

## АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО (×TRITICOSECALE WITTMACK) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

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

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

**Актуальність.** Сучасні сорти тритикале озимого повинні бути не тільки високоврожайними та давати зерно високої якості, а й стійкими до несприятливих факторів середовища, тобто високоадаптованими. Тому, і надалі актуальним залишається створення сортів, що поєднують найвищий потенціал врожайності з генетичною резистентністю до лімітуючих чинників. **Мета роботи** передбачала виділити селекційні лінії тритикале озимого з високими адаптивними показниками для використання в селекційній практиці. **Матеріали і методи.** Дослідження проводили в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. За стандарт обрали сорт Амур. Досліджували 20 селекційних ліній. Облікова площа ділянки становила 10 м<sup>2</sup>, повторність досліду – чотириразова. Використовували лабораторно-польовий та математично-статистичні методи. **Результати.** Метеорологічні умови 2019/20–2021/22 рр. виявились контрастними, що дало можливість оцінити та виділити селекційні лінії тритикале озимого за адаптивним потенціалом. Виявлено, що врожайність, яка фактично характеризує реакцію генотипів на зовнішні погодні умови вирощування, була найвищою у 2020/21 р. – 5,36 т/га і найнижчою у 2019/20 р. – 3,81 т/га. Встановлено, що кращою загальною адаптивною здатністю, порівняно із сортом-стандартом Амур, характеризувалися селекційні лінії – 22002 ( $\bar{x} = 4,97$  т/га), 22008 ( $\bar{x} = 4,88$  т/га), 22016 ( $\bar{x} = 4,79$  т/га), які увійшли до групи з найвищими показниками максимальної врожайності (ранги 1–3). Коефіцієнт варіації відзначався незначним (7,24–7,66 %) та середнім рівнем мінливості (12,54–16,65 %), що підтверджує досить високу і стабільну генотипову складову у формуванні продуктивності рослин. Розрахунки екологічної пластичності дозволили виявити лінії – 22015, 22004 ( $b_i = 0,63$ ), які неістотно знижували врожайність за лімітованих умов вирощування, що пояснюється їх високою стійкістю проти несприятливих чинників навколишнього середовища. За рівнем урожайності найвищі показники гомеостатичності та селекційної цінності проявили лінії – 22004, 22015, 22008. **Висновки.** За період проведення досліджень виділено селекційні лінії – 22004, 22015, 22008, 22002 з високим адаптивним потенціалом, які можуть слугувати вихідним матеріалом при створенні високопродуктивних сортів в умовах Лісостепу України.

**Ключові слова:** тритикале озиме, селекційні лінії, адаптивність, урожайність, метеорологічні умови

**Вступ.** Поряд з традиційно вирощуваними зерновими культурами в багатьох країнах світу поступово збільшуються посіви тритикале озимого (×*Triticosecale* Wittmack). Тритикале є пшенично-житнім амфідиплоїдом та однією з перших штучно створених культур, що відрізняється з-поміж інших зернових крупним зерном, унікальним поєд-

нанням кращих господарсько-біологічних ознак пшениці та жита. Високий потенціал урожайності зерна та зеленої маси, підвищені адаптивні властивості до несприятливих умов (зимо-, посухостійкість, невибагливість до ґрунтів, стійкість до грибних захворювань) і висока якість зерна забезпечили визнання цієї культури в світі як продовольчої

### Інформація про авторів:

**Пірич Аліна Володимирівна**, канд. с.-г. наук, завідувачка лаб. селекції ярої пшениці, e-mail: [alina22pirych@gmail.com](mailto:alina22pirych@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-2312-9774>

**Федоренко Марина Вікторівна**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник лаб. селекції ярої пшениці, e-mail: [ira\\_mip@ukr.net](mailto:ira_mip@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-3021-3643>

**Федоренко Ірина Вікторівна**, канд. с.-г. наук, вчений секретар, e-mail: [ira\\_mip@ukr.net](mailto:ira_mip@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-5471-6475>

**Кузьменко Євгеній Анатолійович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник лаб. селекції ярої пшениці, e-mail: [evgeniy.anatoliyovich@gmail.com](mailto:evgeniy.anatoliyovich@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-6256-1482>

**Близнюк Руслан Миколайович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник лаб. селекції ярої пшениці, e-mail: [bliznyuk359@gmail.com](mailto:bliznyuk359@gmail.com), <https://orcid.org/000-0002-8645-2539>

та кормової [1, 2].

