

DOI: 10.32636/01308521.2026-(80)-1-12

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.11-152.75:631.527.85

**ПЛАСТИЧНІСТЬ ТА СТАБІЛЬНІСТЬ УРОЖАЮ ЗЕРНА
КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО
ЗА МІНЛИВИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ****В. Д. Тромсюк, В. Д. Бугайов**

Інститут кормів та сільського
господарства Поділля НААН
проспект Юності, 16, м. Вінниця,
21100

Про авторів:

Валентина ТРОМСЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-4741-6284

Василь БУГАЙОВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1799-6599

Для листування:

Валентина ТРОМСЮК
e-mail: a08095@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія
аграрних наук України

Отримано:
14 травня 2026 р.
Погоджено до друку:
18 серпня 2026 р.
Опубліковано:
30 вересня 2026 р.

Представлено результати оцінки колекційних зразків тритикале озимого за показниками врожайності зерна, екологічної пластичності (b_i) та стабільності (Si^2) впродовж 2021–2025 рр. Визначено варіювання середньої врожайності від 5,52 т/га (2024 р.) до 6,68 т/га (2025 р.). Найбільш сприятливі умови склалися у 2023 та 2025 рр. (індекси середовища +0,62 та +0,66). За адаптивністю сорти розподілено на три групи. Високопластичні (інтенсивні) зразки ($b_i > 1,5$) Сибирський, Десятинне, Дінаго та Хлібодар зимуючий максимально збільшують зернову продуктивність у сприятливі роки. Помірно пластичні ($b_i = 0,8–1,4$) Маяк, Божич, Святозар, Remiko та Сергій характеризуються лінійною залежністю між рівнем урожайності та зміною умов середовища, що свідчить про їхню високу адаптивну здатність до типових умов вирощування. Зразки з низькою пластичністю ($b_i < 0,7$) Богодарське, Salto, Букет та Ярослава виявляють високу стійкість до стресових факторів. Найвищу стабільність урожаю зерна ($Si^2 < 1,5$) визначено в зразків Гермес, Никанор, Дінаго, Наварро та Aliko. Сорти Ураган, Ярослава та Стратег характеризувалися низькою прогнозованістю результатів ($Si^2 > 7,0$). Виділено кращі генотипи, що поєднують високу продуктивність із екологічною стійкістю (Гермес, Никанор, Salto). Одержані дані мають фундаментальне значення для селекції при підборі батьківських компонентів для створення адаптивних сортів тритикале озимого, здатних не знижувати продуктивність в умовах кліматичної нестабільності.

Ключові слова: сорт, продуктивність, гідротермічні умови, селекційна цінність, адаптивний потенціал.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Тромсюк В. Д., Бугайов В. Д., 2026

Plasticity and stability of grain yield of collection samples of winter triticale under changing growing conditions

Institute of Feed and Agriculture of
Podillya NAAS
Yunosti avenue, 16, Vinnytsia city,
21100

About authors:

Valentyna TROMSIUK
ORCID: 0000-0003-4741-6284

Vasyl BUHAIOV
ORCID: 0000-0003-1799-6599

Corresponding author:
Valentyna TROMSIUK
e-mail: a08095@ukr.net

Funding information:
National Academy
of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
May 14, 2026
Accepted:
August 18, 2026
Published:
September 30, 2026

The results of an assessment of winter triticale collection samples based on grain yield, environmental plasticity (b_i), and stability (S_i^2) during 2021–2025 are presented. Average yields varied from 5.52 t/ha (2024) to 6.68 t/ha (2025). The most favorable conditions were observed in 2023 and 2025 (environmental indices of +0.62 and +0.66, respectively). The varieties were categorized into three groups based on their adaptability. Highly plastic (intensive) samples ($b_i > 1.5$) – *Sybyrskyi*, *Desyatynne*, *Dinaro*, and *Khlibodar zymuiuchy* – maximize grain productivity in favorable years. Moderately plastic samples ($b_i = 0.8–1.4$) – *Mayak*, *Bozhych*, *Svyatozar*, *Remiko*, and *Sergyi* – exhibited a linear relationship between yield levels and changing environmental conditions, indicating high adaptability to typical growing environments. Samples with low plasticity ($b_i < 0.7$), including *Bohodarske*, *Salto*, *Buket*, and *Yaroslava*, demonstrated high resistance to stress factors. The highest stability ($S_i^2 < 1.5$) was observed in *Hermes*, *Nikanor*, *Dinaro*, *Navarro*, and *Aliko*. Conversely, the varieties *Uragan*, *Yaroslava*, and *Strateg* showed low predictability of results ($S_i^2 > 7.0$). The most promising genotypes combining high productivity with environmental stability (*Hermes*, *Nikanor*, *Salto*) were identified. These findings are fundamental for breeding programs in selecting parental components to develop adaptive winter triticale varieties capable of maintaining productivity amidst climatic instability.

Keywords: variety, productivity, hydrothermal conditions, breeding value, adaptive potential.

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

Вступ. Трансформація аграрної галузі на засадах адаптивного рослинництва створює нові вимоги до селекційних програм [1]. Суттєва різниця між генетично обумовленою врожайністю та реальними показниками в польових дослідах вказує на недостатню стійкість сучасних генотипів. Це зумовлює потребу перегляду методів селекції та розробки нових стратегій, що дозволять максимально наблизити фактичну врожайність до біологічного потенціалу сорту [2, 9]. Пріоритетність сталого рівня врожайності за роками над високим, але варіабельним потенціалом продуктивності зумовлена потребою забезпечення сталих зборів зерна за мінливих гідротермічних умов [3, 4].

