

УДК 631.811.98:633.11.(477.7)

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-81>

С.О. Іванов, аспірант кафедри рослинництва
А.О. Рожков, д-р с.-г. наук, професор
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН І БІОЛОГІЧНА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВПЛИВУ МОРФОРЕГУЛЯТОРІВ НА РІЗНИХ ФОНАХ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Висвітлено результати дворічних досліджень щодо впливу морфорегуляторів у сполученні з різними фонами мінерального живлення на формування продуктивності рослин та біологічну врожайність зерна пшениці озимої.

Встановлено можливість формування вищих елементів продуктивності рослин, а також істотного підвищення біологічної врожайності зерна пшениці озимої за рахунок застосування морфорегуляторів на різних фонах живлення.

Найбільша кількість рослин і бічних продуктивних стебел пшениці озимої – 329 шт. і 276 шт. відповідно, була відмічена в 2025 р. у варіанті обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП на фоні внесення найбільшої дози азоту (N_{65}) під час 22-23-ї мікрофази за класифікацією ВВСН. Фактично такі самі показники – 327 рослин і 278 бічних продуктивних стебел відмічені у варіанті внесення цього морфорегулятора на фоні меншої дози азоту – N_{50} .

Найбільших змін кількість рослин пшениці перед збиранням зазнавала за впливу досліджуваних варіантів системи живлення, тоді як кількість бічних продуктивних стебел – за впливу погодних умов. Так, діапазон розбіжності кількості рослин за впливу морфорегуляторів і погодних умов становив – 2,8 % і 4,1 % відповідно, тоді як за впливу системи живлення – 7,1 %. Діапазон розбіжності кількості бічних продуктивних стебел за впливу морфорегуляторів і фону живлення становив 5,9 і 11,4 %, тоді як за впливу погодних умов – 34,2 %.

Найбільша кількість і маса зерна з колоса головної та бічної системи стебел формувалася на варіантах обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП на фоні підживлення посівів азотом під час 22-23-ї мікрофази за дозі N_{50} . Збільшення дози азоту до N_{65} не забезпечило істотного підвищення цих показників.

Найбільших змін за впливу досліджуваних технологічних факторів зазнавала біологічна врожайність зерна оскільки кращі їх варіанти забезпечували як формування вищих елементів продуктивності, так і більшу густоту продуктивного стеблостою перед збиранням врожаю. Серед досліджуваних морфорегуляторів, як з точки зору впливу на елементи продуктивності рослин, так і з точки зору впливу на біологічну врожайність зерна головної і бічної системи стебел пшениці озимої, кращим був двокомпонентний продукт Медакс ТОП. Посіви оброблені цим препаратом формували істотно вищу біологічну врожайність зерна обох систем стебел в погодних умовах обох років на всіх досліджуваних фонах мінерального живлення.

Найвища загальна біологічна врожайність зерна пшениці озимої була у варіанті обробки посівів під час 31-ї мікрофази за класифікацією ВВСН морфорегулятором Медакс ТОП на фоні найбільшої дози внесення азоту (N_{65}) під час 22-23-ї мікрофази – 5,06 т/га у 2024 р., і 6,87 т/га – у 2025 р. Разом з тим, фактично такі ж показники отримано за внесення N_{50} – 5,01 і 6,78 т/га відповідно. Тож, враховуючи відсутність істотної різниці за біологічною врожайністю зерна між цими варіантами, підвищувати дозу азоту від 50 до 65 кг/га не доцільно.

Істотної різниці за показниками загальної біологічної врожайності зерна між варіантами обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП і сумішшю продуктів Моддус Стар і Ретацел 720 не встановлено проте, перевагу слід віддавати внесенню морфорегулятора Медакс ТОП оскільки по-перше – біологічна врожайність за його застосування була хоч і неістотно, але вищою, по-друге – спрощується технологічний процес обприскування оскільки вноситься лише один продукт, по-третє – у морфорегулятора Медакс ТОП ширший температурний діапазон ефективної роботи.

Ключові слова: пшениця озима, добрива, морфорегулятор, система живлення, елементи продуктивності, густина рослин, біологічна врожайність

Постановка проблеми. Пшениця озима є найпоширенішою зерновою культурою як в Україні, так і у світі. У структурі посівних площ зернових культур у нашій країні її частка складає біля 45 % [1].

Останніми роками в Україні відмічається поступове підвищення врожайності зерна пшениці озимої проте, все одно біологічний потенціал зернової продуктивності цієї культури розкривається далеко не повністю. Достатньо порівняти середні врожаї зерна пшениці озимої як отримують в Україні з показниками провідних аграрних країн ЄС.

Поряд з вирощуванням сучасних високопродуктивних сортів, важливим джерелом підвищення реалізації біологічного потенціалу продуктивності посівів пшениці озимої є удосконалення системи живлення, а також поширення використання продуктів, що забезпечують регуляцію ростових процесів спрямовану на формування вищої продуктивності рослин, врожайності та якості зерна [2].

Виробники морфорегуляторів відмічають їх корисні властивості, які забезпечують покращення росту та розвитку рослин, підвищують здатність рослин поглинати і переміщувати поживні речовини, посилюють механічну стійкість рослин, уповільнюють ріст стебел завдяки чому ефективно вирішується проблема переростання рослин при внесенні підвищених доз азотних добрив [1].