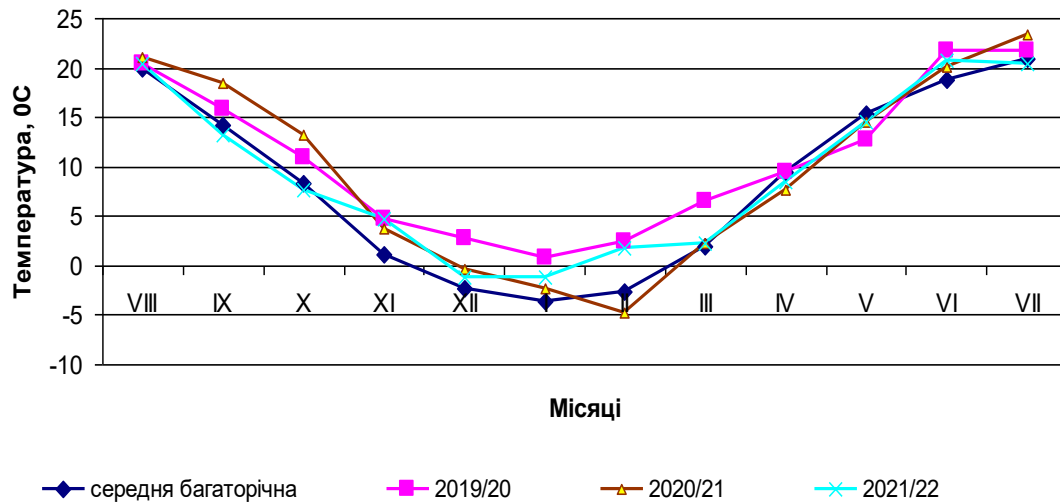
Через те що технології вирощування сільськогосподарських культур висувають підвищені вимоги до нових сортів, які пропонуються виробництву, сучасні сорти повинні бути не тільки високоврожайними та давати зерно високої якості, а й стійкими до несприятливих факторів середовища, тобто високоадаптованими, високогемостатичними [3]. Селекція на адаптивність – один з головних напрямів сільськогосподарської науки, їй приділяється значна увага в селекційних програмах наукових центрів світу. Досягти підвищення і стабільності у часі та просторі врожайності та якості зерна можна шляхом створення і впровадження у виробництво нових сортів, що поєднують максимальну продуктивність з підвищеним рівнем гомеостатичності [4]. Але, зважаючи на тенденцію звуження ареалів впровадження сортів та скорочення циклу сортозаміни, необхідно створювати також і вузькоспеціалізовані сорти, що можуть забезпечити максимальну врожайність. Вочевидь, актуальною є проблема створення високоврожайних та екологічно пластичних сортів із високими адаптивним потенціалом і стійкістю до стресових чинників, а також пошук шляхів їх оцінки. На сьогодні найбільш поширеним способом комплексної оцінки пластичності є аналіз урожаю зерна сортів і ліній за контрастних гідротермічних умов років. Таким чином, незважаючи на помітні успіхи вітчизняних селекціонерів у створенні сортів тритикале, вони й досі не отримали належного поширення, насамперед, через відсутність зональних технологій їх вирощування, які б гарантували одержання високих і сталих урожаїв, тому і надалі залишається актуальним створення сортів, що поєднують найвищий потенціал врожайності з генетичною резистентністю до лімітуючих факторів навколишнього природного середовища [5].

*Мета досліджень* передбачала виділити селекційні лінії тритикале озимого з високими адаптивними показниками для використання в селекційній практиці.

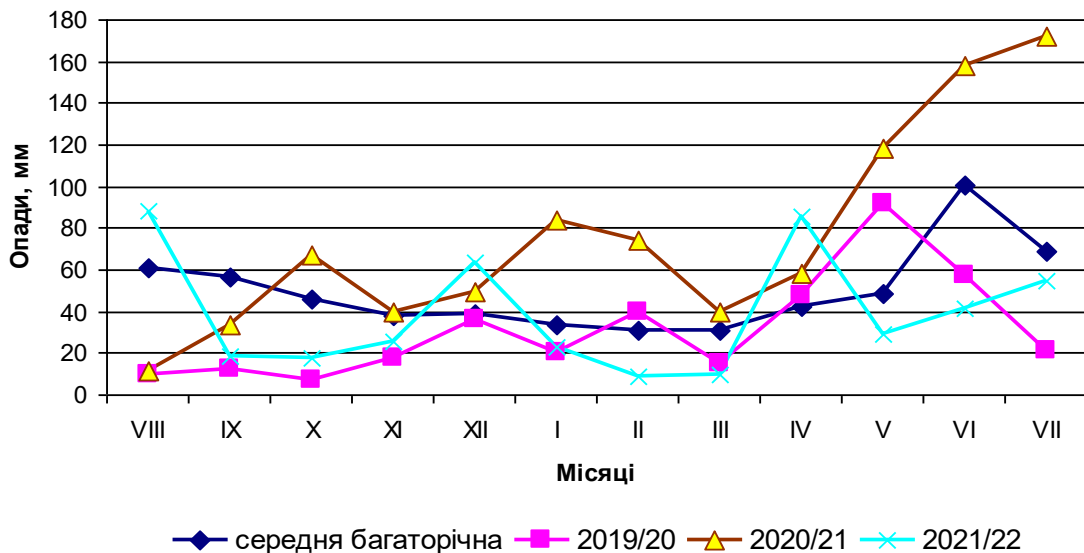
**Матеріали та методи.** Дослідження проводились в 2019/20–2021/22 рр. у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Висівали селекційні