Упродовж останнього десятиліття тритикале (*Triticosecale* Wittmack) займає провідне місце серед високоврожайних зернових культур [14, 20, 21]. Тритикале озиме характеризується високим

потенціалом зернової продуктивності та біомаси, переважаючи за цими показниками інші злакові культури в умовах екологічного стресу. Відзначається високою адаптивною здатністю, що дає змогу ефективно вирощувати його на піщаних та кислих ґрунтах, виявляє толерантність до токсичності іонів алюмінію та дефіциту вологи. Зазначені біологічні переваги зумовлюють зростання зацікавленості агровиробників та сприяють розширенню світових площ його вирощування [22].

Селекція тритикале в сучасних умовах спрямована на підвищення стабільності виробництва зерна, поліпшення його якісних показників, перезимівлі та збереження комплексу адаптивних властивостей [11, 13, 22, 23]. Основним бар'єром у досягненні цієї мети є взаємодія генотип / середовище, яка потребує застосування комплексних

параметрів оцінки екологічної пластичності. Сорти мають демонструвати низьку чутливість до змін довкілля при збереженні максимальної реалізації продуктивності [12, 17–19].

Мета дослідження – оцінити колекційні зразки тритикале озимого за показниками пластичності та стабільності врожайності зерна в мінливих гідротермічних умовах вирощування та виділити найбільш адаптивні генотипи.

Матеріали і методи. Дослідження проведено у 2021–2025 рр. на полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Посіви тритикале озимого розміщували за схемою семипільної селекційної сівозміни, попередник – гірчиця біла. Сформовано колекцію з 35 зразків тритикале озимого різного еколого-географічного походження, отриманих із Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Сівбу проводили селекційною сівалкою «Клен-1,5», площа дослідної ділянки – 10 м². Повторність

експерименту – триразова, розміщення – систематичне.

Агротехніка загальноприйнята для зони Лісостепу. Порівняльну оцінку досліджуваних зразків проводили з сортом-стандартом Богодарське (селекції Інституту кормів) [8].

Параметри екологічної пластичності та стабільності зразків тритикале озимого визначали за методикою S. A. Eberhart, W. A. Russell. Рівень пластичності оцінювали за коефіцієнтом лінійної регресії (bi), який відображає інтенсивність реакції генотипу на зміну умов довкілля. Показник стабільності розраховували за середньоквадратичним відхиленням від лінії регресії (S^2) [15].

Упродовж 2021–2025 рр. гідротермічні умови в період вегетації рослин тритикале озимого характеризувалися суттєвою варіативністю та загальною тенденцією до підвищення температурного режиму щодо середньобаторічних значень. Рівень відповідності погодних умов середнім багаторічним показникам представлено за допомогою графічного матеріалу (рис. 1; 2).

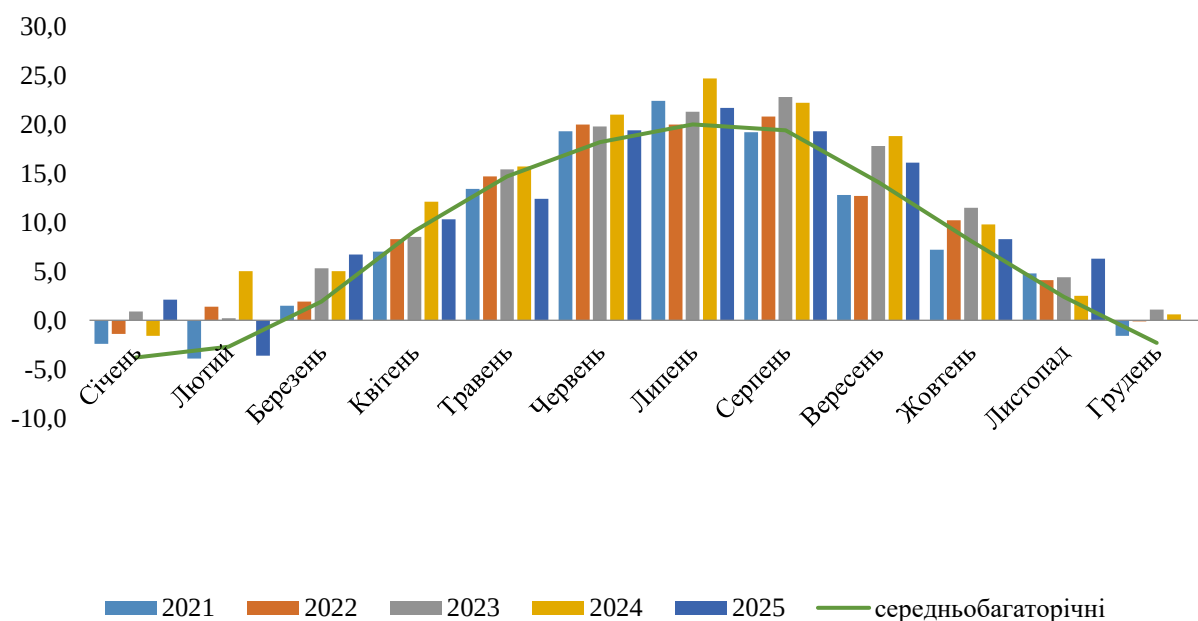


Рис. 1. Температурний режим (°C) порівняно з середньобаторічними значеннями за період досліджень 2021–2025 рр.