Разом з тим, ефективність та практичне застосування сполучень різних агрохімікатів, зокрема різних форм мінеральних добрив і морфорегуляторів, і досі залишаються недостатньо вивченими. До того ж, на ринку систематично з'являються нові види та формуляції добрив і морфорегуляторів, у виробництво впроваджуються нові сорти пшениці озимої, які відрізняються за морфо-біотипом, а отже, – можуть порізно реагувати на елементи технології вирощування, зокрема систему живлення та регуляцію росту рослин. Крім того, змінюються погодні умови вирощування, зокрема відмічається поступове підвищення температурних показників і зниження кількості опадів. Всі ці фактори вказують на доцільність проведення досліджень з метою більш ефективного використання мінеральних добрив і морфорегуляторів у різних регіонах вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сільське господарство було і залишається головним рушієм економічного розвитку України та важливим джерелом надходжень іноземної валюти [3]. Однією з найбільш важливих продукольчих і експортних культур України є пшениця озима [4]. Вона цінується завдяки високим поживним і смаковим характеристикам, а також за вищу врожайність зерна порівняно з іншими зерновими колосовими культурами [5]. Пшеницю озиму вирощують в усіх регіонах України при цьому, найпоширенішою вона є в лісостеповій зоні, яка характеризується більш сприятливими для неї ґрунтовими та погодними умовами [6].

Отримання високих і сталих урожаїв зерна пшениці озимої можливе лише за умови збалансованої системи живлення, захисту, стимуляції і регуляції росту рослин, які дозволяють більш ефективно розкривати біологічний потенціал продуктивності рослин, захищати їх від негативного впливу абіотичних і біотичних факторів [7–10].

Як відмічає D. Nsengiyumva й ін. [11], висока ефективність сучасних морфорегуляторів обумовлена високою ефективністю їх активної основи, завдяки чому пришвидшується наростання зеленої маси та кореневої системи. Науковці Z. Garban [12] та V. Kryzhanovskiy [13] додають, що активізація росту коренів забезпечує більш ефективне використання елементів мінерального живлення, а отже, – сприяє більш повній реалізації біологічного потенціалу продуктивності посівів. Дослідник R. Vabu й ін. [14] підкреслюють, що крім власне підвищення врожайності зерна, морфорегулятори скорочують час дозрівання, зменшують вміст нітратів і важких металів у рослинах, знижують втрати під час збирання, транспортування та зберігання врожаю.

У сучасних технологіях вирощування колосових культур важливою складовою є протидія виляганню посівів, яка призводить як до значного зниження врожайності, так і погіршення якості зерна [15]. Інтенсифікація технології вирощування передбачає застосування підвищених доз азотних добрив, що забезпечує більш повне розкриття потенціалу продуктивності високопродуктивних сортів [16] проте, – приводить до витягування стебел у результаті чого їх механічна міцність слабшає і зростає загроза вилягання посівів [17].

У результаті вилягання знижується фотосинтетична активність, створюється сприятливе середовище для розвитку хвороб [18, 19]. В окремих випадках втрати врожаю від вилягання сягають до 80 % [20].

Найбільш дієвим рішенням проблеми вилягання колосових культур є застосування морфорегуляторів, однією з функцій яких є гальмування росту стебел рослин у результаті інгібування синтезу ауксинів, гіберелінів або активації синтезу етилену [21].

У результаті вкорочення висоти рослин морфорегулятори оптимізують архітектуру рослин через що посіви більш повноцінно використовують екологічні ресурси [22]. Ця особливість прояву активності морфорегуляторів може посилюватися за одночасного їх застосування з позакореневим внесенням добрив [15].

Активною основою більшості сучасних морфорегуляторів ретардантної дії є онієві сполуки (хлормекватхлорид, мепікватхлорид та ін.) та похідні ацилциклогексадіонів (тринексапак-етил, дамінозид, прогексадіон-Са), які уповільнюють синтез гіберелінів. Сполуки четвертинного амонію – хлормекватхлорид і мепікватхлорид є інгібіторами ранніх стадій біосинтезу гіберелінів, тоді як тринексапак-етил і прогексадіон-Са блокують пізніші його стадії [15]. Найширше вікно для застосування мають морфорегулятори на основі ацилциклогексадіонів – від початку кушіння до початку генеративного періоду, в тому числі в умовах дефіциту вологи.

Незважаючи на великі перспективи застосування морфорегуляторів у технологіях вирощування колосових культур, досліджень у цьому напрямі проведено недостатньо. Зокрема, відсутні дані щодо порівняння ефективності морфорегуляторів з різною активною основою на різних фонах мінерального живлення при вирощуванні пшениці озимої в мінливих погодних умовах східного Лісостепу України.

Необхідність встановлення оптимальних параметрів застосування морфорегуляторів також зумовлена особливостями морфо-біотипу вирощуваних сортів пшениці озимої, які можуть по різному на них реагувати. Саме тому, доцільною є розробка рекомендацій щодо застосування морфорегуляторів для конкретних груп сортів з близьким морфо-біотипом. Крім того доведено, що ефективність їх застосування відмічається навіть на стійких до вилягання – низькорослих сортах пшениці озимої, що обумовлено позитивним впливом цих препаратів на підвищення кількості продуктивних колосків у колосі, озерненості колосків і кількості продуктивних стебел [2].