лінії тритикале озимого сівалкою СН-10Ц. Попередник – соя. За стандарт використовували сорт Амур. Досліджували 20 селекційних ліній. Фенологічні спостереження вели згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [6]. Облікова площа ділянки – 10 м<sup>2</sup>, повторність досліду – чотириразова. Збирали врожай комбайном «Samro-130». Для якісної характеристики сприятливості умов середовища та формування продуктивності тритикале озимого вираховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який визначали за методикою Г. Т. Селянинова [7]. Обчислення статистичних параметрів: середні арифметичні ( $\bar{x}$ ); мінімальні значення ( $x_{\min}$ ); максимальні значення ( $x_{\max}$ ); розмах варіювання ( $R = x_{\max} - x_{\min}$ ); коефіцієнт варіації ( $V, \%$ ) робили за методикою селекційного експерименту (в рослинництві) [8]. Розраховували також показники стабільності ( $b_i$  – коефіцієнт регресії) та пластичності ( $S^2_{di}$  – варіанса відхилень від лінії регресії) [9]; показник гомеостатичності ( $H_{om}$ ) та селекційної цінності ( $S_c$ ) визначали за формулами В. В. Хангільдіна та ін. [10].

**Результати та обговорення.** У період проведення досліджень 2019/20–2021/22 рр. погодні умови відрізнялись від середніх багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та їх розподілом в окремі фази росту і розвитку рослин тритикале озимого (рис. 1, 2). На час сівби тритикале озимого восени 2019 р. була ґрунтова посуха. Сума опадів за вересень становила 15,2 мм, що на 41,4 мм менше середнього багаторічного показника. Впродовж майже всієї зими температура на глибині залягання вузла куштиння змінювалась від -2,0 до +2,5 °С (показник реєстрували в період зміни висоти снігового покриву). Станом на 26.02.2020 р. відмічали тимчасове відновлення вегетації озимини, остаточне – 1 березня. Середня температура повітря у квітні була на рівні середньобагаторічних показників, а у травні – нижчою за середньобагаторічну на 2,6 °С на фоні надмірного вологозабезпечення. За період від відновлення вегетації до кінця липня кількість опадів становила 341,9 мм або 106,3 % до середнього багаторічного показника. Максимальна температура повітря за весняно-літній період



**Рис. 1. Середньомісячна температура повітря впродовж вегетаційних періодів 2019/20–2021/22 рр.**



**Рис. 2. Середньомісячна кількість опадів впродовж вегетаційних періодів 2019/20–2021/22 рр.**

відмічена у серпні (26,4 °C).

Кількість опадів за рік становила 588,1 мм, що на 56,8 мм менше за середній багаторічний показник. Максимальна кількість опадів (122,3 мм) припала на травень 2020 р., мінімальна (10,5 мм) – на жовтень 2019 р. У середньому кількість опадів за місяць становила 43,8 мм. Гідротермічний коефіцієнт за вегетацію 2019/20 р. становив – 0,60, що відповідає дуже посушливим умовам. Таким чином, погодні умови виявились не досить сприятливими для формування високого рівня урожаю через нестачу вологи багаторічну; у січні 2021 р. середньомісячна температура була -2,3 °C, що також вище за

під час сівби та дозрівання зерна.