Зимовий період 2021–2025 рр. характеризувався помірно теплим

режимом. Середньомісячні температури січня (–2,4...+2,1 °C) перевищували

середньобогаторічні показники ($-3,8^{\circ}\text{C}$), що в поєднанні з достатнім, а в окремі роки (2021; 2024) надмірним рівнем опадів, сприяло добрій перезимівлі та зниженню ризиків вимерзання рослин. Винятком став початок 2025 р., за позитивних температур спостерігали дефіцит вологи (лише 18–50 % від норми). Стійке потепління у березні (на $3,1\text{--}4,8^{\circ}\text{C}$ вище від норми) зумовлювало раннє відновлення весняної вегетації. Підвищені температури квітня у 2024–2025 рр. прискорювали етапи органогенезу рослин, проте ефективність використання тепла залежала від вологозабезпечення: від надмірного

зволоження у квітні 2023–2024 рр. (83,1–91,5 мм) до дефіциту опадів у 2021 та 2025 рр. У червні та липні відзначено стабільно високий температурний режим, що досяг максимуму в липні 2024 р. ($24,7^{\circ}\text{C}$). Нерівномірний розподіл літніх опадів створював ризики термічного стресу для рослин у критичні фази розвитку (налив зерна). Осінній період був сприятливим для розвитку рослин перед входом у зиму завдяки підвищеному температурному режиму, попри періодичні коливання вологозабезпечення – від посухи до надмірного зволоження (96,0 мм у 2022 р.).

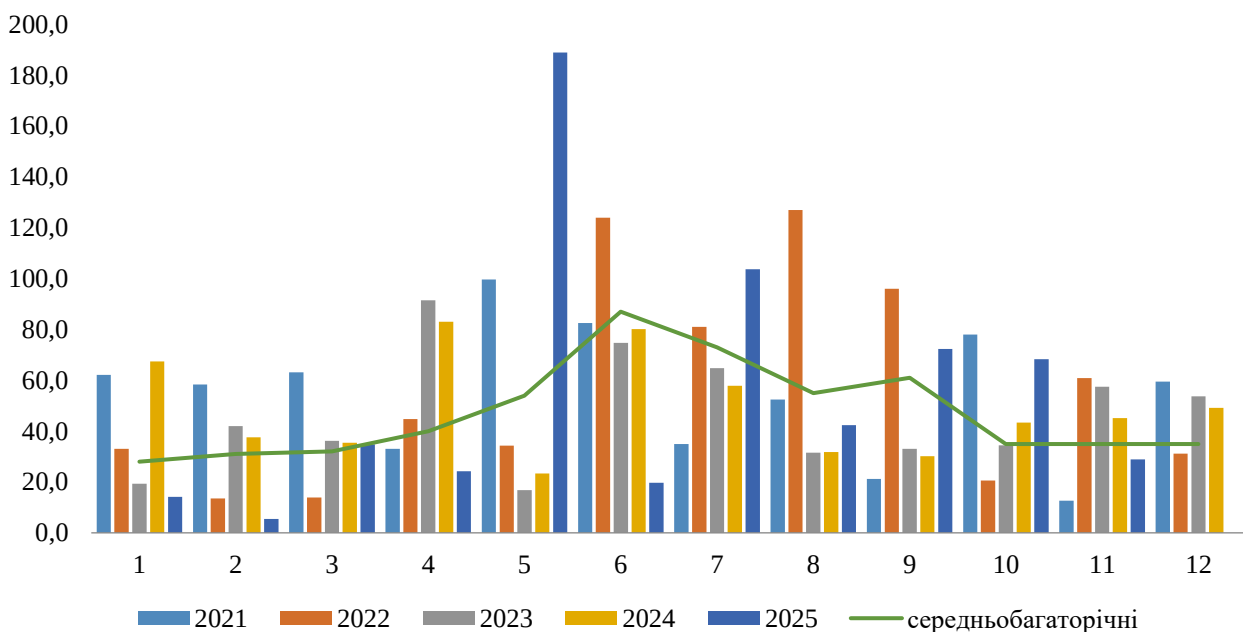


Рис. 2. Сума опадів (мм) за період досліджень, 2021–2025 рр.

Погодні умови вегетаційних періодів (2021–2025 рр.) тритикале озимого формувалися під впливом підвищеного температурного режиму та нерівномірного розподілу опадів. Теплі зими та весни сприятливі для росту й розвитку рослин, однак різкі коливання кількості опадів у критичні фази вегетації (вихід у трубку, колосіння, налив зерна) обмежували реалізацію продуктивного потенціалу окремих зразків і підтверджували важливість оцінки їх адаптивності та стійкості до абіотичних стресів.

Результати та обговорення.

Оптимізація сучасного зерновиробництва базується на впровадженні високоадаптивних культур, здатних реалізувати генетичний потенціал продуктивності за мінливих гідротермічних умов. Чільне місце в розв'язанні означеної проблеми посідає тритикале озиме, впровадження якого у виробництво сприяє підвищенню загальної стійкості агрофітоценозів [7]. Реалізація потенціалу зернової продуктивності є результатом складної детермінації морфофізіологічних ознак і біохімічних

показників під впливом спадкових особливостей генотипу та мінливих гідротермічних умов. Важлива роль у цьому процесі належить взаємодії внутрішніх біологічних ресурсів рослини з гідротермічними умовами періоду вегетації [5].

За результатами досліджень упродовж 2021–2025 рр. спостерігали

значний вплив погодних умов року на реалізацію генетичного потенціалу врожаю зерна зразків тритикале озимого. Найбільш сприятливими визначено 2023 та 2025 рр., що підтверджується позитивними значеннями індексів умов середовища ($I_j = 0,62$ та $0,66$ відповідно) (табл.).

Екологічна пластичність та стабільність колекційних зразків тритикале озимого за врожайністю зерна (2021–2025 рр.)