Виходячи з цього, *метою роботи* було визначення та порівняння ефективності сучасних морфорегуляторів з різною основою у сполученні з різними фонами мінерального живлення на формування елементів продуктивності рослин і біологічну врожайність зерна пшениці озимої в умовах східного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в 2024 і 2025 рр. на базі зерно-просапної сівозміни кафедри рослинництва Державного біотехнологічного університету. Ефективність застосування морфорегуляторів у сполученні з різними фонами мінерального живлення вивчали на поширеному у виробництві, середньостиглому сорті пшениці м'якої озимої інтенсивного типу – Богдана.

Технологія вирощування пшениці озимої за виключенням поставлених на вивчення питань, була загальноприйнятою для району досліджень. Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині залягання насіння (4–6 см) – 12–14 °С. Норма висіву насіння була рекомендованою для цього сорту – 5,0 млн. шт./га. Сівбу проводили рядковим способом з міжряддями 15 см. Перед сівбою насіння обробляли фунгіцидним протруювачем Антал у нормі – 0,3 л/т. Одночасно с сівбою вносили комплексне добриво МАКРОСТАР- $N_9P_{20}K_{12}$ у дозі 150 кг/га, що еквівалентно внесенню – $N_{15}P_{30}K_{20}$.

Весною, після настання фізичної стиглості ґрунту під час 22-23-ї мікрофази за шкалою ВВСН, відповідно до програми досліджень, вносили карбамід з розрахунку – N_{35} , N_{50} і N_{65} . Наприкінці фази кушіння, для знищення дводольних однорічних бур'янів посіви обприскували гербіцидом Дербі в рекомендованій дозі – 60 г/га.

Проти листкових хвороб і шкідників у фазі прапорцевого листка (37-ма мікрофаза за класифікацією ВВСН) посіви обприскували баковим розчином фунгіциду Фенікс Дуо (0,5 л/га) та інсектициду Юні-КС (1,0 л/га). На всіх варіантах досліду, крім контролю, до робочого розчину засобів захисту рослин додавали карбамід у дозі 22 кг/га (N_{10}). На початку фази цвітіння проти хвороб колосу посіви обприскували трикомпонентним фунгіцидом Солігор у дозі 1,0 л/га.

Двохфакторний дослід закладали методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях одним ярусом. Ділянками першого порядку були чотири фони мінерального живлення: 1 – контроль; 2 – припосівне внесення $N_{15}P_{30}K_{20}$ (150 кг/га комплексного добрива МАКРОСТАР- $N_9P_{20}K_{12}$) + підживлення після настання фізичної стиглості ґрунту (22- 23-тя мікрофаза) карбамідом у розрахунку N_{35} + позакореневе підживлення карбамідом у дозі 22 кг/га (N_{10}) під час 37-ї мікрофази; 3 і 4 – те саме, що і другий варіант, але доза внесення карбаміду під час 22- 23-ї мікрофази збільшена до 108 і 141 кг/га (N_{50} і N_{65}) відповідно. Ділянками другого порядку виступали п'ять варіантів обробки посівів морфорегуляторами ретардантної дії під час 31-ї мікрофази за класифікацією ВВСН: I – контроль (без внесення морфорегуляторів); II – Моддус Стар (0,3 л/га); III – Ретацел 720 (1,5 л/га); IV – Медакс ТОП(0,7 л/га); V – суміш Моддус Стар (0,2 л/га) + Ретацел 720 (1,0 л/га). Площа посівної ділянки досліду становила 37,5 м², облікової – 30 м².

За температурним режимом, кількістю опадів і їх розподілом погодні умови під час вегетації посівів пшениці озимої сильно розрізнялися, що звісно відобразилося на рості, розвитку, формувальні елементів продуктивності рослин та біологічній врожайності зерна.

За температурними показниками, кількістю опадів і їх розподілом погодні умови 2024–2025 рр., були близькими до показників кліматичної норми. Весняно-літній період вирощування пшениці озимої у 2024 р. відбувався у край важких погодних умовах.

Зокрема, з кінця квітня до збирання врожаю не було жодного дощу. Негативна дія посухи посилювалася високими температурами в другій половині червня і першій половині липня. У денні години вона нерідко сягала 35,0 °С, що негативно відобразалося на рості та розвитку рослин. Разом з тим, значні відмінності між погодними умовами в роки досліджень, дозволили більш повноцінно порівняти між собою вплив досліджуваних морфорегуляторів на різних фонах живлення та оцінити їх ефективність у роки з різними погодними умовами.

Закладання досліду, спостереження, обліки та вимірювання проводили за загальноприйнятими методиками [23]. Дисперсійний аналіз здійснювали в програмному пакеті Microsoft Excel на базі загальноприйнятих методик [24].

Результати досліджень та їх обговорення. Оскільки одним з напрямів дії морфорегуляторів, за умови внесення їх під час фази кушіння або на початку фази виходу в трубку є збільшення густоти продуктивного стеблостою, програма досліджень передбачала визначення кількості рослин та бічних продуктивних пагонів пшениці озимої перед збиранням врожаю.