Сівба тритикале озимого восени 2020 р. проведена за умов недостатнього зволоження. З серпня до жовтня температура повітря перевищувала середнє багаторічне значення на 1,1–4,9 °C. У цей же період нестача вологи становила 22,8 – 49,6 мм. Припинення вегетації культури у 2020 р. відмічено 11 листопада. Найнижчу температуру повітря для 2021 р. (-21,4 °C) спостерігали 17 січня. Загалом зима була досить м'якою, так у грудні 2020 р. температура повітря становила – 0,3 °C, що було вище на +2,0 °C за середньо середньобагаторічні показники на +1,4 °C; у лютому 2021 р. температура повітря – -4,7 °C,

що нижче за середньобогаторічний показник на +2,1 °С. Впродовж зимового періоду 2020/21 рр. максимальна висота снігового покриву сягала 30–45 см, температура на глибині залягання вузла кушіння варіювала від 0 до -2 °С. Відновлення вегетації озимих рослин у 2021 р. відмічено 14 березня, остаточно – 26 березня. Середня температура повітря в квітні та травні 2021 р. була нижчою від середньобогаторічної на -0,9 та -1,8 °С на фоні надмірного вологозабезпечення. За період від відновлення вегетації до кінця липня кількість опадів становила 506,5 мм, що вище за середньобогаторічний показник на 246,8 мм. Кількість опадів за рік сягала 905,0 мм, що на 309,7 мм більше за середньобогаторічні дані. Гідротермічний коефіцієнт за вегетацію 2020/21 р. характеризувався недостатнім рівнем зволоження і становив (ГТК = 1,03).

Вересень і жовтень 2021 р. відзначились сильним дефіцитом опадів порівняно з середньобогаторічною нормою (35,0 та 23,5 мм відповідно), внаслідок цього спостерігали втрату вологи із ґрунту. В передпосівний і посівний періоди середня температура повітря була близькою до середньобогаторічних показників. Припинення вегетації тритикале озимого спостерігали у середині листопада. Перезимівля, як у більшості останніх років, відбувалась за умов нестійкого снігового покриву або його відсутності, короткочасних різких похолодань і відлиги. У листопаді та грудні температура повітря була дещо вищою за середньобогаторічну на 2,9; 0,6 °С відповідно. Весняна вегетація тритикале озимого проходила за дуже посушливих умов (ГТК = 0,28; 0,65). Максимальні показники температури повітря за весняно-літній період відмічено у червні – 20,7 °С, при цьому дефіцит вологи становив 43,6 мм. Сума опадів за рік складала 467,6 мм, що на 114,2 мм менше порівняно з середньобогаторічним показником (581,8 мм). Таким чином, гідротермічний коефіцієнт за період вегетації 2021/22 р. тритикале озимого становив – 0,80, що відповідає посушливим умовам, це негативно позначилося на формуванні високого рівня продуктивності. Отже, метеорологічні умови 2019/20–2021/22 рр. виявились контрастними, що дало можливість оцінити та виділити селекційні лінії тритикале ози-

мого за адаптивним потенціалом.

Урожайність зернових культур формується в результаті складної взаємодії рослин з комплексом умов зовнішнього середовища. За останні десятиліття урожайність у світовому масштабі значно зросла. Збільшення урожайності проходило переважно за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу, підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптивності до мінливості агроєкологічних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження [11]. Останнім часом проблеми впливу погодних умов на врожайність все частіше виникають і в зоні Лісостепу України. Отже, урожайність з одиниці площі є підсумковим показником, що характеризує господарську і селекційну цінність досліджуваного матеріалу [12]. Для визначення адаптивного потенціалу селекційних ліній та сорту-стандарту Амур використані дані рівня урожайності тритикале озимого за 2019/2020–2021/2022 рр. (табл. 1). При цьому виявлено, що врожайність, яка фактично характеризує реакцію генотипів на зовнішні погодні умови вирощування, була найвищою у 2020/21 р. – 5,36 т/га з варіюванням від 3,98 (min) до 8,48 т/га (max) та найнижчою у 2019/20 р. – 3,81 т/га з варіюванням від 2,94 (min) до 4,59 т/га (max). За роки досліджень 2019/20–2021/22 рр. виділено селекційні лінії тритикале озимого 22002, 22008, 22016, 22004, 22015, 22011, які перевищували рівень урожайності сорту-стандарт (4,18 т/га), що можуть слугувати вихідним матеріалом при створенні високопродуктивних сортів в умовах Лісостепу України. Виявлено, що кращою загальною адаптивною здатністю, порівняно зі сортом-стандартом Амур, характеризувалися селекційні лінії – 22002 ( $\bar{x} = 4,97$  т/га), 22008 ( $\bar{x} = 4,88$  т/га), 22016 ( $\bar{x} = 4,79$  т/га), які увійшли до групи з показниками максимального рівня врожайності (ранги 1–3). Аналіз параметрів адаптивності дав можливість виділити лінії, які поєднували високу продуктивність зі стійкістю до змін умов навколишнього середовища. Різниця між максимальними значеннями ознаки і мінімальними (R) характеризує стабільність її у конкретного генотипу. Розмах варіювання характеризує здатність генотипу формувати високу

