

**ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ ТРИТИКАЛЕ (ОЗИМОГО)  
ПІД ВПЛИВОМ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ТА НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**Олександра ВОЛОЩУК, доктор сільськогосподарських наук, професор, ORCID: 0000-0002-2509-9452  
Ігор БУТЛЯР, аспірант, ORCID: 0009-0009-9824-0435Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна  
e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

Глобальні кліматичні трансформації останніх десятиліть, що супроводжуються різкими коливаннями агрометеорологічних показників, зобов'язують виробників шукати сорти з високим рівнем екологічної пластичності та стабільності реалізації генетичного потенціалу. Слід зазначити, що у світовій практиці немає універсальних сортів, здатних демонструвати однакові результати за різних типів ґрунтів, рівнів родючості чи агротехнічних моделей, оскільки мікрокліматичні та технологічні умови кожного окремого господарства є специфічними. У статті подано оцінку адаптивного потенціалу сортів тритикале (озимого), створених різними науковими установами, в умовах ґрунтово-кліматичних особливостей Західного Лісостепу. Встановлено, що формування посівів значною мірою залежало від гідротермічних умов: за оптимального режиму у 2024 р. (середньодобова температура 15,9 °С та 36,4 мм опадів) сходи з'являлися на 9-ту добу, а польова схожість досягала максимуму (95,1–95,6 %) за внесення  $N_{30}P_{90}K_{90}$ .

Мінеральне живлення було ключовим чинником активізації осіннього росту, забезпечуючи приріст біомаси на 41–63 %, розвиток кореневої системи – на 85–90 %, а також збільшення кількості пагонів і листків на 30–52 %. Більш сприятливі погодні умови 2024 р. сприяли формуванню рослин, які були на 10–15 % потужнішими, ніж у 2025 р. Сорт Божич характеризувався високою адаптивністю до зниженого агрофону та інтенсивнішим ростом вегетативної маси. Водночас за умов підвищеного мінерального живлення ( $N_{30}P_{90}K_{90}$ ) морфологічні показники всіх досліджуваних сортів вирівнювалися, що свідчить про повну реалізацію їхнього генетичного потенціалу за інтенсивної технології вирощування.

Оптимізація системи живлення сприяла максимальному накопиченню цукрів (на 5,8–6,5 % більше порівняно з контролем без добрив) і забезпечила найвищий рівень перезимівлі рослин (94,0–95,1 %). Сорт Пудік підтвердив роль стандарту, продемонструвавши найвищу здатність до накопичення захисних речовин і зимостійкість, статистично перевищуючи інші сорти на 0,5–1,8 %.

**Ключові слова:** тритикале (озиме), сорт, мінеральні добрива, метеорологічні чинники, польова схожість насіння, морфологічні показники, уміст цукрів, перезимівля рослин.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons

**Вступ**

Стан аграрного сектору характеризується стрімкою трансформацією екологічних умов та інтенсивним впровадженням новітніх технологій. У контексті глобальних кліматичних змін виникає гостра потреба в мінімізації негативного впливу абіотичних та біотичних стресорів на культурні фітоценози. Саме тому реалізація генетичного потенціалу сучасних досягнень селекції стає стратегічним пріоритетом. Це зумовлює об'єктивну необхідність систематичного оновлення сортового складу – сортозаміни та сортооновлення. Такий підхід спрямований на впровадження у виробництво інноваційних сортів, які відзначаються високим рівнем адаптивності до конкретних кліматичних зон, що є запорукою стабільно високих показників урожайності (Voloshchuk et al., 2017a; Voloshchuk and Kovalchuk, 2017b; Yakymchuk et al., 2022; Moskalets et al., 2019; Zakharchuk et al., 2022).

Постійне розширення видового й сортового складу сільськогосподарських культур у структурі посівних площ дозволяє нівелювати ризики, пов'язані з мінливістю середовища, та забезпечує підтримання валових зборів продукції на стабільно високому рівні. Такий підхід сприяє максимально ефективній реалізації ресурсного потенціалу господарств: від оптимізації використання матеріально-технічної бази до повнішого залучення природної родючості ґрунтів та біокліматичних ресурсів кожної конкретної зони (Voloshchuk et al., 2018; Palamarchuk, 2022; Palamarchuk et al., 2017).

У сучасній аграрній науці стратегічного значення набуває розробка інноваційних генотипів, що відзначаються інтенсивними темпами онтогенезу. Особливий науково-практичний інтерес становить створення сортів із ранніми та ультраранніми термінами колосіння, що



дозволяє рослинам ефективніше використовувати весняну вологу та уникати літньої посухи. Ключовим завданням селекції є поєднання в одному сортозразку низькорослості (короткостебловості), яка забезпечує стійкість до вилягання, із високим рівнем адаптивності та резистентності до критично низьких температур у зимовий період. Паралельно з цим, нинішній етап селекційної роботи з озимим тритикале базується на засадах глибокої спеціалізації залежно від цільового господарського призначення. Такий підхід передбачає диференціацію сортів за якісними показниками зерна та біомаси, що дає змогу максимально адаптувати культуру до специфічних вимог різних галузей промисловості: від хлібопекарської та комбікормової до біоенергетичної та спиртової (Kyrylchuk et al., 2024; Kharchenko, 2016; Moskalets et al., 2016; Rykalo et al., 2015).

Суттєвого прогресу досягнуто у підвищенні індивідуальної продуктивності рослин: розв'язано проблему щуплості зерна, покращено озерненість колоса, формуванням маси 1000 зерен до 70 г. Для мінімізації ризиків вилягання посівів розроблено диференційовану класифікацію сортів за архітектурою стебла: від середньостеблових (100–120 см) до карликових форм (менше 60 см). Впровадження низькостеблових та короткостеблових генотипів частково знімає гостроту проблеми вилягання, особливо в специфічних умовах Західного Лісостепу з його надмірною зволоженістю. Проте, попри вагомі здобутки, подальше вдосконалення морфологічної стійкості стеблостою залишається актуальним вектором подальших селекційних досліджень (Liubych and Stratutsa, 2025; Storozhuk, 2025; Levchenko et al., 2023; Yehupova and Romaniuk, 2020; Randhawa et al., 2015; Zaiets and Fundyrat, 2019).