Стандарт, назва зразка	Урожайність зерна за роками, т/га						bi	Si ²
	2021	2022	2023	2024	2025	середнє		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Богодарське, ст.	5,9	6,2	7,8	5,7	5,5	6,23	0,7	2,9
NTN 1933	5,7	5,3	4,2	4,2	6,2	5,12	0,2	3,3
Никанор	5,9	6,1	6,9	5,1	7,7	6,34	1,5	0,7
Стратег	6,2	3,4	7,3	6,5	6,2	5,93	1,0	7,3
Святозар	4,0	5,8	6,2	6,0	6,5	5,70	1,1	2,3
Remiko	5,6	6,3	8,4	6,1	6,1	6,51	1,1	2,9
NTN 3476	6,3	4,1	4,2	4,7	5,1	4,89	-0,5	2,8
Маркіян	5,1	6,0	5,4	5,0	8,7	6,04	1,7	5,5
Хлібодар зимуючий	5,6	5,0	7,2	7,1	9,2	6,82	2,0	5,1
Нина	6,7	5,5	7,1	8,6	7,5	7,08	0,1	5,3
Ураган	3,4	7,0	5,6	5,5	8,2	5,92	1,7	8,8
Цекад 22	5,2	4,9	6,6	3,5	3,2	4,69	0,4	7,4
Парус	6,2	5,9	5,6	4,7	5,4	5,56	-0,1	1,2
Амос	5,1	7,0	7,2	7,0	7,2	6,70	0,8	2,3
Обрій миронівський	7,2	6,1	5,4	5,8	6,5	6,21	-0,4	1,7
Гермес	6,7	6,6	8,6	7,0	8,9	7,57	1,8	0,3
Сергий	7,9	5,9	8,2	7,2	7,8	7,40	0,8	2,4
Salto	7,9	6,6	6,9	7,6	9,4	7,67	0,7	4,3
Союз	4,0	6,2	5,7	4,0	5,3	5,04	0,9	3,0
Маяк	3,8	5,4	4,6	4,8	7,3	5,17	1,3	4,5
АД 256	4,6	6,1	4,7	5,2	6,4	5,41	0,3	2,5
Наварро	6,3	5,5	7,5	6,4	7,0	6,54	1,0	0,9
Букет	7,2	5,7	7,6	6,5	7,0	6,81	0,7	1,5
Торнадо	3,6	4,4	5,9	6,3	4,9	5,00	0,5	4,5
Кастусь	7,7	4,9	7,8	4,8	6,7	6,39	1,2	6,4
Божич	3,7	6,4	6,2	4,2	5,8	5,27	1,3	3,4
Dinago	4,6	5,8	8,1	5,2	7,4	6,22	2,4	0,7
Цекад 90	3,6	4,4	5,9	4,0	3,7	4,33	0,7	2,7
Десятинне	3,8	7,4	8,6	5,4	7,5	6,52	2,5	5,8
Павлодарський	7,4	5,3	8,0	6,1	8,4	7,04	1,7	3,0
Сибирський	5,1	4,7	6,3	3,6	8,0	5,54	2,6	2,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хлебороб	5,2	5,4	4,5	3,7	4,2	4,60	-0,3	1,7
Aliko	5,7	5,6	7,4	5,8	6,1	6,12	0,9	1,0
Сирс 57	3,5	4,8	5,5	4,2	6,7	4,95	1,9	1,2
Ярослава	7,3	8,3	9,0	5,5	6,1	7,24	0,6	8,0
Середнє	5,533	5,714	6,634	5,517	6,680	6,016	–	–
НІР ₀₅	0,29	0,30	0,35	0,29	0,35	0,31	–	–
Індекс умов	-0,48	-0,30	0,62	-0,50	0,66	–	–	–
Мах	7,9	8,3	9,0	8,6	9,4	7,7	2,6	8,8
Мін	3,4	3,4	4,2	3,5	3,2	4,3	-0,5	0,3

У 2021 р. середній показник урожаю зерна зразків тритикале озимого в досліді становив 5,53 т/га, стандарту Богодарське – 5,9 т/га. Розмах варіювання – 3,4–7,9 т/га. Десять зразків достовірно перевищили стандарт за врожайністю, продуктивність яких варіювала від 6,3 до 7,9 т/га: NTH 3476, Нина, Гермес, Обрій миронівський, Букет, Ярослава, Павлодарський, Кастусь, Сергій та Salto. Виділено 17 зразків, які продемонстрували врожайність, вищу за середньогруповий показник (>5,53 т/га). До цієї групи, крім вказаних вище зразків, увійшли: NTH 1933, Никанор, Стратег, Remiko, Хлібодар зимуючий, Парус та Aliko з рівнем продуктивності від 5,6 до 6,2 т/га.

У 2022 р. середня врожайність зерна досліджуваних зразків становила 5,71 т/га, стандарт сформував 6,2 т/га за мінімального значення 3,4 т/га та максимального – 8,3 т/га. Достовірно перевищили стандарт дев'ять зразків у межах 6,2–8,3 т/га: Remiko, Маркіян, Божич, Гермес, Salto, Амос, Ураган, Десятинне та Ярослава. Вище від середнього рівня (>5,71 т/га) виділено 18 зразків (5,8–6,1 т/га): Святозар, Парус, Никанор, Обрій миронівський, Сергій, АД 256, Букет, Dinaro, включаючи означені вище.

2023 р. характеризувався сприятливими гідротермічними умовами, що забезпечили середній врожай на рівні 6,63 т/га та врожайність стандарту 7,8 т/га (мінімум – 4,2 т/га, максимум – 9,0 т/га). Перевищили рівень стандарту вісім зразків із показниками 8,0–9,0 т/га: Павлодарський,

Dinaro, Сергій, Remiko, Десятинне, Гермес та Ярослава, а зразок Кастусь показав результат на рівні контролю. Середнє значення перевищили 19 зразків (6,9–7,7 т/га), зокрема: Никанор, Стратег, Хлібодар зимуючий, Нина, Цекад 22, Амос, Salto, Наварро, Букет та Aliko.