**Таблиця 1. Параметри урожайності (т/га) та її стабільності у кращих селекційних ліній тритикале озимого (середнє за 2019/2020–2021/2022 рр.)**

Сорт-стандарт, назва ліній	$\bar{x} - Z$	$x_{\max} - Z$	$x_{\min} - Z$	R (max-min) - Z	V, % - Z	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	Ном - Z	Sc - Z	Середнє суми рангів, Y
<b>Амур – стандарт</b>	<b>4,18–7</b>	<b>3,48–7</b>	<b>4,70–7</b>	<b>1,22–5</b>	<b>15,02–6</b>	<b>0,79</b>	<b>0,43–7</b>	<b>22,92–6</b>	<b>3,10–7</b>	<b>6,50–7</b>
22016	4,79–3	4,10–5	5,17–4	1,08–3	12,54–3	0,98	0,16–6	35,42–3	3,79–5	4,00–5
22015	4,63–5	4,24–4	4,93–6	0,69–2	7,66–2	0,63	0,02–2	87,50–2	3,98–2	3,13–2
22002	4,97–1	4,43–1	5,77–1	1,34–6	14,21–5	1,34	0,06–4	26,06–5	3,82–4	3,38–4
22011	4,58–6	3,76–6	5,27–3	1,51–7	16,65–7	1,39	0,04–3	18,25–7	3,27–6	5,63–6
22004	4,69–4	4,35–3	5,03–5	0,68–1	7,24–1	0,63	0,00–1	95,27–1	4,06–1	2,12–1
22008	4,88–2	4,42–2	5,61–2	1,20–4	13,08–	1,12	0,08–5	31,24–4	3,84–3	3,33–3
<b>Середнє по досліді</b>	<b>4,41</b>	<b>3,82</b>	<b>4,98</b>	<b>1,16</b>	<b>13,56</b>	<b>1,00</b>	<b>0,11</b>	<b>87,30</b>	<b>3,41</b>	–

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення врожайності, т/га;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальна та мінімальна врожайність, т/га; R (max-min) – розмах варіювання; V – коефіцієнт варіації, %;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – варіанса відхилень від лінії регресії; Ном – гомеостатичність; Sc – селекційна цінність генотипу; Z – ранг; Y – середнє суми рангів.

врожайність зерна в стресових умовах середовища з незначною різницею в лімітах. Максимальні ліміти даної ознаки ( $R = 1,20$ – $1,51$  т/га) виявлено у селекційних ліній – 22008 ( $R = 1,20$  т/га), 22002 ( $R = 1,34$  т/га), 22011 ( $R = 1,51$  т/га) та сорту-стандарт ( $R = 1,22$  т/га), що вказує на їх високий генетичний потенціал за більш сприятливих умов вирощування. За ранжируванням цього ряду значень виокремлено лінії – 22004 ( $R = 0,68$  т/га), 22015 ( $R = 0,69$  т/га), 22016 ( $R = 1,08$  т/га) з мінімальним розмахом варіювання, що свідчить про їх високу стресостійкість. Для характеристики пристосовуваності кожної конкретної лінії до різних агроекологічних умов використовували коефіцієнт варіації ( $V$ , %), який відзначався незначним ( $7,24$ – $7,66$  %) та середнім рівнем мінливості ( $12,54$ – $16,65$  %), що підтверджує досить високу і стабільну генотипову складову під час формування продуктивності рослин за роки досліджень. Коефіцієнт регресії ( $b_i$ ) характеризує середню реакцію генотипу на зміну умов середовища, показує його пластичність і дає можливість прогнозувати мінливість досліджуваної ознаки в межах визначених умов. Чим більше значення коефіцієнта регресії ( $b_i$ ), тим чутливіший сорт до зміни умов вирощування. Нуль або близьке до нуля значення ( $b_i$ ) вказує на те, що генотип не реагує на зміну умов середовища. Зростання пластичності сорту часто сприяє зниженню його стабільності [13]. Розрахунки екологічної пластичності в зоні Лісостепу України цих генотипів показали, що селекційні лінії – 22011 ( $b_i = 1,39$ ), 22002 ( $b_i = 1,34$ ), 22008 ( $b_i = 1,12$ ) є високопластичними за врожайністю, оскільки коефіцієнт регресії у них більше одиниці. Лінія 22016 ( $b_i = 0,98$ ) характеризується середнім рівнем пластичності, оскільки її індекс близький до одиниці. Генотипи що досліджувалися за врожайністю є низькопластичними ( $b_i < 1$ ) – 22015, 22004 ( $b_i = 0,63$ ) та сорт-стандарт ( $b_i = 0,79$ ), які неістотно знижували врожайність за лімітованих умов вирощування, що пояснюється їх високою стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища. Варіанта стабільності ознаки ( $S^2_{di}$ ) показує, наскільки надійно лінія відповідає тій пластичності, яку оцінили за коефіцієнтом регресії. Чим ближче ( $S^2_{di}$ ) до нуля, тим менше відрізняються емпіричні