Стратегія сучасної адаптивної інтенсифікації передбачає підбір сортів, що демонструють високу продуктивність при мінімальних витратах. Головна мета – поєднати екологічну стійкість культури з ефективним використанням погодних умов та природної родючості ґрунту.

Мета досліджень полягала в проведенні оцінки адаптивних властивостей нових сортів тритикале (озимого) за мінливих гідротермічних умов вирощування в зоні Західного Лісостепу України.

### Матеріали і методи

Дослідження проведено впродовж 2025–2026 рр. на базі відділу насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений сірим лісовим поверхнево-оглеєним середньосуглинковим ґрунтом.

Експериментальна частина роботи виконувалася на ділянках з обліковою площею 50 м<sup>2</sup> при загальній – 60 м<sup>2</sup>. Схему досліду побудовано за принципом систематичного розміщення варіантів у трьох повтореннях.

Агротехнічні заходи (крім досліджуваних елементів) були типовими для регіону вирощування. Сівбу проводили в допустимі строки (I декада жовтня) звичайним рядковим методом (15 см) з глибиною загортання насіння 3,0–4,0 см. Попередник – олійні культури. Розрахункова норма висіву становила 4,0 млн схож. нас. шт./га. Мінеральні добрива вносили у формі діаміфоски (NPK 10:26:26, S 1,5–4,0).

Схема досліду включала сорти: Пудік (Волинська державна с.-г. дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України), Божич (Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України), Щедре носівське (Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України), які вирощували на двох фонах основного мінерального добрива: N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

Дослідження проводили відповідно до «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність». Київ. 2021. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин. (Затверджено наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 16 грудня 2016 року № 547 (зі змінами та доповненнями внесеним наказами: Мінекономіки від 27 жовтня 2020 року № 2162-20, Мінагрополітики від 27 липня 2021 року № 102).

Польову схожість та перезимівлю рослин тритикале (озимого) визначали методом облікових площадок. Вміст цукрів у вузлах кушіння визначали рефрактометричним методом (експрес-діагностика).

### Результати та обговорення

Успішне проростання насіння в полі залежить від того, як поєднуються температура, вологість і біологічний потенціал самої культури. Оскільки польова схожість прямо впливає на майбутній урожай, її збереження є пріоритетом. Встановлено, що втрата лише 1,0 % схожості провокує перевитрати насіння та знижує загальний збір озимих зернових у межах 1,0–1,5 %. Отже, висока якість сходів є фундаментом ефективного агропродуцтва.

Показник польової схожості насіння визначається передусім волого- та терморезимом ґрунту, а також агротехнікою: термінами сівби й системою живлення. Оскільки вегетація озимого тритикале супроводжується значними температурними коливаннями, для високої продуктивності важливо дотримуватися

оптимальних температурних меж на різних етапах, зокрема: сівба–сходи:  $16 \pm 2$  °С; сходи–кущіння:  $12 \pm 2$  °С; кущіння–вихід у трубку:  $8 \pm 2$  °С; вихід у трубку–колосіння:  $14 \pm 2$  °С; колосіння–стиглість:  $20 \pm 2$  °С.

Метеорологічні умови періоду «сівба–сходи» у 2024 і 2025 рр. сприяли інтенсивному розвитку проростків. Зокрема, у 2024 р. достатні вологозапаси (36,4 мм) за температури 15,9 °С забезпечили появу повних сходів на дев'яту добу від сівби (табл. 1). У 2025 р. поєднання нижчої температури 12,0 °С та менших опадів обсягом 35,2 мм затримало появу проростків – на 11 добу.

Такий гідротермічний режим гарантує своєчасне формування посівів, що критично важливо для подальшої продуктивності культури.

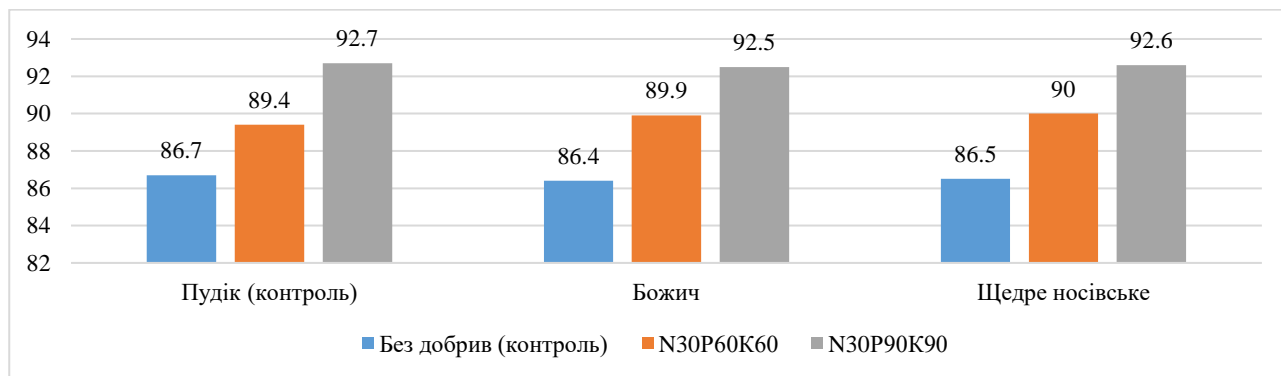
Процес переходу насіння від спокою до активного росту в польових умовах залежить від якості насіннєвого матеріалу та гідротермічних умов ґрунту. Оскільки будь-яке відхилення від оптимальних параметрів у цей період призводить до зрідженості посівів, підтримка високої польової схожості стає головним завданням агротехнології для забезпечення стабільного розвитку агрофітоценозу.