Істотного впливу досліджуваних варіантів застосування морфорегуляторів на кількість рослин перед збиранням не встановлено, однак мала місце позитивна тенденція отримання більшої кількості рослин на варіантах де проводили обробку посівів морфорегуляторами.

В погодних умовах обох років, найбільша кількість рослин була у варіантах де посіви обробляли стимулятором росту Медакс ТОП. У середньому за фонами живлення, кількість рослин пшениці озимої у цьому варіанті в 2024 і 2025 рр. склала 334 і 332 шт./м², що на 10 шт./м² і 9 шт./м² або на 3,0 % і 2,9 % відповідно більше порівняно з контролем (табл. 1). При цьому, між варіантами застосування різних морфорегуляторів різниці за кількістю рослин перед збиранням фактично не було.

На відміну від густоти рослин, кількість бічних продуктивних стебел зазнавала істотних змін за впливу морфорегуляторів росту. Найбільше бічних продуктивних стебел формувалося у варіанті обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП – 199 шт. у 2024 р. і 267 шт. – у 2025 р., що на 12 і 15 шт. (6,4 і 6,0 %) відповідно більше, ніж на контрольному варіанті, за НР₀₅ – 8 і 11 шт.

Істотно більшу кількість бічних продуктивних стебел порівняно з контролем також відмічено у варіанті обробки посівів сполучення морфорегуляторів Моддус Стар і Ретацел 720. Решта варіантів за цим показником не мали переваги порівняно з контролем.

Вплив морфорегуляторів на кількість бічних продуктивних стебел пшениці озимої фактично не залежав від фону живлення. Так, у середньому за два роки досліджень, кількість бічних продуктивних стебел пшениці озимої на фоні без добрив, як і на інших фонах, у варіанті обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП була на 13 шт. більше, ніж на контролі (без внесення морфорегулятора).

1. Кількість рослин (чисельник) і бічних продуктивних стебел (знаменник) пшениці озимої за впливу морфорегуляторів у сполученні з різними варіантами системи живлення, шт./м²

Морфо-регулятор (фактор B)	Варіант системи живлення (фактор A)				Середнє
	контроль	доза внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН			
		N ₃₅	N ₅₀	N ₆₅	
2024 рік					
I*	311/173	327/189	329/193	328/193	324/187
II	321/181	328/191	336/199	336/198	330/192
III	314/176	332/194	332/196	336/200	329/192
IV	320/184	338/201	339/205	338/205	334/199
V	322/183	331/196	333/200	341/207	332/197
Середнє	318/179	331/194	334/199	336/201	330/193
НІР ₀₅ головного ефекту A – 12/7; НІР ₀₅ головного ефекту B – $F_f < F_f/8$; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 13/7; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – $F_f < F_f/9$.					
2025 рік					
I	297/235	318/256	316/256	321/262	313/252
II	297/237	320/260	324/265	322/263	316/256
III	298/244	319/261	321/261	327/268	316/259
IV	305/249	326/269	327/273	329/276	322/267
V	303/245	322/264	325/269	328/272	320/263
Середнє	300/242	321/262	323/265	325/268	317/259
НІР ₀₅ головного ефекту A – 12/9; НІР ₀₅ головного ефекту B – $F_f < F_f/11$; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 12/11; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – $F_f < F_f/13$.					
Середнє за роками					
I	304/204	323/223	323/225	325/228	319/220
II	309/209	324/226	330/232	329/231	323/225
III	306/210	326/228	327/229	332/234	323/225
IV	313/217	332/235	333/239	334/241	328/233
V	313/214	327/230	329/235	335/240	326/230
Середнє	309/211	326/228	329/232	331/235	324/226

Примітка: * – варіанти фактора B: I – контроль; II – Моддус Стар; III – Ретацел 720; IV – Медакс ТОП; V – Моддус Стар + Ретацел 720.

У цілому по досліді, найбільша кількість рослин і бічних продуктивних стебел пшениці озимої – 329 і 276 шт. відповідно, була відмічена в 2025 р. на варіанті застосування морфорегулятора Медакс ТОП на фоні внесення N_{65} під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН. Фактично такі ж показники – 327 рослин і 278 бічних продуктивних стебел відповідно, відмічені у варіанті внесення морфорегулятора Медакс ТОП на фоні меншої дози азоту – N_{50} .

Найбільших змін кількість рослин на час збирання зазнавала за впливу досліджуваних варіантів системи живлення, тоді як кількість бічних продуктивних стебел – за впливу погодних умов року. Зокрема, діапазон розбіжності кількості рослин пшениці озимої за впливу морфорегуляторів і погодних умов становив – 2,8 і 4,1 % відповідно, тоді як за впливу досліджуваних варіантів системи живлення – 7,1 %. Діапазон розбіжності показників кількості бічних продуктивних стебел за впливу морфорегуляторів і фону живлення становив 5,9 і 11,4 %, тоді як за впливу погодних умов року – 34,2 %.