значення ознаки від теоретичних, розташованих на лінії регресії. Чим менше квадратичне відхилення, тим більш стабільну врожайність формує селекційна лінія в різних умовах середовища [14]. Більш стабільними з меншим числовим значенням ( $S^2_{di}$ ) виявлено селекційні лінії – 22004 ( $S^2_{di} = 0,00$ ), 22015 ( $S^2_{di} = 0,02$ ), 22011 ( $S^2_{di} = 0,04$ ), 22002 ( $S^2_{di} = 0,06$ ). Показником, що об'єднує середню врожайність та адаптаційну норму реакції сортів (генотипів) на лімітувальні фактори довкілля, є гомеостатичність. Цей статистичний показник досить широко використовують у дослідженнях зернових культур [15]. Адаптація рослин пов'язана зі специфічним впливом факторів зовнішнього середовища, яке визначається, з одного боку, їх різновидом, дозою, тривалістю впливу, з другого – біологічними особливостями виду, його функціональним станом. Крім того, під час виконання селекційних програм, як правило, визначають селекційну цінність генотипів, яких залучають у схрещування. Показано, що чим вищий рівень гомеостатичності та селекційної цінності, тим стабільнішим і селекційно значущим є сорт, зразок, лінія у мінливих погодних умовах вегетаційного періоду [16]. Для конкретної лінії висока гомеостатичність пов'язана з її здатністю підтримувати низьку варіабельність ознаки «врожайність». Серед селекційних ліній найвищі показники гомеостатичності за урожайністю проявили лінії – 22004 ( $Hom = 95,27$ ) та 22015 ( $Hom = 87,50$ ). Досить низьке значення відмічено у лінії – 22011 ( $Hom = 18,25$ ), а у решти показники гомеостатичності знаходилися практично на одному рівні ( $26,06$ – $35,42$ ). Показник селекційної цінності генотипу ( $Sc$ ) оцінює ступінь стійкості сорту (лінії) та показує трансформовану реальну середню врожайність генотипу в умовну з поправкою на гомеостатичність. Виділено селекційні лінії – 22004 ( $Sc = 4,06$ ), 22015 ( $Sc = 3,98$ ), 22008 ( $Sc = 3,84$ ), 22002 ( $Sc = 3,82$ ), які переважають сорт-стандарт Амур ( $Sc = 3,10$ ). Для узагальненої характеристики оцінки рівня адаптивності та її диференціації використовували показник, який інтегрував би якомога більше параметрів. Для цього обчислювали суму рангів, далі – середній показник і в кінці ранжирували останній. Лінії, що мають низькі значення цього показ-

ника і займають перші місця в ранжирі, варто зараховувати до групи з високою адаптивною здатністю. Вище місце займали лінії із найвищими значеннями показників див. табл. 1.

**Висновки.** За період досліджень 2019/20–2021/22 рр. метеорологічні умови виявились контрастними та відрізнялися від багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та розподілом їх за місяцями. Гідротермічний коефіцієнт за 2019/20 р. характеризував дуже посушливі умови зволоження (ГТК = 0,60), а 2020/21, 2021/22 рр. – посушливими умовами (ГТК = 1,03; 0,80 відповідно), що негативно

позначилося на формуванні високого рівня урожайності та дало можливість оцінити та виділити селекційні лінії тритикале озимого за адаптивним потенціалом. Оцінка адаптивної здатності генотипів за ознакою “врожайність” на основі сукупності параметрів пластичності та стабільності дозволила виявити кращі за інтегрованим показником «рейтинг адаптивності лінії» при відборі майбутніх сортів. До групи з високим адаптивним потенціалом ввійшли селекційні лінії – 22004, 22015, 22008, 22002 про що свідчать високі місця у рейтингу, які можуть слугувати вихідним матеріалом при створенні високопродуктивних сортів в умовах Лісостепу України.