**Таблиця 1. Метеорологічні чинники за період сівба – сходи (2024, 2025 рр.)**

Показник за період сівба–сходи	Рік	
	2024	2025
Середньодобова температура повітря, °С	15,9	12,2
Сума температур, °С	174,9	97,6
Температура ґрунту на глибині 5-10 см, °С	16,8	13,4
Кількість опадів, мм	52,1	35,2
Запаси вологи в посівному шарі ґрунту (0–10 см)	36,4	30,7
Тривалість періоду сівба–сходи, діб	9	11

У 2024 р. вищі запаси вологи в посівному шарі ґрунту (0–10 см) – 36,4 мм та температурний режим 15,9 °С сприяли отриманню польової схожості на контролі (без добрив) – 87,5–87,9 %, за норм внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{60}K_{60}$  – 90,5–91,2 %,  $N_{30}P_{90}K_{90}$  – 95,1–95,6 % (рис. 1). Нижчі запаси вологи у 2024 р. обумовили дещо нижчий показник,

який на контролі (без добрив) був в межах 85,2–85,5 %. На фоні основного внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  польова схожість була вищою і становила 88,3–88,6 %. Збільшення норм фосфорно-калійних добрив підвищувало цей показник до 89,7–89,9 %.



**Рис. 1. Польова схожість насіння сортів тритикале (озимого) залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2024, 2025 рр.), %**

Низька норма азотних добрив ( $N_{30}$ ) безпосередньо при сівбі не була токсичною для проростків тритикале (озимого). Концентрація солей навколо насінини (осмотичний стрес) не призводила до суттєвого зниження відсотка сходів. А внесення фосфорно-калійних добрив стимулювало швидкий ріст кореневої системи, що дозволяло проросткам швидше закріпитися в ґрунті та ефективніше поглинати вологу, тому показник польової схожості за норми  $N_{30}P_{90}K_{90}$  був вищим на 6,0–6,1 % з контролем і на 2,6–3,0 % з нижчою нормою  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

Отже, застосування низької норми азоту ( $N_{30}$ ) безпосередньо під час сівби виявилось безпечним для зародків тритикале (озимого). Це пояснюється відсутністю токсичності: дана концентрація діючої речовини не створювала критичного осмотичного тиску в ґрунтовому розчині навколо насінини і подолання осмотичного стресу: оскільки сольовий індекс залишався в межах норми, насіння не втрачало здатності до поглинання вологи з ґрунту, що запобігало б затримці проростання. Підвищена норма фосфорно-калійних добрив відіграла

стимулюючи роль у активному діленні клітин у меристемі кореня, що дозволяє молодим рослинам швидше закріпитися в нижніх, більш зволжених шарах ґрунту. Калій підвищує тургор клітин і регулює водний обмін, що особливо важливо для виживання проростків за умов нерівномірного зволоження осіннього періоду.

На осінній процес росту та розвитку рослин досліджуваної культури суттєвий вплив мали погодні умови, які безпосередньо визначали

перебіг фізіологічних процесів та формування структурних елементів. За роки досліджень осінній період відзначався сумою температур, яка перевищувала середній багаторічний показник (419 °С) у 2024 р. на 86 °С, а в 2025 р. на 70,0 °С (табл. 2). Сума опадів відповідно становила: 109,4 і 64,7 мм за норми 145,0 мм. Тривалість росту і розвитку рослин на час припинення осінньої вегетації тритикале (озимого) складала 57 і 54 доби.

**Таблиця 2. Метеорологічні показники за період осінньої вегетації рослин тритикале (озимого), 2024, 2025 рр.**

Показники	Рік	
	2024	2025
Середньодобова температура повітря, °С (III декада вересня - II листопада)	505,0	489,0
Середньобагаторічний показник, °С	419	
Кількість опадів, мм	109,4	64,7
Середньобагаторічний показник, мм	145	
Тривалість вегетаційного періоду, діб	57	54

Внесення мінеральних добрив позитивно впливало на розвиток вегетативної маси рослин (табл. 3). Проведений структурний аналіз рослин перед входженням у зиму показав, що на варіанті N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> середня маса рослини збільшувалася на 41–43 % порівняно з контролем (без добрив) у всіх сортів. На вищому варіанті мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> маса рослини зростала на 61–63 % відносно контролю і на 20 % порівняно з нижчою нормою. Це свідчить про високу чутливість тритикале (озимого) до підвищених доз фосфору та калію в осінній період. Сорт Божич демонстрував

найкращі показники маси на всіх фонах живлення. Його перевага над контрольним сортом (Пудік) становила 0,12–0,19 г, що є статистично значущим показником. Щедре носівське також перевищувало сорт Пудік (контроль), але з меншим відривом (0,03–0,09 г, а на високому фоні живлення різниця з контролем була мінімальною (0,03 г), що нижче НР<sub>0,05</sub> (0,10 г).

У 2024 р. умови для осінньої вегетації були значно сприятливішими, ніж у 2025 р., які сприяли вищій на 10–15 % масі рослини.

**Таблиця 3. Маса однієї рослини (сира) сортів тритикале (озимого) на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2024, 2025 рр.), г**

Сорт	Норма внесення мінеральних добрив, д. р. за роками											
	без добрив (контроль)				N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>				N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>			
	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю
Пудік (контроль)	3,24	3,02	3,13	-	4,58	4,36	4,47	-	5,44	4,79	5,12	-
Божич	3,39	3,12	3,26	0,13	4,79	4,52	4,66	0,19	5,62	4,85	5,24	0,12
Щедре носівське	3,30	3,06	3,18	0,05	4,65	4,47	4,56	0,09	5,57	4,72	5,15	0,03
НР <sub>0,05</sub>	0,06				0,08				0,10			

Внесення мінеральних добрив істотно впливає на формування кореневої системи, що є важливим чинником успішної перезимівлі (табл. 4). У порівнянні з контролем, на фоні N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> маса коренів зростала на 35–40 %, а за підвищеної дози N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – на 85–90 %, досягаючи 1,46–1,50 г. Сорт Божич проявив найкращу адаптацію до умов низького агрофону: на контролі (без добрив) він суттєво переважає сорт Пудік (+0,16 г при НР<sub>0,05</sub> =

0,04 г). Водночас зі збільшенням норм удобрення ця перевага зникає, і показники вирівнюються. Сорт Щедре носівське займає проміжне місце на бідних ґрунтах, тоді як за високого рівня живлення демонструє незначне зменшення маси коренів (–0,03 г), що перебуває в межах похибки. Сорт Пудік, незважаючи на найнижчі показники на контролі, забезпечує кращі результати за внесення підвищених доз добрив. Статистично достовірні

відмінності між сортами зафіксовано лише на контролі (перевищують  $НР_{0,05} = 0,04$  г), тоді як на удобрених фонах різниця є несуттєвою (0,01–0,03 г). Це свідчить про те, що за достатнього рівня мінерального живлення всі досліджувані сорти

формують подібно розвинену кореневу систему. У 2025 р. відзначено зменшення маси коренів, однак воно менш виражене порівняно зі зниженням вегетативної маси, що вказує на більшу стабільність розвитку підземної частини рослин.