У 2024 р. за середнього показника 5,52 т/га та врожайності стандарту 5,7 т/га (мінімум – 3,5 т/га, максимум – 8,6 т/га) спостерігали найвищу частку адаптивних форм. Стандарт перевищили 16 зразків, врожайність яких коливалася від 5,8 до 8,6 т/га: Святозар, Remiko, Хлібодар зимуючий, Нина, Ураган, Амос, Обрій миронівський, Гермес, Сергій, Salto, Наварро, Букет, Торнадо, Павлодарський, Aliko та Ярослава. Середній рівень у розсаднику перевищили 19 зразків (5,6–5,7 т/га).

2025 р. визначено найбільш продуктивним: середнє – 6,68 т/га, стандарт – 5,5 т/га (мінімум – 3,2 т/га, максимум – 9,4 т/га). Внаслідок зниження врожайності стандарту його перевищили 24 зразки на 5,8–9,4 т/га: NTH 1933, Никанор, Стратег, Святозар, Remiko, Маркіян, Хлібодар зимуючий, Нина, Ураган, Амос, Обрій миронівський, Гермес, Сергій, Salto, Маяк, АД 256, Наварро, Букет, Кастусь, Божич, Dinaro, Десятинне, Павлодарський та Сибірський. Вище від середнього рівня сформували врожай 12 зразків (7,0–9,4 т/га), серед яких виділено кращі: Salto, Хлібодар зимуючий, Гермес та Маркіян.

Одержані результати свідчать про контрастність гідротермічних режимів у

роки досліджень: високі показники 2023 та 2025 рр. пояснюються оптимальним поєднанням опадів та температурного режиму в критичні фази розвитку (індекс умов середовища $+0,62$ та $+0,66$). Зниження врожайності у 2021 та 2024 рр. вказує на наявність стресових чинників, що дозволило виділити зразки з високим рівнем екологічної стійкості. 2022 р. характеризувався помірним депресивним впливом середовища ($I_j = -0,30$), проте саме в цих умовах окремі сорти максимально проявили адаптивний потенціал, суттєво перевищивши стандарт.

За показником екологічної пластичності (b_i) зразки тритикале озимого розподілено на три групи (рис. 3).

Високопластичні генотипи із коефіцієнтом регресії значно вище від одиниці ($b_i > 1,5$): Сибирський (2,6), Десятинне (2,5), Dinaro (2,4), Хлібодар зимуючий (2,0), Сирс 57 (1,9), Гермес (1,8), Маркіян (1,7), Ураган (1,7), Павлодарський (1,7) та Никанор (1,5). Високі значення

згаданого показника зумовлені інтенсивним типом зразків, які здатні максимально збільшувати зернову продуктивність у сприятливі роки, проте характеризуються різким зниженням урожайності при погіршенні умов вирощування. Аналогічну закономірність встановлено А. І. Кравченко для вівса голозерного, де зразки Boudrais ($b_i = 2,6$), Вятский (2,1), ОМ 11-3007/3 та АС Percy (1,8), визначені найбільш інтенсивними, демонстрували максимальну врожайність у сприятливі роки ($I_j = 3,5$) [6].

Помірну пластичність (b_i від 0,8 до 1,4) визначено в зразків: Маяк (1,3), Божич (1,3), Кастусь (1,2), Святозар (1,1), Remiko (1,1), Стратег (1,0), Наварро (1,0), Союз (0,9), Aliko (0,9), Амос (0,8) та Сергій (0,8). Означені зразки характеризуються відповідністю темпів зміни врожайності змінам гідротермічних умов, що вказує на їхню збалансовану реакцію на зовнішні чинники.

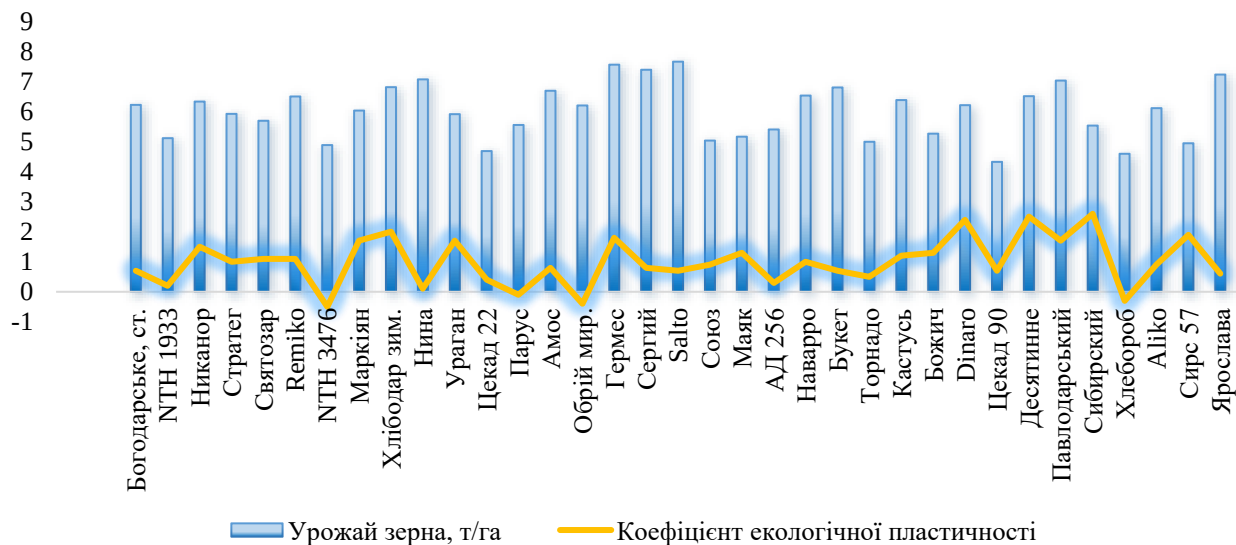


Рис. 3. Порівняльна характеристика сортів тритикале озимого за середньою врожайністю та коефіцієнтом регресії (b_i)