### Використана література

1. Левченко О. С., Стариченко В. М. Ідентифікація вихідного селекційного матеріалу тритикале озимого із використанням індексів віддаленості від адаптивної норми. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. Т. 84, № 2. doi: 10.31548/dopovidi2020.02.009.
2. Levchenko O., Starychenko V. Evaluation of winter triticale collection on the stability of the manifestation of the grain yield trait. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, Iss. 2. P. 49–52. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.11.
3. Ступова Т. В., Романюк П. В. Сучасні технології вирощування тритикале озимого в Правобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98, № 7. С. 31–37. doi: 10.31073/agrovisnyk202007-04.
4. Kuzmenko Ye. A., Fedorenko M. V., Pirysh A. V., Blyzniuk R. M. Ecological plasticity and stability of promising lines of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Vol. 18, Iss. 4. P. 242–250. doi: 10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985.
5. Буняк Н. М., Москалець В. В., Москалець Т. З., Москалець В. І. Реакція сортів тритикале озимого на передпосівну бактеризацію насіння. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2012. Т. 14. С. 32–40. doi: 10.35868/1997-3004.14.32-40.
6. 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.
7. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. *Мировой агроклиматический справочник*; за ред. И. А. Гольдберг, С. А. Сапожникова. Ленинград; Москва: Гидрометеиздат, 1937. С. 5–29.
8. Ермантраут Е. Р., Гошій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
9. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, Iss. 1. P. 36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.
10. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичність и адаптивність сортів озимой пшеницы. *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. 1981. Вып. 1. С. 8–14.
11. Gyrka A. D., Pedash O. O., Kulyk I. O. et al. Productivity of winter wheat after winter rape regards sowing time and seeding rate in Ukrainian Step conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2016. Vol. 7, Iss. 1. P. 30–36.
12. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Безеде Н. Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимой пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 78–85. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.10.
13. 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.
14. Ярош А. В., Рябчун В. К. Адаптивність озимой м'якої пшениці за параметрами гомеостатичності та селекційної цінності. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. Вып. 28. С. 36–47. doi: 10.36814/pgr.2021.28.03.
15. Солонечний П. М., Козаченко М. Р., Васько Н. І. та ін. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному випробуванні. *Селекція і насінництво*. 2014. Вып. 105. С. 194–203. doi: 10.30835/2413-7510.2014.42075.
16. Sharma R. C., Morgounov A. I., Braun H. J. et al. Yield stability analysis of winter wheat genotypes targeted to semi-arid environments in the international winter wheat improvement program. *International Journal of Plant Breeding*. 2012. Vol. 6, Iss. 1. P. 7–13.