**Таблиця 4. Маса кореневої системи однієї рослини (сира) сортів тритикале (озимого) на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2024, 2025 рр.), г**

Сорт	Норма внесення мінеральних добрив, д. р. за роками											
	без добрив (контроль)				$N_{30}P_{60}K_{60}$				$N_{30}P_{90}K_{90}$			
	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю
Пудік (контроль)	0,81	0,76	0,79	-	1,12	1,04	1,08	-	1,52	1,46	1,49	-
Божич	0,99	0,91	0,95	0,16	1,15	1,07	1,11	0,03	1,57	1,42	1,50	0,01
Щедре носівське	0,88	0,85	0,87	0,08	1,13	1,05	1,09	0,01	1,50	1,41	1,46	-0,03
$НР_{0,05}$	0,07				0,05				0,04			

Добрива є ключовим стимулятором розгалуження рослин (табл. 5). На фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  коефіцієнт кушіння зростав на 0,5–0,6 одиниць (15 %) порівняно з контролем без добрив. Вищий фон –  $N_{30}P_{90}K_{90}$  забезпечував максимальний ріст. Кількість пагонів зростала до 5,4–5,5, що на 50–52 % вище, ніж на контролі. Це створює надійний фундамент для формування густого стеблостою. Аналізуючи сортові особливості, слід відзначити, що Божич виявився найбільш схильним до кушіння на низькому фоні живлення. На контролі (без добрив) він достовірно перевищує сорт Пудік (+0,3 при  $НР_{0,05} = 0,3$ ). Це свідчить про його високу

адаптивність до бідних ґрунтів. Пудік та Щедре носівське на контролі (без добрив) мали ідентичні показники (3,6). Генетичний потенціал кушіння при інтенсивному живленні ( $N_{30}P_{90}K_{90}$ ) у сортів був однаковий. На всіх фонах із внесенням добрив показник до контролю (0,0–0,1) є меншим за  $НР_{0,05}$  (0,3), що вказує на статистичну рівноцінність сортів за інтенсивної технології. 2024 р. виявився сприятливішим для кушіння: рослини встигли сформувати в середньому на 0,2–0,4 пагона більше, ніж у 2025 р. Це корелює з попередніми даними про вищу масу рослин у 2024 р.

**Таблиця 5. Коефіцієнт кушіння сортів тритикале (озимого) на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2024, 2025 рр.)**

Сорт	Норма внесення мінеральних добрив, д. р. за роками											
	без добрив (контроль)				$N_{30}P_{60}K_{60}$				$N_{30}P_{90}K_{90}$			
	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю
Пудік (контроль)	3,8	3,4	3,6	-	4,2	3,9	4,1	-	5,6	5,3	5,5	-
Божич	4,0	3,8	3,9	0,3	4,3	4,0	4,2	0,1	5,6	5,2	5,4	0,1
Щедре носівське	3,6	3,5	3,6	0,0	4,3	4,1	4,2	0,1	5,5	5,3	5,4	0,0
$НР_{0,05}$	0,2				0,2				0,3			

Мінеральні добрива суттєво прискорюють темпи появи нових листків (табл. 6).

На фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  кількість листків на рослині була більшою в середньому на 15–20 % порівняно з контролем. Фон  $N_{30}P_{90}K_{90}$  є найбільш продуктивним, забезпечуючи формування 9,0–9,3 листків на рослину. Це на 30–35 % більше, ніж

на ділянках без добрив. Велика кількість листків восени сприяє кращому накопиченню цукрів у вузлах кушіння. Сорт Божич продемонстрував найвищу чутливість до цієї дози добрив, випередивши контроль на 1,2 листка (при  $НР_{0,05} = 0,2$ ). Це свідчить про високу енергію росту сорту за помірного живлення. Щедре носівське забезпечило

найкращі результати на бездобривному фоні (7,0 листків), що вказує на його вищу здатність до засвоєння поживних речовин із ґрунту порівняно з іншими сортами. Пудік поступився конкурентам за кількістю листків на всіх варіантах живлення.

Різниця між сортами була максимально вираженою та достовірною на фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , де перевага сорту Божич над Пудіком (1,2) значно перевищує поріг  $HP_{0,05} = 0,2$ .

**Таблиця 6. Кількість листків на рослині сортів тритикале озимого на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2024, 2025 рр.), шт**

Сорт	Норма внесення мінеральних добрив, д. р. за роками											
	без добрив (контроль)				$N_{30}P_{60}K_{60}$				$N_{30}P_{90}K_{90}$			
	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю
Пудік (контроль)	6,8	6,5	6,7	-	7,9	7,4	7,7	-	9,3	8,6	9,0	-
Божич	7,0	6,6	6,8	0,1	9,2	8,6	8,9	1,2	9,7	8,9	9,3	0,3
Щедре носівське	7,2	6,8	7,0	0,3	8,4	7,9	8,2	0,5	9,5	8,7	9,1	0,1
$HP_{0,05}$	0,5				0,3				0,2			

На вищому фоні ( $N_{30}P_{90}K_{90}$ ) різниця між Божичем та Щедре носівське (9,3 проти 9,1) є статистично несуттєвою, проте обидва сорти достовірно переважали сорт Пудік (9,0).

У 2024 р. рослини сформували в середньому на 0,4–0,8 листка більше, ніж у 2025-му. Це підтверджує попередні висновки про більш сприятливі умови осінньої вегетації у першому році дослідження.

Рівень живлення є ключовим регулятором висоти рослин в осінній період (табл. 7). Внесення мінеральних добрив стимулювало ріст рослин у висоту на 10–18 % на фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та на 25,0–28,0 % –  $N_{30}P_{90}K_{90}$  до контролю (без добрив). Така висота перед зимівлею зазвичай свідчить про

добрий розвиток, але потребує контролю, щоб уникнути переростання.

