & Datsko, A. O. (2014). Characterization of hulless oat samples by yield capacity and adaptability. *Plant Breeding and Seed Production*, *105*, 141–148. [In Ukrainian]
5. Herman, J., & Sultan, S. (2011). Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Frontiers in Plant Science*, *2*, Article 102. doi: 10.3389/fpls.2011.00102
6. Diordieva, I. P. (2018). Ecological plasticity and stability of new cultivars of soft winter wheat in terms of yield. *Collected Scientific Articles of PBGI – NCSCI*, *4*, 142–151. [In Ukrainian]
7. Sehgal, D., Rosyara, U., Mondal, S., Singh, R., Poland, J., & Dreisigacker, S. (2020). Incorporating genome-wide association mapping results into genomic prediction models for grain yield and yield stability in CIMMYT spring bread wheat. *Frontiers in Plant Science*, *11*, Article 197. doi: 10.3389/fpls.2020.00197
8. Suneja, Y., Gupta, A. K., & Bains, N. S. (2019). Stress adaptive plasticity: *Aegilops tauschii* and *Triticum dicoccoides* as potential donors of drought associated morpho-physiological traits in wheat. *Frontiers in Plant Science*, *10*, Article 211. doi: 10.3389/fpls.2019.00211
9. Leonov, O. Yu. (2013). Grouping of common wheat samples on plasticity and stability expression of quantitative traits. *Plant Genetic Resources*, *13*, 28–39. [In Ukrainian]
10. Kochmarskyi, V. S., Zamlila, N. P., Volohdina, H. B., Humeniuk, O. V., & Voloshchuk, S. I. (2016). Adaptability level of perspective lines of bread winter wheat in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivka Bulletin*, *2*, 98–116. [In Ukrainian]
11. Chevin, L.-M., & Hoffman, A. A. (2017). Evolution of phenotypic plasticity in extreme environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *372*(1723), Article 20160138. doi: 10.1098/rstb.2016.0138
12. Sanad, M. N. M. E., Campbell, K. G., & Gill, K. S. (2016). Developmental program impacts phenological plasticity of spring wheat under drought. *Botanical Studies*, *57*(1), Article 35. doi: 10.1186/s40529-016-0149-3
13. Khomenko, S. O., Kochmarskyi, V. S., Fedorenko, I. V., & Fedorenko, M. V. (2018). Stability and plasticity of collection samples of bread spring wheat by productivity indices. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, *1*, 43–47. doi: 10.31395/2310-0478-2018-1-43-47 [In Ukrainian]
14. Khomenko, S. O., Kochmarskyi, V. S., Fedorenko, I. V., & Fedorenko, M. V. (2020). Breeding value of spring durum wheat accessions for performance traits under environment of Ukrainian Forest-Steppe. *Plant Varieties Studying and Protection*, *16*(3), 303–309. doi: 10.21498/2518-1017.16.3.2020 [In Ukrainian]
15. Demydov, O., Khomenko, S., Fedorenko, M., Kuzmenko, Ye., & Pykalo, S. (2021). Stability and Plasticity of Collection Samples of Durum Spring Wheat in the Forest-Steppe Conditions of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*, *9*(2), 83–88. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.16
16. Hudzenko, V. M., Polishchuk, T. P., Babii, O. O., & Khudolii, L. V. (2018). Productivity and adaptability of Myronivka spring barley varieties of different breeding periods. *Plant Varieties Studying and Protection*, *14*(2), 190–202. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766 [In Ukrainian]
17. Solonechnyi, P. M. (2014). Adaptability and stability of spring barley cultivars in terms of performance. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, *4*, 48–53. doi: 10.31210/visnyk2014.04.08 [In Ukrainian]
18. Vasko, N. I., Solonechny, P. M., Kozachenko, M. R., Vazhenina, O. E., & Solonechna, O. V. (2019). Environmental Stability and Plasticity of Spring Barley Cultivars. *Plant Breeding and Seed Production*, *116*, 17–30. doi: 10.30835/2413-7510.2019.190449
19. Georgieva, R. G., & Kirchev, H. K. (2020). Ecological Plasticity and Stability of Some Agronomical Performances in Triticale Varieties (× *Triticosecale* Wittm). *Ecologia Balkanica*, *12*(1), 93–98.
20. Shchypak, T. V., Sviatchenko, S. I., & Nepochatov, M. I. (2014). Evaluation of winter triticale variety samples by ecological plasticity and stability of basic productivity trait. *Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*, *16*, 247–256. [In Ukrainian]
21. Buniak, O. I. (2016). Ecological stability and plasticity of naked oat varieties under conditions of Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivka Bulletin*, *2*, 25–39. [In Ukrainian]
22. Yurchuk, S. S., & Vyshnevskyi, S. P. (2021). Evaluation of collective samples of winter rapes for ecological plasticity and stability. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, *31*, 46–57. [In Ukrainian]
23. Prysiazhniuk, L. M., Novchina, O. V., Shytikova, Yu. V., Mizerna, N. A., & Hryniv, S. M. (2021). Ecological plasticity and stability of common millet (*Panicum miliaceum* L.) productivity in different environmental conditions of Ukraine.