## References

1. Levchenko, O. S., Starychenko, V. M. (2020). Identification of the source breeding material of winter triticale using indices of distance from the adaptive norm. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy* [Scientific reports of NUBNS of Ukraine], 84 (2). doi: 10.31548/dopovidi 2020.02.009 [in Ukrainian].
2. Levchenko, O., Starychenko, V. (2021). Evaluation of winter triticale collection on the stability of the manifestation of the grain yield trait. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 9 (2). 49–52. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.11.
3. Yehupova, T. V., Romaniuk, P. V. (2020). Modern technologies of cultivation of winter triticale in the Right-Bank Forest-Steppe. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 98 (7). 31–37. doi: 10.31073/agrovisnyk202007-04 [in Ukrainian].
4. Kuzmenko, Ye. A., Fedorenko, M. V., Piryck, 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. doi: 10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985 [in Ukrainian].
5. Buniak, N. N., Moskalets, V. V., Moskalets, T. Z., Moskalets, V. I. (2012). Reaction of winter triticale varieties on presowing seed bacterization. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. [Agricultural Microbiology], 14. 32–40. doi: 10.35868/1997-3004.14.32-40.
6. 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 grain, cereal crops and legumes for suitability for distribution in Ukraine] (3rd ed., red. and suppl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian].
7. Selyaninov, G. T. (1937). *Metodyka selskokhozyaystvennoy kharakteristiki klimata* [Method of agricultural characteristics of climate]. In World Agroclimatic Reference Book (pp. 5–29). I. A. Goltsberg & S. A. Sapozhnikova (Eds.). Leningrad, Moscow: Gidrometeoizdat. [in Russian].
8. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynnystvii)* [Methods of selection experiment (in crop production)]. Kharkiv: N. p. [in Ukrainian].
9. Eberhart, S. A., Russell, W. A. (1966). Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, 6 (1). 36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.
10. Khangildin, V. V., Litvinenko, N. A. (1981). Stability and adaptability of winter wheat varieties. *Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten VSGI* [Scientific and technical bulletin of AAI], 1. 8–14. [in Russian].
11. Gyrka, A. D., Pedash, O. O., Kulyk, I. O., Viniukov, O. O., Ishchenko, V. A. (2016). Productivity of winter wheat after winter rape regards sowing time and seeding rate in Ukrainian Steppe conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (1). 30–36.
12. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Tavriskiyi naukovyi visnyk* [Taurida Scientific Herald], 107. 78–85. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.10 [in Ukrainian].
13. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V. (2016). Homeostasis and selective value of collection accessions of bread spring wheat for conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivskiy visnyk* [Myronivka Bulletin], 3. 85–93. [in Ukrainian].
14. Yarosh, A. V., Riabchun, V. K. (2021). Adaptability of winter bread wheat by homeostaticity and breeding value. *Henetychni resursy roslyn* [Plant Genetic Resource], 28. 36–47. doi: 10.36814/pgr.2021.28.03 [in Ukrainian].
15. Solonechnyi, P. M., Kozachenko, M. R., Vasko, N. I., Naumov, O. G., Dmitrenko, P. P., Kovalenko, A. L. (2014). Stability of productivity elements in spring barley varieties under ecological testing. *Selektsiia i nasinnystvo* [Plant Breeding and Seed Production], 105. 194–203. doi: 10.30835/2413-7510.2014.42075
16. Sharma, R. C., Morgounov, A. I., Braun, H. J., Akin, B., Keser, M., Kaya, Y., Khalikulov, Z., van Ginkel, M., Yahyaoui, A., Rajaram, S. (2012). Yield stability analysis of winter wheat genotypes targeted to semi-arid environments in the international winter wheat improvement program. *International Journal of Plant Breeding*, 6 (1). 7–13.

UDC 633.1.“324”:631.524.85

**Piryck A. V., Fedorenko M. V., Fedorenko I. V., Kuzmenko Ye. A., Blyzniuk R. M. Adaptive potential of winter triticale breeding lines (*×Triticosecale* Wittmack) in Forest-Steppe of Ukraine. *Grain Crops*. 2023.7 (1). 28–36.**

*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS, Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine*

**Topicality.** The requirements for modern winter triticale varieties include high grain yield and quality, as well as resistance to adverse environmental factors, i.e. high adaptability. Therefore, it remains important to develop varieties that combine the highest yield potential with genetic resistance to limiting factors.

**Purpose.** To identify winter triticale breeding lines with high adaptability for use in breeding practice. **Materials and Methods.** The studies were carried out at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS of Ukraine. As a standard, the Amur variety was used. We have examined 20 breeding lines. Accounting plot area was 10 m<sup>2</sup>, trial was repeated four times. In experiment, laboratory-field and mathematical-statistical methods were used. **Results.** In 2019/20-2021/22, contrasting meteorological conditions made it possible to evaluate and select breeding lines of winter triticale by adaptive potential. It was found that the yield, which actually characterises the genotype response to environmental growing conditions, was the highest (5.36 t/ha) in 2020/21 and the lowest (3.81 t/ha) in 2019/20. It was established that the breeding lines 22002 ( $\bar{x} = 4.97$  t/ha), 22008 ( $\bar{x} = 4.88$  t/ha), 22016 ( $\bar{x} = 4.79$  t /ha) had the best general adaptability in comparison with the Amur variety-standard, and they were included in the group with the highest indicators of maximum yield (ranks of 1–3). The coefficient of variation was characterized by an insignificant (7.24–7.66 %) and medium level of variability (12.54–16.65 %), which confirms a fairly high and stable genotypic component in the formation of plant productivity. Calculations of ecological plasticity made it possible to identify the lines 22015, 22004 ( $b_1 = 0.63$ ), which significantly reduced the yield under limited growing conditions. It is explained by high resistance of these lines to adverse environmental factors. In terms of yield, the highest homeostaticity and breeding value were shown by lines 22004, 22015, and 22008. **Conclusions.** During the research, we have identified the breeding lines 22004, 22015, 22008, and 22002 with high adaptive potential, which can be used as a source material for developing highly productive varieties in the Forest-Steppe of Ukraine.

**Key words:** *winter triticale, breeding lines, adaptability, yield, meteorological conditions*