Різниця між сортами Божич та Пудік є достовірною на всіх фонах живлення, оскільки перевищує граничні значення  $HP_{0,05} = 0,2–0,6$ , між сортами Божич та Щедре носівське на високому фоні становить лише 0,2 см, що є неістотним (менше за  $HP_{0,05} = 0,3$  для середнього значення), тобто ці сорти за інтенсивного живлення ростуть однаково активно.

У 2024 р. висота рослин була стабільно більшою (в середньому на 1,0–1,5 см), ніж у 2025 р. Це підтверджує тенденцію, виявлену в попередніх таблицях: погодні умови осені 2024 р. сприяли швидшому розвитку вегетативної маси.

**Таблиця 7. Висота рослини сортів тритикале (озимого) на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2024, 2025 рр.), см**

Сорт	Норма внесення мінеральних добрив, д. р. за роками											
	без добрив (контроль)				$N_{30}P_{60}K_{60}$				$N_{30}P_{90}K_{90}$			
	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю	2024	2025	середнє	± до контролю
Пудік (контроль)	20,3	19,4	19,9	-	23,0	21,3	22,2	-	25,9	24,2	25,1	-
Божич	20,9	19,7	20,3	0,4	24,8	22,9	23,9	1,7	26,5	25,3	25,9	0,8
Щедре носівське	20,8	19,5	20,2	0,3	23,7	22,0	22,9	0,7	26,1	25,2	25,7	0,6
$HP_{0,05}$	0,2				0,6				0,3			

Рівень мінерального живлення радикально змінює біохімічний склад рослин. Сприятливі погодні умови осінніх місяців та достатня кількість діб осінньої вегетації (54–57) забезпечили накопичення оптимальної кількості цукрів у вузлах кушіння сортів тритикале (озимого) (рис. 2). На

контрольному варіанті без внесення добрив показник у 2024 р. становив 22,2–22,6 %, а у 2025 р. був дещо нижчим – 21,5–21,9 %, середній показник – 21,9–22,2 %. Зміна переходу метаболізму від ростових процесів до адаптивних за фону мінерального живлення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  сприяла вищому

рівню їх вмісту порівняно з контролем (без добрив) 25,0–25,4 % (або на 14–15 %). Найкращі результати демонструє норма внесення  $N_{30}P_{90}K_{90}$ , за якої накопичення цукрів зростає до 28,0–28,4 %, що на 26–30 % вище за контроль. Оптимальне співвідношення (1:1) фосфору і калію на фоні

помірного азотного живлення, за вищої норми  $N_{30}P_{90}K_{90}$  добрив, змішувало обмін речовин у бік синтезу та акумуляції, а не росту. Порівняно з контролем (без добрив) даний показник був вищим на 3,1–3,2 %, а з меншою нормою фосфорно-калійних  $P_{60}K_{60}$  на 2,6–3,4 %.

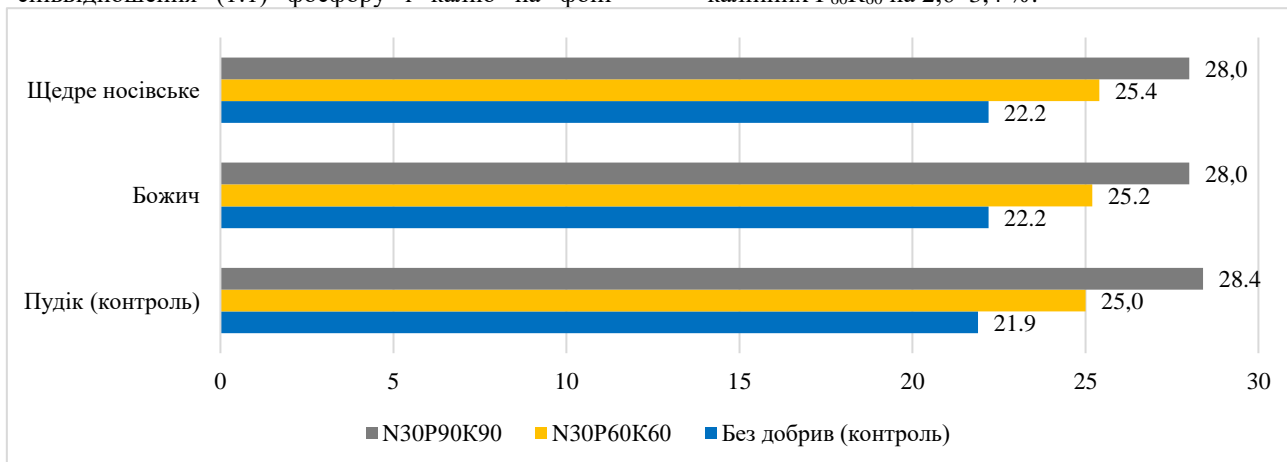


Рис. 2. Вміст цукрів у вузлах кушіння сортів тритикале (озимого) на час припинення осінньої вегетації залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2024, 2025 рр.), %

2024 р. виявився стабільно кращим для накопичення цукрів (на 0,7–1,8 % вище, ніж у 2025 р.). Сорти Божич та Щедре носівське мали незначну перевагу над Пудіком (+0,2–0,4 %), проте ця різниця знаходиться на межі або нижче за показник  $HP_{0,05}$  (0,3–0,4), що свідчить про їхню відносну рівноцінність. Спостерігається тенденція – сорт Пудік (контроль) накопичив найбільшу кількість цукрів (28,4 %), тоді як Божич та Щедре носівське показали дещо нижчі результати (на 0,4 % менше). Хоча ця різниця (0,4) лежить в межах похибки ( $HP_{0,05} = 0,5$ ), це вказує на те, що сорт Пудік краще трансформує інтенсивне живлення у накопичення енергетичних резервів, а не лише у ріст біомаси. Це вказує на високі адаптивні властивості

досліджуваних сортів до конкретних умов вирощування.