Впливу досліджуваних варіантів застосування морфорегуляторів на кількість колосків у колосі не було, що пов'язано з фазою внесення препаратів. Цей елемент продуктивності закладається до початку фази виходу в трубку тож, обробка посівів морфорегуляторами під час 31-ї мікрофази за класифікацією ВВСН не може вплинути на кількість колосків у колосі, оскільки вона закладається ще в середину фази кушіння. При цьому ряд авторів стверджують про позитивний вплив морфорегуляторів на закладання більшої кількості колосків у колосі за умови їх внесення на початку фази виходу в трубку [2, 21].

Покращення живлення рослин забезпечувало закладання істотно більшої кількості колосків у колосі обох систем стебел пшениці озимої. Це закономірно, адже по-перше, – внесені восени комплексні добрива стимулювали формування більш потужної кореневої системи, що створює кращу основу для росту та розвитку рослин, по-друге – азот вносили саме під час закладання диференціації колосків у колосі, що забезпечує закладання більшої їх кількості.

У середньому за два роки найбільша кількість колосків у колосі головної і бічної системи стебел формувалася у варіанті з найбільшою дозою внесення азоту під час фази кушіння (четвертий варіант) – 13,4 і 12,0 шт. відповідно, що на 0,7 шт. більше ніж на контролі (табл. 2). Разом з тим, істотної різниці порівняно з варіантами внесення меншої дози азоту (другий і третій варіанти) не встановлено. Розбіжність за кількістю продуктивних колосків у колосі головної та бічної системи стебел пшениці озимої між досліджуваними варіантами системи живлення не перевищувала 1,5 %, що значне менше за HP_{05} .

Кількість зерен у колосі також не зазнавала істотних змін за впливу обробки посівів досліджуваними морфорегуляторами.

При цьому була відмічена позитивна тенденція формування більшої кількості зерен у колосі обох систем стебел на варіантах проведення обприскування посівів пшениці морфорегулятором Медакс ТОП. До того ж, у 2025 р. у цьому варіанті кількість зерен у колосі бічної системи стебел була істотно більшою порівняно з контролем. Зокрема, приріст показника у середньому за фонами мінерального живлення становив 0,8 зернини за НІР₀₅ – 0,7 зернини.

2. Кількість колосків у колосі головного (чисельник) та бічного (знаменник) стебел пшениці озимої за впливу морфорегуляторів у сполученні з різними варіантами системи живлення, шт.

Морфо-регулятор (фактор В)	Варіант системи живлення (фактор А)				Середнє
	контроль	доза внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН			
		N ₃₅	N ₅₀	N ₆₅	
2024 рік					
I*	12,4/10,8	12,7/11,1	12,7/11,2	12,8/11,2	12,7/11,1
II	12,3/10,8	12,7/11,1	12,7/11,3	12,8/11,2	12,6/11,1
III	12,4/10,9	12,7/11,1	12,7/11,3	12,8/11,2	12,7/11,1
IV	12,4/10,9	12,8/11,2	12,8/11,2	12,8/11,3	12,7/11,2
V	12,3/10,9	12,7/11,2	12,8/11,3	12,8/11,3	12,7/11,2
Середнє	12,4/10,9	12,7/11,1	12,7/11,3	12,8/11,2	12,7/11,1
НІР ₀₅ головного ефекту А – 0,4/0,3; НІР ₀₅ головного ефекту В – F _f < F _i ; НІР ₀₅ часткових порівнянь А – 0,4/0,4; НІР ₀₅ часткових порівнянь В – F _f < F _i .					
2025 рік					
I	12,9/11,7	13,7/12,6	13,8/12,7	13,8/12,8	13,6/12,5
II	13,0/11,7	13,6/12,7	13,8/12,7	13,8/12,8	13,6/12,5
III	13,0/11,6	13,7/12,6	13,7/12,7	13,9/12,7	13,6/12,4
IV	13,0/11,7	13,7/12,7	13,9/12,8	13,9/12,9	13,6/12,5
V	12,9/11,7	13,7/12,6	13,8/12,7	13,9/12,8	13,6/12,5
Середнє	13,0/11,7	13,7/12,6	13,8/12,7	13,9/12,8	13,6/12,5
НІР ₀₅ головного ефекту А – 0,4/0,5; НІР ₀₅ головного ефекту В – F _f < F _i ; НІР ₀₅ часткових порівнянь А – 0,5/0,5; НІР ₀₅ часткових порівнянь В – F _f < F _i .					
Середнє за роками					
I	12,7/11,3	13,2/11,9	13,3/12,0	13,3/12,0	13,2/11,8
II	12,7/11,3	13,2/11,9	13,3/12,0	13,3/12,0	13,2/11,8
III	12,7/11,3	13,2/11,9	13,2/12,0	13,4/12,0	13,1/11,8
IV	12,7/11,3	13,3/12,0	13,4/12,0	13,4/12,1	13,2/11,9
V	12,6/11,3	13,2/11,9	13,3/12,0	13,4/12,1	13,1/11,8
Середнє	12,7/11,3	13,2/11,9	13,3/12,0	13,4/12,0	13,2/11,8

Примітка: * – варіанти фактора В: I – контроль; II – Моддус Стар; III – Ретацел 720; IV – Медакс ТОП; V – Моддус Стар + Ретацел 720.