Plant Varieties Studying and Protection, *17*(2), 146–154. doi: 10.21498/2518-1017.17.2.2021.236522 [In Ukrainian]
24. Taran, V. H., Kalenska, S. M., Novytska, N. V., & Danyliv, P. O. (2018). Stability and plasticity of corn hybrids depending on the fertilizer system and plant density in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Biological Resources and Nature Management*, *10*(3–4), 147–156. doi: 10.31548/bio2018.03.019 [In Ukrainian]
25. Mazur, V. A., Branitskyi, Yu. Yu., & Mazur, O. V. (2020). Selection value and adaptability of bean varieties of common beans in the conditions of Uladovo-Lyulynetsk experimental and selection station of IBKIBU. *Agriculture and Forestry*, *12*(19), 5–14. doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-1 [In Ukrainian]
26. Dorota, H. M., & Voloshchuk, O. P. (2021). Ecological plasticity and stability of long flax cultivars in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Sciences of Europe*, *64*(3), 3–10. doi: 10.24412/3162-2364-2021-64-3-3-10 [In Ukrainian]
27. Padalka, O. I., Muzafarova, V. A., Riabchun, V. K., Petukhova, I. A., & Bohuslavskyi, R. L. (2016). Spring durum wheat trait collection by a set of valuable economic features – a source of starting material for breeding. *Plant Genetic Resources*, *19*, 48–57.
28. Anuarbek, S., Abugalieva, S., Pecchioni, N, Laidт, G., Maccaferri, M., Tuberosa, R., & Turuspekov, Y. (2020). Quantitative trait loci for agronomic traits in tetraploid wheat for enhancing grain yield in Kazakhstan environments. *PLoS ONE*, *15*(6), Article e0234863. doi: 10.1371/journal.pone.023486
29. Bleidere, M., Grunte, I., & Legzdina, L. (2020). Performance and stability of agronomic and grain quality traits of Latvian spring barley varieties. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, *74*(4), 270–279. doi: 10.2478/prolas-2020-0042
30. Ghaedrahmati, M., Hossein Pour, T., & Ahmadi, A. (2017). Study of grain yield stability of durum wheat genotypes using AMMI. *Journal of Crop Breeding*, *9*(23), 67–75. doi: 10.29252/jcb.9.23.67
31. Mareniuk, O. B. (2014). Plasticity and stability of quantitative traits of collection spring barley variety samples under conditions of increased soil acidity. *Plant Breeding and Seed Production*, *106*, 77–82. [In Ukrainian]
32. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini* [Methodology for the examination of plant varieties of the group of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine] (3rd ed., rev. and enl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
33. Ermantraut, E. R., Hoptsii, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynnytstvi)* [Methods of selection experiment (in crop production)]. Kharkiv: N.p. [In Ukrainian]
34. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, *6*(1), 36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x
35. Khangildin, V. V., & Litvinenko, N. A. (1981). Stability and adaptability of winter wheat varieties. *Scientific and technical bulletin APBGI*, *1*, 8–14, [In Russian]
36. Selyaninov, G. T. (1937). World Agroclimatic Reference Book. In I. A. Goltsberg, & S. A. Sapozhnikova (Eds.), *Metodika selskokhoziaystvennoy kharakteristiki klimata* [Methods of agricultural characteristics of climate] (pp. 5–29). Leningrad, Moscow: Gidromedizdat. [In Russian]
37. Beliavskaya, L. G., & Diyanova, A. A. (2017). The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*, *15*, 247–251. doi: 10.1016/j.aasci.2017.05.003
38. Diordiieva, I. P. (2018). Ecological plasticity and stability of new varieties of soft wheat in terms of yield. *Proceedings of the NSC "Institute of Agriculture of NAAS"*, *4*, 36–42. [In Ukrainian]
39. Burdeniuk-Trasevych, L. A., Dubova, O. A., & Khakhula, V. S. (2012). Evaluation of the adaptive ability of soft winter wheat varieties in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Breeding and Seed Production*, *101*, 3–11. [In Ukrainian]
40. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., & Fedorenko, M. V. (2016). Homeostaticity and breeding value of collection samples of soft spring wheat for the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivka Bulletin*, *3*, 85–93. [In Ukrainian]
41. Pushchak, V. I., Ilchuk, R. V., & Marukhniak, H. I. (2021). Cluster analysis of samples of spring grain crops (oats, spring barley) on the basis of "grain yield". *Foothill and Mountain Agriculture and Animal Stockbreeding*, *69*(1), 89–103. [In Ukrainian]
42. Yarosh, A. V., & Riabchun, V. K. (2021). Adaptability of winter soft wheat in terms of homeostaticity and breeding value. *Plant Genetic Resource*, *28*, 36–47. doi: 10.36814/pgr.2021.28.03 [In Ukrainian]