Зимові місяці 2024–2025 рр. характеризувалися підвищеним температурним режимом та меншою кількістю опадів порівняно з середньобаторічними даними. У 2025–2026 рр. зниження до мінусових ( $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) температур у лютому, за снігового покриву та кірки, не вплинуло на суттєве вимерзання рослин сортів тритикале (озимого). Відновлення осінньої вегетації зафіксовано у першій декаді березня, за оптимальних термінів – перша декада квітня. За таких погодних умов середній показник перезимівлі рослин на контролі (без добрив) становила 86,2–88,0 % (рис. 3).

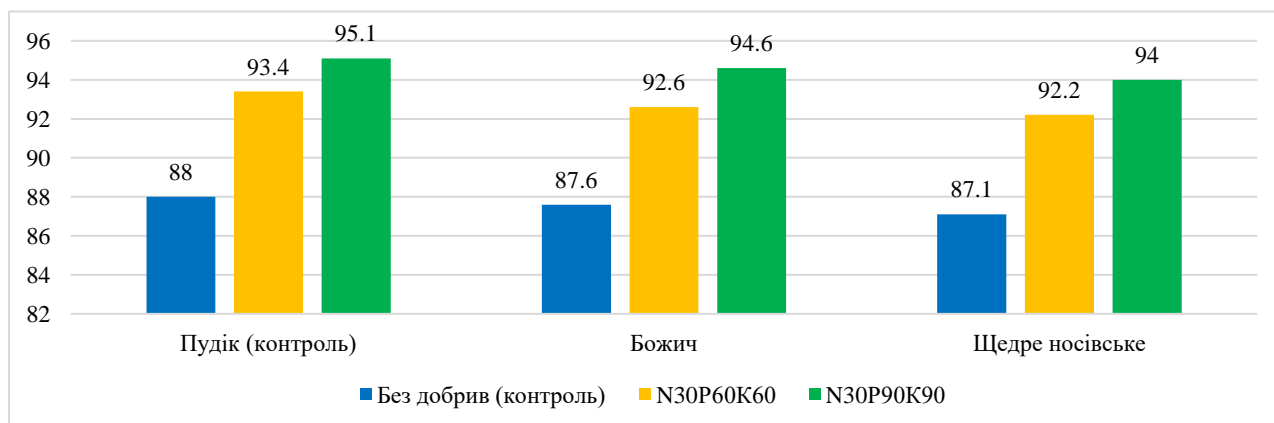


Рис. 3. Перезимівля рослин сортів тритикале (озимого) (середнє за 2025, 2026 рр.), %

Внесення мінеральних добрив суттєво підвищувало стійкість рослин до зимових умов. Найвищі показники перезимівлі (94,0–95,1 %) зафіксовані на варіанті  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . Сорт Пудік

(контроль) виявився найбільш зимостійким у всіх варіантах живлення. Його середній показник перезимівлі коливався від 88,0 % (без добрив) до 95,1 % (максимальне живлення). Сорти: Божич та



Щедре носівське дещо поступалися стандарту. Різниця з контролем (без добрив) становила 1,2–1,8 %, а при внесенні добрив скорочується до 0,5–1,1 %.

Більш сприятливим для перезимівлі рослин сортів тритикале озимого був 2025 р., ніж 2026 р.,

### Висновки

Успішне формування посівів тритикале (озимого) залежить від гідротермічного режиму в період «сівба-сходи». Оптимальне поєднання температури (15,9 °C) та вологості (36,4 мм) у 2024 р. забезпечило появу сходів на 9-ту добу, тоді як дефіцит тепла та вологи у 2025 р. затримав цей процес до 11 діб. Враховуючи, що втрата навіть 1,0 % схожості знижує врожайність на 1,0–1,5 %, дотримання агротехнічних термінів та температурних меж ( $16 \pm 2$  °C для сходів) є фундаментом ефективного виробництва.

Польова схожість насіння тритикале (озимого) прямо залежить від гідротермічних умов та системи живлення. Найкращі результати (95,1–95,6 %) досягаються за оптимальних вологозапасів (36,4 мм) та температури (15,9 °C) на фоні внесення добрив  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . Зниження вологості у 2024 р. призвело до падіння схожості на контролі до 85,2–85,5 %, проте мінеральні добрива частково нівелювали цей негативний вплив, підвищуючи показник до 89,9 %.

Осінній період росту тритикале (озимого) у 2024–2025 рр. характеризувався підвищеним температурним фоном (на 70–86 °C вище норми) та суттєвим дефіцитом опадів (64,7–109,4 мм при нормі 145,0 мм). Попри посушливі умови, тривалість осінньої вегетації склала 54–57 діб, що дозволило рослинам сформувати необхідні структурні елементи перед зимівлею.

Мінеральні добрива впливали на розвиток вегетативної маси тритикале (озимого), збільшуючи її на 41–63 % порівняно з контролем, причому сорт виявив високу чутливість до підвищених доз фосфору та калію. Сорт Божич за інтенсивністю росту, статистично значуще перевершивши стандарт (Пудік) на 0,12–0,19 г. Погодні умови 2024 р. виявилися сприятливішими, забезпечивши на 10–15 % вищу масу рослин перед зимівлею порівняно з 2025 р.

Внесення добрив є критичним фактором розвитку кореневої системи тритикале (озимого), що збільшувало її масу на 85–90 % при застосуванні норми  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . Сорт Божич виявився найбільш адаптованим до низького агрофону, суттєво перевершуючи контроль на бідних ґрунтах. Однак на високому фоні живлення показники всіх досліджуваних сортів вирівнялись, формуючи однаково потужну кореневу систему (1,46–1,50 г). Розвиток підземної частини рослин продемонстрував вищу стабільність до несприятливих умов 2025 р. порівняно з вегетативною масою.

де спостерігається зниження показників у середньому на 1,5–2,0 %. Оскільки різниця між сортами (0,5–1,8 %) перевищувала показник  $NP_{0,05}$  (0,3–0,5), результати є статистично достовірними.

Мінеральні добрива виступали ключовим стимулятором кушіння тритикале (озимого), підвищуючи кількість пагонів на 50–52 % (до 5,4–5,5 шт.) при застосуванні  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . Сорт Божич виявив найвищу пристосованість до малородючих ґрунтів, достовірно перевищивши показники стандарту на фоні без внесення добрив. Водночас за умов інтенсивної технології вирощування генетичний потенціал усіх досліджуваних сортів нівелювався, що зумовило їх статистичну рівнозначність. Більш сприятливі погодні умови 2024 р. сприяли формуванню на 0,2–0,4 пагона більше порівняно з 2025 р., що прямо пов'язано із загальною біомасою рослин.