Значно більших змін кількість зерен у колосі обох систем стебел зазнавала за впливу досліджуваних варіантів системи живлення. У середньому за два роки досліджень кількість зерен у колосі головної і бічної системи стебел у середньому за варіантами застосування морфорегуляторів на фоні внесення N_{65} становила 32,4 і 28,2 шт., тоді як на контролі – лише 28,9 і 25,6 шт. відповідно (табл. 3). При цьому різниці за кількістю зерен з колоса обох систем стебел між варіантами з меншою дозою внесення азоту (N_{50}) фактично не було. Таким чином, з точки зору формування кількості зерен у колосі обох систем стебел пшениці озимої сорту Богдана, підвищувати дозу внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази від N_{50} до N_{65} не доцільно.

3. Кількість зерен у колосі головного (чисельник) та бічного (знаменник) стебел пшениці озимої за впливу морфорегуляторів у сполученні з різними варіантами системи живлення, шт.

Морфо-регулятор (фактор B)	Варіант системи живлення (фактор A)				Середнє
	контроль	доза внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН			
		N_{35}	N_{50}	N_{65}	
2024 рік					
I*	27,4/24,1	29,7/25,6	30,2/25,8	30,3/25,7	29,4/25,3
II	27,8/24,7	30,1/26,0	30,3/26,3	30,4/26,3	29,6/25,8
III	27,5/24,6	30,2/26,0	30,5/26,2	30,4/26,1	29,6/25,7
IV	27,9/24,6	30,4/26,3	30,6/26,4	30,7/26,2	29,9/25,9
V	27,6/24,4	30,2/26,1	30,5/26,5	30,5/26,4	29,7/25,8
Середнє	27,6/24,5	30,1/26,0	30,4/26,2	30,5/26,1	29,6/25,7
HP_{05} головного ефекту A – 0,7/0,6; HP_{05} головного ефекту B – $F_f < F_f$; HP_{05} часткових порівнянь A – 0,8/0,7; HP_{05} часткових порівнянь B – $F_f < F_f$.					
2025 рік					
I	29,9/26,2	33,6/28,9	33,9/29,5	34,0/29,6	32,8/28,5
II	30,1/26,6	33,7/29,4	34,1/29,9	34,2/30,1	33,0/29,0
III	30,0/26,5	33,8/29,1	34,1/30,2	34,2/30,0	33,0/28,9
IV	30,2/26,8	33,9/29,6	34,2/30,4	34,4/30,3	33,2/29,3
V	30,1/26,7	33,8/29,4	34,1/30,1	34,2/30,2	33,1/29,1
Середнє	30,1/26,6	33,8/29,3	34,1/30,0	34,2/30,0	33,0/29,0
HP_{05} головного ефекту A – 0,9/0,6; HP_{05} головного ефекту B – $F_f < F_f/0,7$;					

НІР ₀₅ часткових порівнянь $A - 1,0/0,7$; НІР ₀₅ часткових порівнянь $B - F_f < F_f/0,7$.					
Середнє за роками					
I	28,7/25,2	31,7/27,3	32,1/27,7	32,2/27,7	31,2/26,9
II	29,0/25,7	31,9/27,7	32,2/28,1	32,3/28,2	31,4/27,4
III	28,8/25,6	32,0/27,6	32,3/28,2	32,3/28,1	31,4/27,4
IV	29,1/25,7	32,2/26,5	32,4/28,4	32,6/28,3	31,6/27,0
V	28,9/25,6	32,0/27,8	32,3/28,3	32,4/28,3	31,4/27,5
Середнє	28,9/25,6	32,0/27,4	32,3/28,1	32,4/28,2	31,4/27,2

Примітка: * – варіанти фактора B: I – контроль; II – Моддус Стар; III – Ретацел 720; IV – Медакс ТОП; V – Моддус + Ретацел.

Ключовим елементом продуктивності рослин є маса зерна з колоса, яка визначається кількістю зерен у колосі і їхньою масою 1000. Впливу морфорегуляторів на масу 1000 зерен не було, що логічно оскільки цей елемент зумовлений генетично і значних змін зазнає хіба що за впливу погодних умов та системи живлення посівів. Саме тому, вплив морфорегуляторів на масу зерен з колоса головної та бічної системи стебел був аналогічний впливу на кількість зерен у них.

Як і кількість зерен у колосі, маса зерен з колоса обох систем стебел не зазнавала істотного впливу морфорегуляторів, водночас мала місце позитивна тенденція до формування більшої маси зерен з колоса обох систем стебел рослин пшениці (табл. 4).