До групи з низькою екологічною пластичністю (b_i від 0,1 до 0,7), яка свідчить про слабку реакцію на поліпшення агрофону, віднесено стандарт Богодарське (0,7), Salto (0,7), Букет (0,7), Цекад 90 (0,7), Ярослава (0,6), Торнадо (0,5),

Цекад 22 (0,4), АД 256 (0,3), NTN 1933 (0,2) та Нина (0,1). Найнижчі та від'ємні значення пластичності зафіксовано у зразків Парус (-0,1), Хлебороб (-0,3), Обрій миронівський (-0,4) та NTN 3476 (-0,5). За даними V. M. Konovalova, генотипи з

низькою пластичністю мають здатність мінімізувати втрати продуктивності в екстремальних умовах внаслідок високої екологічної стійкості, попри їхню слабку

реакцію на поліпшення зовнішніх чинників [16].

За результатами обрахунку стабільності (Si^2) оцінено прогнозованість урожайності кожного генотипу (рис. 4).

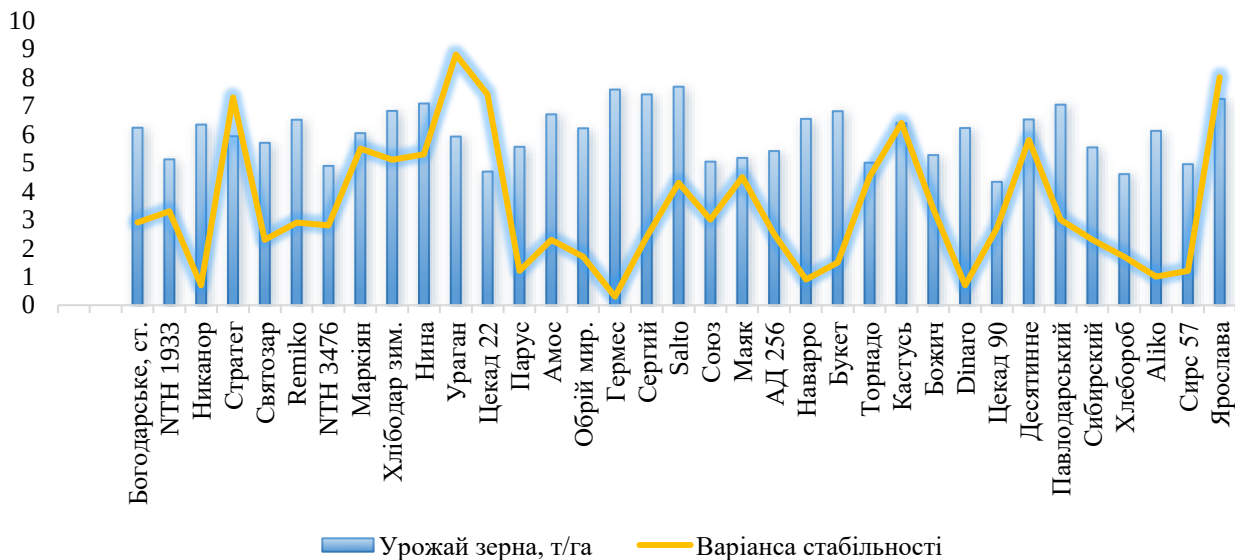


Рис. 4. Середній урожай зерна та варіанса стабільності (Si^2) сортів тритикале озимого

Найвищу стабільність із мінімальними відхиленнями від лінії регресії ($Si^2 < 1,5$) продемонстрували зразки Гермес (0,3), Никанор (0,7), Dinago (0,7), Наварро (0,9), Aliko (1,0), Парус (1,2), Сирс 57 (1,2) та Букет (1,5). Низька дисперсія врожайності свідчить про високу гомеостатичність згаданих форм. Середній рівень стабільності (Si^2 від 1,6 до 3,5) визначено для: Обрій миронівський (1,7), Хлебороб (1,7), Амос (2,3), Святозар (2,3), Сибирський (2,3), Сергій (2,4), АД 256 (2,5), Цекад 90 (2,7), NTN 3476 (2,8), стандарту Богодарське (2,9), Remiko (2,9), Союз (3,0), Павлодарський (3,0), NTN 1933 (3,3) та Божич (3,4). Характеризуються помірною мінливістю урожаю зерна. Найнижчий рівень стабільності ($Si^2 > 4,0$) виявлено у зразків Salto (4,3), Маяк (4,5), Торнадо (4,5), Хлібодар зимуючий (5,1), Нина (5,3), Маркіян (5,5), Десятинне (5,8), Кастусь (6,4), Стратег (7,3), Цекад 22 (7,4), Ярослава (8,0) та Ураган (8,8). Високі значення наведеного показника обґрунтовуються специфічною реакцією цих генотипів на невраховані фактори середовища, що

робить їхню продуктивність у конкретному році важкопрогнозованою.

Встановлена мінливість сортів тритикале озимого за параметрами пластичності та стабільності корелює з результатами досліджень пшениці м'якої озимої в різних зонах України [16] та пшениці ярої [10]. Подібність реакцій генотипів пшениці та тритикале підтверджує універсальність методичних підходів до оцінки екологічної пластичності як фундаментальної ознаки адаптивності зернових культур.