За фону мінерального живлення  $N_{30}P_{90}K_{90}$  спостерігали суттєве стимулювання розвитку листового апарату, підвищуючи кількість листків на 30–35 % (до 9,0–9,3 шт.), що важливо для накопичення цукрів перед зимівлею. Сорт Божич виявив найвищу енергію росту за помірного живлення, а Щедре носівське – найкращу здатність засвоювати ресурси на бездобривному фоні. Сприятливіші умови 2024 р. забезпечили формування на 0,4–0,8 листка більше, ніж у 2025 р., що підтверджує вищу продуктивність осінньої вегетації першого року досліджень.

Рівень мінерального живлення виступає ключовим регулятором лінійного росту тритикале (озимого), збільшуючи висоту рослин на 25–28 % при застосуванні норми добрив  $N_{30}P_{90}K_{90}$ . За найвищого рівня живлення сорти Божич і Щедре носівське характеризувалися однаково інтенсивним ростом та достовірно переважали стандарт (Пудік). Сприятливіший гідротермічний режим 2024 р. забезпечив формування рослин більшої висоти (на 1,0–1,5 см) порівняно з 2025 р., що засвідчує загальну тенденцію інтенсивнішого розвитку вегетативної маси у перший рік досліджень.

Сприятливі погодні умови та мінеральні добрива були визначальними факторами накопичення цукрів у вузлах кушіння. Порівняно з контролем (без добрив) за норми внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  вміст цукрів у вузлах кушіння був вищим на 3,5–4,0 %, а за  $N_{30}P_{90}K_{90}$  – на 5,8–6,5 %. Сорт Пудік вирізнявся найвищою здатністю перетворювати внесені добрива на захисні сполуки. Умови 2024 р. були більш сприятливими для накопичення цукрів (на 0,7–1,8 % більше, ніж у 2025 р.), що в поєднанні з тривалішим періодом вегетації (54–57 діб) забезпечило формування високого адаптивного потенціалу всіх

досліджуваних сортів перед перезимівлею.

Незважаючи на лютевні зниження температури до  $-16^{\circ}\text{C}$  та утворення льодової кірки у 2026 р., досліджувані сорти виявили високу адаптивність до умов вирощування в даній ґрунтово-кліматичній зоні. Ключову роль у їх збереженні відіграло мінеральне живлення, яке

#### Список використаної літератури

Kharchenko, M. V. (2016). Adaptivnist sortiv trytykale ozymoho v umovakh Lisostepu Ukrainy [Adaptability of winter triticale varieties in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Myronivskiy visnyk*, 2, 129–140 (in Ukrainian). <https://mv-mip.com.ua/images/2016/Vipysk2/9.pdf>

Kyrylchuk, A. M., Ivanytska, A. P., Bezprozvana, I. V., Chukhlieb, S. L., Liashenko S. O. (2024). Otsinka adaptivnoi zdatnosti sortiv trytykale ozymoho v umovakh Lisostepu ta Polissia Ukrainy [Assessment of the adaptive capacity of winter triticale varieties in the conditions of the Forest-Steppe and Polissya of Ukraine]. *Podilskiy visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 43, 49–54 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.7>

Levchenko, O. S., Holyk, L. M., Shtakal, M. I., & Berezovskyi, O. V. (2023). Stvorennia sortiv trytykale ozymoho riznogo tsilovoho pryznachennia [Creation of winter triticale varieties for various purposes]. *Visnyk ahraryi nauky*, 12 (849), 58–63 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-08>

Liubych, V. V., & Stratutsa, Ya. S. (2025). Urozhainist ta yakist zerna trytykale ozymoho za riznykh vydiv i doz dobryv [Yield and grain quality of winter triticale under different types and rates of fertilizers]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu*, 106, 1, 544–553 (in Ukrainian). DOI: [10.32782/2415-8240-2025-106-1-544-553](https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-106-1-544-553)

Moskalets, T. Z., Vasylykivskiy, S. P., Morhun, B. V., Moskalets, V. I., Moskalets, V. V., & Rybalchenko, V. K. (2016). New genotypes and technological indicators of winter triticale. *Biotechnologia Acta*, 9, 1, 79–86 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech9.01.079>

Moskalets, V. V., Moskalets, T. Z., Hrynyk, I. V., Moskalets, V. I., & Buniak, N. M. (2019). Ahroekologichni ta selektsiini kharakterystyky novoho henetychnoho riznomanittia ozymoho trytykale ekotyphu Polissia-Lisostep [Agroecological and breeding characteristics of the new genetic diversity of winter triticale of the Woodlands-Forest-Step ecotype]. *Selektsiia ta nasinnnytstvo*, 115, 124–136 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172795>

Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., Mazur, V. A., Palamarchuk, O. D. (2017). Novitni ahrotekhnolohii u roslynnytstvi [The latest agricultural technologies in crop production] :

забезпечило максимальний рівень перезимівлі (94,0–95,1 %). Сорт Пудік підтвердив свій статус стандарту, продемонструвавши найвищу зимостійкість (до 95,1 %), тоді як сорти Божич і Щедре носівське дещо, але статистично достовірно, поступалися йому на 0,5–1,8 %.

pidruchnyk. Vinnytsia : VNAU, 602 s. (in Ukrainian). <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/13118.pdf>

Palamarchuk, V. D. (2022). Systema suchasnykh intensyvnykh tekhnolohii [System of modern intensive technologies]. Navchalna prohrama z dystsypliny dlia pidhotovky zdobuvachiv vyshchoi osvity fakultetu ahronomii ta lisivnytstva dennoi ta zaochnoi formy navchannia haluzi znan 20 «Ahraryi nauky ta prodovolstvo» spetsialnosti 201 «Ahronomiia» druhoho (mahisterskoho) osvitnoho rivnia. Vinnytsia : RVV VNAU, 32 p. (in Ukrainian). <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/30737.pdf>