4. Маса зерен з колоса головного (чисельник) та бічного (знаменник) стебел пшениці озимої за впливу морфорегуляторів у сполучені з різними варіантами системи живлення, г

Морфо-регулятор (фактор B)	Варіант системи живлення (фактор A)				Середнє
	контроль	доза внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН			
		N ₃₅	N ₅₀	N ₆₅	
2024 рік					
I*	0,88/0,68	0,98/0,75	0,99/0,76	0,98/0,77	0,96/0,74
II	0,90/0,71	1,00/0,77	0,98/0,79	1,01/0,78	0,97/0,76
III	0,91/0,70	0,99/0,78	1,01/0,78	0,99/0,78	0,98/0,76
IV	0,92/0,69	1,01/0,78	1,00/0,79	1,02/0,79	0,99/0,76
V	0,90/0,70	0,99/0,78	1,00/0,79	1,00/0,79	0,97/0,77
Середнє	0,90/0,70	0,99/0,77	1,00/0,78	1,00/0,78	0,97/0,76
НІР ₀₅ головного ефекту $A - 0,03/0,03$; НІР ₀₅ головного ефекту $B - F_f < F_f$; НІР ₀₅ часткових порівнянь $A - 0,03/0,04$; НІР ₀₅ часткових порівнянь $B - F_f < F_f$.					
2025 рік					
I	1,06/0,86	1,21/0,95	1,22/0,96	1,23/0,97	1,18/0,94
II	1,07/0,87	1,23/0,97	1,24/0,98	1,25/0,99	1,20/0,95
III	1,07/0,88	1,22/0,96	1,24/1,00	1,24/0,99	1,19/0,96
IV	1,08/0,89	1,23/0,98	1,24/1,00	1,25/1,00	1,20/0,97
V	1,08/0,88	1,23/0,96	1,24/1,00	1,24/0,99	1,20/0,96

Середнє	1,07/0,88	1,22/0,96	1,24/0,99	1,24/0,99	1,19/0,96
НІР ₀₅ головного ефекту $A - 0,03/0,03$; НІР ₀₅ головного ефекту $B - F_f < F_t$; НІР ₀₅ часткових порівнянь $A - 0,05/0,04$; НІР ₀₅ часткових порівнянь $B - F_f < F_t$.					
Середнє за роками					
I	0,97/0,77	1,10/0,85	1,11/0,86	1,11/0,87	1,07/0,84
II	0,99/0,79	1,12/0,87	1,11/0,89	1,13/0,89	1,09/0,86
III	0,99/0,79	1,11/0,87	1,13/0,89	1,12/0,89	1,09/0,86
IV	1,00/0,79	1,12/0,88	1,12/0,90	1,14/0,90	1,10/0,87
V	0,99/0,79	1,11/0,87	1,12/0,90	1,12/0,89	1,09/0,86
Середнє	0,99/0,79	1,11/0,87	1,12/0,89	1,12/0,89	1,09/0,86

Примітка: * – варіанти фактора B : I – контроль; II – Моддус Стар; III – Ретацел 720; IV – Медакс ТОП; V – Моддус + Ретацел.

Значно більший вплив на масу зерна з колоса головної та бічної системи стебел чинили досліджувані варіанти системи живлення. При цьому, власне між варіантами з різними дозами внесення азоту істотної різниці не було, а на варіантах внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази (після настання фізичної стиглості ґрунту) у дозах N_{50} і N_{65} маса зерна з колоса головної і бічної системи стебел взагалі була однаковою – 1,00 і 0,78 г – у 2024 р. і 1,24 і 0,99 г – у 2025 р. відповідно. На цих варіантах маса зерна з колоса головної та бічної системи стебел пшениці озимої у середньому за два роки досліджень була на 0,13 г і 0,10 г або на 13,1 % і 12,6 % відповідно більшою, ніж на контролі.

Оскільки роки досліджень були доволі контрастними, цілком логічним є їх значний вплив на основний елемент продуктивності рослин – масу зерна з колоса. Їх вплив був навіть вищий за вплив досліджуваних варіантів системи живлення. Зокрема, розбіжність маси зерна з колоса головної і бічної систем стебел за впливу досліджуваних варіантів системи живлення, як йшлося вище, становила 0,13 г і 0,10 г, тоді як за впливу погодних умов – 0,22 і 0,20 г відповідно.

Незважаючи на те що морфорегулятори істотно не впливали на кількість рослин і зернову продуктивність колоса головної системи стебел пшениці озимої, їх вплив на біологічну врожайність зерна системи головних стебел був істотний. Це обумовлено тим, що обробка посівів морфорегуляторами позитивно впливала як за отримання більшої кількості рослин на час збирання, так і на формування більшої маси зерен з колоса головної системи стебел.

Біологічна врожайність зерна з головної групи стебел найвищою була у варіанті обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП – у середньому за роками та фонами живлення – 3,58 т/га, що на 0,18 т/га або на 5,3 % вище порівняно з контролем (табл. 5).

Вплив обробок посівів досліджуваними морфорегуляторами на біологічну врожайність зерна системи головних стебел вищий був у менш сприятливих погодних умовах 2024 р. Зокрема, у варіанті обробки посівів продуктом Медакс ТОП, біологічна врожайність зерна системи

головних стебел у середньому за фонами мінерального живлення в 2024 р. була на 0,19 т/га (6,1 %) вищою порівняно з контролем, тоді як у 2025 р. – на 0,16 т/га (4,3 %).

Істотної взаємодії досліджуваних факторів не встановлено, оскільки на всіх досліджуваних варіантах системи живлення вплив морфорегуляторів був подібний. Наприклад, на першому, другому, третьому і четвертому фонах мінерального живлення, біологічна врожайність зерна системи головних стебел у варіанті обробки посівів продуктом Медакс ТОП у 2024 р. була на 0,21 т/га, 0,20, 0,23 і 0,23 т/га відповідно вищою порівняно з контролем (без обробки посівів морфорегуляторами), в 2025 р. – на 0,15 т/га, 0,16, 0,19 і 0,16 т/га.