UDC 633.111.1:"321":631.524.022/.85

Kuzmenko, Ye. A.*, Fedorenko, M. V., Pirych, A. V., & **Blyzniuk, R. M.** (2022). Ecological plasticity and stability of promising lines of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield. *Plant Varieties Studying and Protection*, *18*(4), 242–250. https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985

*The V. M. Remeslo Institute of Wheat NAAS of Ukraine, 68 Tsentralna St., Tsentralne village, Obuhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine, *e-mail: evgeniy.anatoliyovich@gmail.com*

Purpose. To analyze lines of competitive testing of soft spring wheat in terms of ecological plasticity and stability using statistical methods of analysis and identify lines with high stability of grain yield. **Methods.** The studies were carried out during 2018–2020, on the basis of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS of Ukraine. When considering the results obtained, generally accepted methods of genetic and statistical analysis were used. **Results.** Evaluation of breeding material in different years makes it possible to obtain information about the characteristics of the reaction of genotypes to changes in environmental conditions. As a result of the studies, it was found that the lines Lutescens 14-32 (b_i = 0.59), Erythrospermum 15-32 (b_i = 0.44), Lutescens 14-47 (b_i = 0.22) were of high plasticity. Calculations of ecological stability indicate that lines are considered stable, the variance of stability is zero or close to zero. From a practical point of view, lines with a combined manifestation of high ecological plasticity and stability are considered valuable. This was the line Erythrospermum 15-32 (b_i = 0.44; S^2_{di} = 0.01) that indicates its low reaction rate and the ability to provide a consistently high level of yield under any growing conditions. The most valuable are the genotypes that combine a low level of the coefficient of variation, high homeostaticity and breeding value, which include the lines Erythrospermum 15-32 (*Hom* = 206.42, *Sc* = 4.11), Lutescens 14-47 (*Hom* = 98.41, *Sc* = 3.91), Erythrospermum 17-08 (*Hom* = 78.57, *Sc* = 3.76), Erythrospermum 14-65 (*Hom* = 54.84, *Sc* = 3.75), Lutescens 14-32 (*Hom* = 54.60, *Sc* = 4.17), Lutescens 14-13 (*Hom* = 35.60, *Sc* = 3.78), Lutescens 14-48 (*Hom* = 46.66,

Sc = 3.58). **Conclusions.** The evaluation of breeding material is of great importance when creating new high-performance varieties with adaptive potential. The method for assessing ecological plasticity and variants of its stability made it possible to differentiate wheat lines of soft spring competitive testing by their response to changes in growing conditions. For a more optimal selection of breeding material in terms of ecological plasticity and stability, breeding programs should take into account ranked estimates of genotypes.

Keywords: *spring wheat; productivity; plasticity; stability; homeostatic; breeding value.*

Надійшла / Received 10.11.2022
Погоджено до друку / Accepted 25.11.2022