Pykalo, C. V., Voloshchuk, S. I., Voloshchuk, H. D. (2015). Reheneratsiia roslyn trytykale ozymoho v kulturi riznykh typiv eksplantiv [Regeneration of winter triticale plants in the culture of different types of explants]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahraryi universytetu. Serii: Biolohiia*, 1(34), 71–79 (in Ukrainian). [https://vbio.knau.kharkov.ua/uploads/visn\\_biology/2015/1\\_34/2015.01.071-079.Pykalo\\_et\\_al.pdf](https://vbio.knau.kharkov.ua/uploads/visn_biology/2015/1_34/2015.01.071-079.Pykalo_et_al.pdf)

Randhawa H. S., Bona L., Graf R. J. (2015). Triticale breeding – progress and prospect. *Triticale. Agriculture and Agri-Food, Canada Lethbridge, AB Canada*, 15–32. (in Canada). DOI: [10.1007/978-3-319-22551-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7_2)

Storozhuk, Yu. V. (2025). Aktyvnist fotosyntetychnoho aparatu ta produktyvnist ozymoho trytykale za obrobky po tekhnolohii DR HRIN [Photosynthetic apparatus activity and productivity of winter triticale treated with DR GREEN technology]. *Ahraryi innovatsii*, 29, 139–144 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.23>

Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., & Kovalchuk, O. I. (2017a). Sortovi resursy yak chynnyk zbilshennia obsiahiv vyrobnytstva vysokoiakisnoho nasinnia trytykale ozymoho [Varietal resources as a factor in increasing the production of high-quality winter triticale seeds]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 4, 53–58 (in Ukrainian). [http://natureus.org.ua/repec/archive/4\\_2017/10.pdf](http://natureus.org.ua/repec/archive/4_2017/10.pdf)

Voloshchuk, O. P., & Kovalchuk, O. I. (2017b). Produktyvnist sortiv riznogo ekolohichnoho typu trytykale ozymoho za vyroshchuvannia v zoni Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of winter triticale varieties of different ecological types when grown in the Western Forest-Steppe zone of

Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 62, 17–30 (in Ukrainian).

Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., & Kovalchuk, O. I. (2018). Enzymo-mikozne vysnazhennia zerna yak odna z prychnyn znyzhennia posivnykh yakosteï nasinnia trytykale ozymoho v zoni Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Enzymo-mycosis depletion of grain as one of the reasons for the decrease in sowing qualities of winter triticale seeds in the Western Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 1, 55–61 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2018.276474>

Yehupova, T. V., Romaniuk, P. V. (2020). Suchasni tekhnolohii vyroshchuvannia trytykale ozymoho v Pravoberezhnomu Lisostepu [Modern technologies for growing winter triticale in the Right-Bank Forest-Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 7 (808), 31–37 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-04>

Yakymchuk, R. A., Shchipak, G. V., Shchipak, V. G., Matviets, V. G., Matviets, N. M., & Wos, H.

(2022). Seleksiia trytykale z vysokoïu produktyvnistiu ta pokrashchenoiu yakistiu zerna [Breeding triticale with high productivity and improved grain quality]. *Nauka ta innovatsii*, 18, 6, 113–126 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15407/scine18.06.113>

Zaiets, S. O., Fundyrat, K. S. (2019). Osinnii period rostu ta rozvytku roslyn i formuvannia nasinniovoi produktyvnosti sortiv ozymoho trytykale (*Triticosecale* Witt.) v umovakh zroshennia [Autumn period of plant growth and development and formation of seed productivity of winter triticale varieties (*Triticosecale* Witt.) under irrigated conditions.]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 2(78), 1-12 p. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.005>

Zakharchuk, O., Vyshnevetska, O., & Ionitsoi, Ye. (2022). Seed Production of Winter Cereals – the Basis of National Selection and the Task of Ukrainian Breeding Science in 2022. *Ekonomika APK*, 29(2), 10–19 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202202010>

#### FORMATION OF THE ADAPTIVE POTENTIAL OF TRITICALE (WINTER) VARIETIES UNDER THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS AND NORMS OF MINERAL FERTILIZERS

Oleksandra VOLOSHCHUK, ORCID: 0000-0002-2509-9452

Ihor BUTLYAR, ORCID: 0009-0009-9824-0435

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS

Global climatic transformations of recent decades, accompanied by sharp fluctuations in agrometeorological indicators, oblige producers to search for varieties with a high level of ecological plasticity and stability of the realization of genetic potential. It should be noted that in world practice there are no universal varieties capable of demonstrating the same results under different types of soils, fertility levels or agrotechnical models, since the microclimatic and technological conditions of each individual farm are specific. The article presents an assessment of the adaptive potential of triticale (winter) varieties created by various scientific institutions in the conditions of soil and climatic features of the Western Forest-Steppe. It was found that the formation of crops largely depended on hydrothermal conditions: under the optimal regime in 2024 (average daily temperature 15.9 °C and 36.4 mm of precipitation), shoots appeared on the 9-th day, and field germination reached a maximum (95.1–95.6 %) with the application of N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

Mineral nutrition was a key factor in activating autumn growth, providing an increase in biomass by 41–63 %, the development of the root system by 85–90 %, as well as an increase in the number of shoots and leaves by 30–52 %. More favorable weather conditions in 2024 contributed to the formation of plants that were 10–15% more powerful than in 2025. The Bozhych variety was characterized by high adaptability to a reduced agronomic background and a more intensive growth of vegetative mass. At the same time, under conditions of increased mineral nutrition (N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>), the morphological indicators of all studied varieties were leveled, which indicates the full realization of their genetic potential under intensive cultivation technology.

Optimization of the nutrition system contributed to the maximum accumulation of sugars (by 5.8–6.5 % more compared to the control without fertilizers) and provided the highest level of plant overwintering (94.0–95.1 %). The Pudik variety confirmed its role as a standard, demonstrating the highest ability to accumulate protective substances and winter hardiness, statistically exceeding other varieties by 0.5–1.8 %.

**Keywords:** triticale (winter), variety, mineral fertilizers, meteorological factors, field germination of seeds, morphological indicators, sugar content, plant overwintering.

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

Отримано: 19.3.2026

Погоджено до друку: 20.4.2026

Опубліковано: 30.6.2026