Одержані результати мають важливе значення для подальшої селекційної роботи, адже слугують базою для цілеспрямованого добору батьківських компонентів при створенні нових адаптивних сортів тритикале озимого. Виявлення специфічних реакцій зразків на умови середовища дозволяє значно оптимізувати процес селекції, спрямовуючи його на формування сортів нового покоління, здатних максимально реалізовувати генетичний потенціал в умовах кліматичної нестабільності та

забезпечувати сталість валових зборів зерна.

Висновки. За результатами досліджень впродовж 2021–2025 рр. встановлено варіабельність урожайності зерна 35 зразків тритикале озимого, зумовлену впливом гідротермічного режиму. Найбільш сприятливі умови визначено в 2023 та 2025 рр. ($I_j = +0,62, +0,66$). Виділено групу інтенсивних зразків (Сибирський, Десятинне, Dinaro, Хлібодар зимуючий), які максимально реалізують потенціал за оптимальних параметрів середовища ($b_i > 1,5$), та пластичних форм (Маяк, Божич, Святозар, Remiko, Сергій), характеризуються збалансованою реакцією

на зміну зовнішніх чинників ($b_i = 0,8–1,4$). Виявлено, що висока стабільність та прогнозованість урожайності ($Si^2 < 1,5$) характерна зразкам Гермес, Никанор, Dinaro, Наварро та Aliko. Комплексна оцінка параметрів адаптивності дозволила ідентифікувати кращі генотипи (Гермес, Никанор, Salto), які поєднують високу продуктивність із екологічною стабільністю. Одержані результати мають фундаментальне значення для селекції як основа для добору батьківських компонентів при створенні нових адаптивних сортів, здатних забезпечувати сталість валових зборів зерна в умовах кліматичної нестабільності.

Список використаної літератури

1. Визначення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої за господарсько-цінними ознаками в зоні Південного Лісостепу України / С. М. Холод та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 44–50. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.08>.
2. Дудкіна А. П., Вінюков О. О., Гирка А. Д. Вплив ґрунтово-кліматичних умов східної частини Північного Степу на сорти ячменю ярого екологічного сортовипробування. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2020. № 115. С. 48–58. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.7>.
3. Екологічна пластичність і стабільність перспективних ліній пшениці м'якої ярої (*Triticum aestivum* L.) за врожайністю / Є. А. Кузьменко та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Т. 18, № 4. С. 242–250. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985>.
4. Іванцова Л. В., Федоренко М. В. Особливості формування врожайності сортів пшениці ярої за параметрами пластичності та стабільності. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 64–74. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-6).
5. Іщенко В. А. Вплив сортових особливостей та добрив на зернову продуктивність тритикале ярого. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2021. Вип. 34. С. 19–25. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-2>.
6. Кравченко А. І., Гопцій Т. І. Оцінка екологічної пластичності та стабільності зразків вівса голозерного за врожайністю. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання*. 2024. Вип. 1. С. 77–88.
7. Любич В. В. Селекційна цінність нових сортів тритикале ярого. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. Вип. 98, ч. 1. С. 7–20. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-7-20.

References

1. Determination of high-yielding varieties of soft winter wheat by economically valuable characteristics in the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine / S. M. Kholod et al. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. No. 26 (2). P. 44–50. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.08>.
2. Dudkina A. P., Viniukov O. O., Hyrka A. D. The influence of soil and climatic conditions of the eastern part of the Northern Steppe on spring barley varieties in ecological variety testing. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky*. 2020. No. 115. P. 48–58. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.7>.
3. Ecological plasticity and stability of promising lines of soft spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield / Ye. A. Kuzmenko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Vol. 18, no. 4. P. 242–250. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985>.
4. Ivantsova L. V., Fedorenko M. V. Features of the formation of yield of spring wheat varieties according to the parameters of plasticity and stability. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2024. Issue 75 (2). P. 64–74. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-6).
5. Ishchenko V. A. The influence of varietal characteristics and fertilizers on the grain yield of spring triticale. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2021. Issue 34. P. 19–25. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-2>.
6. Kravchenko A. I., Hoptsi T. I. Assessment of ecological plasticity and stability of bare-grain oat samples by yield. *Roslynnystvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*. 2024. Issue 1. P. 77–88.
7. Liubych V. V. Selection value of new spring triticale varieties. *Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS*. 2021. Issue 98, part 1. P. 7–20. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-7-20>.

8. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / ред. В.В. Волкодав ; Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2001. Вип. 2. 68 с.

9. Оцінка сортів ячменю озимого за адаптивністю до умов навколишнього середовища в конкурсному та екологічному сортовипробуванні / М. І. Терлецька та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (2). С. 123–136. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-2-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-2-8).

10. Оцінювання пластичності та стабільності врожайності сортів пшениці м'якої озимої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / Г. А. Дутова та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Т. 21, № 4. С. 170–179. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346233>.

11. Сучасна селекція високоврожайних сортів тритикале з поліпшеною якістю зерна / В. В. Кириченко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 3 (828). С. 52–61.

12. Тромсюк В. Д., Векленко Ю. А. Оцінка вихідного матеріалу тритикале озимого для селекції на підвищення урожаю зерна. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025. Вип. 3 (17). С. 99–107. <https://doi.org/10.54651/agri.2025.03.11>.

13. Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. The history and evolution of triticale. *Triticale improvement and production* / ed. by M. Mergoum, H. Gómez-Macpherson. Rome : FAO, 2004. P. 1–9. URL: <https://www.fao.org/4/y5553e/y5553e.pdf> (last accessed: 17.04.2026).

14. Breeding Triticale for Grain and Forage Yield and Quality: Challenges and Future Prospects / M. Aljarrah et al. *10th International Triticale Symposium : Itinerary & Abstracts*. Lethbridge, July 15–18 2019. Lethbridge, AB, 2019. P. 17. URL: https://www.researchgate.net/publication/334683557_Breeding_Triticale_for_Grain_and_Forage_Yield_and_Quality_Challenges_and_Future_Prospects#full-text (last accessed: 17.04.2026).

15. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Sci*. 1966. V. 6, № 1. P. 36–40.

16. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply) / V. M. Konovalova et al. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 156–166.

17. Genotype-by-Environment Interaction and Stability Analysis of Grain Yield of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes Using AMMI and GGE Biplot Analyses / D. Mullualem et al. *Heliyon*. 2024. 10, no. 12. 16 p. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32918>.

18. Neykov N. Evaluation of the stability and adaptability of yield in triticale varieties using non-parametric methods. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024. 30 (2). P. 301–304.

19. Performance Evaluation of Upland Cotton Genotypes in Terms of Seed Cotton Yield under

8. Methodology of state variety testing of agricultural crops / ed. V. V. Volkodav ; Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv roslin. Kyiv, 2001. Issue 2. 68 p.

9. Evaluation of winter barley varieties for adaptability to environmental conditions in competitive and ecological variety testing / M. I. Terletska et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2021. Issue 69 (2). P. 123–136. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-2-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-2-8).

10. Assessment of plasticity and yield stability of soft winter wheat varieties in different soil and climatic zones of Ukraine / H. A. Dutova et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Vol. 21, no. 4. P. 170–179. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346233>.

11. Modern breeding of high-yielding triticale varieties with improved grain quality / V. V. Kyrychenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2022. No. 3 (828). P. 52–61.

12. Tromsiuk V. D., Veklenko Yu. A. Evaluation of winter triticale starting material for breeding to increase grain yield. *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo: teoriia i praktyka*. 2025. Issue 3 (17). P. 99–107. <https://doi.org/10.54651/agri.2025.03.11>.

13. Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. The history and evolution of triticale. *Triticale improvement and production* / ed. by M. Mergoum, H. Gómez-Macpherson. Rome : FAO, 2004. P. 1–9. URL: <https://www.fao.org/4/y5553e/y5553e.pdf> (last accessed: 17.04.2026).

14. Breeding Triticale for Grain and Forage Yield and Quality: Challenges and Future Prospects / M. Aljarrah et al. *10th International Triticale Symposium : Itinerary & Abstracts*. Lethbridge, July 15–18 2019. Lethbridge, AB, 2019. P. 17. URL: https://www.researchgate.net/publication/334683557_Breeding_Triticale_for_Grain_and_Forage_Yield_and_Quality_Challenges_and_Future_Prospects#full-text (last accessed: 17.04.2026).

15. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Sci*. 1966. Vol. 6, no. 1. P. 36–40.

16. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply) / V. M. Konovalova et al. *Ahrarni innovatsii*. 2024. No. 23. P. 156–166.

17. Genotype-by-Environment Interaction and Stability Analysis of Grain Yield of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes Using AMMI and GGE Biplot Analyses / D. Mullualem et al. *Heliyon*. 2024. 10, no. 12. 16 p. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32918>.

18. Neykov N. Evaluation of the stability and adaptability of yield in triticale varieties using non-parametric methods. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024. 30 (2). P. 301–304.

19. Performance Evaluation of Upland Cotton Genotypes in Terms of Seed Cotton Yield under

Inconsistent Environmental Conditions / M. Jamil et al. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*. 2023. 8 p. <https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2023i1.226>.

20. Simion Dojamo T., Markos Takiso S., Lema Tessema M. Stability and Adaptability of Triticale (*Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) Varieties Across Environmental Conditions in the Highlands of Southern Ethiopia. *International Journal of Agronomy*. 2024. 1. P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2024/9948844>.

21. Stoyanov H. Stability and adaptability of yield and yield related traits in Bulgarian triticale ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) Cultivars in drought conditions. *AgroLife scientific journal*. 2022. Vol. 11, no. 2. P. 201–212. <https://doi.org/10.17930/AGL2022226>.

22. Study on the adaptability of some triticale genotypes to different climate and soil conditions / A.-S. Pintilie et al. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2025. Vol. LXVIII, no. 1. P. 536–541. URL: https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2025/issue_1/Art65.pdf (last accessed: 17.04.2026).

23. Triticale in Italy / N. Faccini et al. *Biology*. 2023. 12 (10). 14 p. <https://doi.org/10.3390/biology12101308>.

Inconsistent Environmental Conditions / M. Jamil et al. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*. 2023. 8 p. <https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2023i1.226>.

20. Simion Dojamo T., Markos Takiso S., Lema Tessema M. Stability and Adaptability of Triticale (*Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) Varieties Across Environmental Conditions in the Highlands of Southern Ethiopia. *International Journal of Agronomy*. 2024 1. P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2024/9948844>.

21. Stoyanov H. Stability and adaptability of yield and yield related traits in Bulgarian triticale ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) Cultivars in drought conditions. *AgroLife scientific journal*. 2022. Vol. 11, no. 2. P. 201–212. <https://doi.org/10.17930/AGL2022226>.

22. Study on the adaptability of some triticale genotypes to different climate and soil conditions / A.-S. Pintilie et al. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2025. Vol. LXVIII, no. 1. P. 536–541. URL: https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2025/issue_1/Art65.pdf (last accessed: 17.04.2026).

23. Triticale in Italy / N. Faccini et al. *Biology*. 2023. 12 (10). 14 p. <https://doi.org/10.3390/biology12101308>.