5. Біологічна врожайність зерна системи головних (чисельник) і бічних (знаменник) стебел пшениці за впливу морфорегуляторів у сполученні з різними варіантами системи живлення, т/га

Морфо-регулятор (фактор B)	Варіант системи живлення (фактор A)				Середнє
	контроль	доза внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН			
		N ₃₅	N ₅₀	N ₆₅	
2024 рік					
I*	2,73/1,18	3,20/1,42	3,26/1,47	3,21/1,48	3,10/1,39
II	2,88/1,29	3,28/1,48	3,29/1,57	3,39/1,55	3,21/1,47
III	2,85/1,24	3,27/1,52	3,35/1,52	3,32/1,56	3,20/1,46
IV	2,94/1,27	3,40/1,57	3,39/1,62	3,44/1,62	3,29/1,52
V	2,89/1,28	3,27/1,53	3,38/1,58	3,41/1,63	3,24/1,51
Середнє	2,86/1,25	3,28/1,50	3,33/1,55	3,35/1,57	3,21/1,47
НІР ₀₅ головного ефекту A – 0,13/0,06; НІР ₀₅ головного ефекту B – 0,15/0,08; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 0,16/0,07; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – 0,18/0,11.					
2025 рік					
I	3,14/2,02	3,84/2,43	3,86/2,46	3,95/2,54	3,70/2,36
II	3,18/2,06	3,94/2,52	4,01/2,56	4,03/2,56	3,76/2,43
III	3,19/2,14	3,89/2,51	3,98/2,61	4,05/2,48	3,78/2,44
IV	3,29/2,22	4,00/2,69	4,05/2,73	4,11/2,76	3,86/2,60
V	3,27/2,16	3,95/2,54	4,03/2,69	4,06/2,69	3,83/2,52
Середнє	3,21/2,12	3,92/2,54	3,99/2,61	4,04/2,61	3,79/2,47
НІР ₀₅ головного ефекту A – 0,12/0,07; НІР ₀₅ головного ефекту B – 0,12/0,09; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 0,14/0,08; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – 0,15/0,09.					
Середнє за роками					
I	2,94/1,60	3,52/1,93	3,56/1,97	3,58/2,01	3,40/1,88
II	3,03/1,68	3,61/2,00	3,65/2,07	3,71/2,06	3,50/1,95

III	3,02/1,69	3,58/2,02	3,67/2,07	3,54/2,02	3,45/1,95
IV	3,12/1,75	3,70/2,13	3,72/2,18	3,78/2,19	3,58/2,06
V	3,08/1,72	3,61/2,04	3,71/2,14	3,74/2,16	3,54/2,02
Середнє	3,04/1,69	3,60/2,02	3,66/2,09	3,67/2,09	3,49/1,97

Примітка: * – варіанти фактора В: I – контроль; II – Моддус Стар; III – Ретацел 720; IV – Медакс ТОПІ; V – Моддус Стар + Ретацел 720.

У менш сприятливих погодних умовах 2024 р. обробка посівів морфорегуляторами Моддус Стар і Ретацел 720 не забезпечувала істотного підвищення біологічної врожайності зерна головної системи стебел пшениці озимої порівняно з контролем, при цьому в 2025 р. у варіанті сумісного їх застосування (5-й варіант фактора В) відмічено істотне підвищення біологічної врожайності зерна головної системи стебел порівняно з контролем. Приріст показника порівняно з контролем становив 0,13 т/га за НР₀₅ – 0,12 т/га.

Значно більший вплив на біологічну врожайність зерна головної системи стебел чинили досліджувані варіанти системи живлення. Найвищою вона була у варіанті з найбільшою дозою внесення азоту (N₆₅) під час 22-23-ї мікрофази – 3,35 т/га в 2024 р. і 4,04 т/га – в 2025 р., що на 0,49 т/га і 0,83 т/га або на 17,1 і 25,9 % відповідно вище, ніж на контролі. Вища ефективність внесення мінеральних добрив у 2025 р. обумовлена більш сприятливими погодними умовами. У 2024 р. саме гостра нестача вологи була лімітуючим врожайність зерна фактором і обмежувала рівень використання посівами елементів живлення.

Власне між варіантами з різними дозами азоту, істотної різниці за біологічною врожайністю зерна обох систем стебел не встановлено. Відмічалася лише тенденція підвищення біологічної врожайності зерна обох систем стебел за умови збільшення дози внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази від 35 до 50 кг/га. З її подальшим підвищенням до 65 кг/га приросту показників біологічної врожайності зерна не було.

Аби провести порівняння загальної біологічної врожайності зерна не лише порівняно з контрольними варіантами, а й між усіма варіантами досліджуваних факторів, показники було оброблено статистичним методом з використанням рангового критерію Дункана (табл. 6).

6. Загальна біологічна врожайність зерна пшениці озимої сорту Богдана за впливу морфорегуляторів у сполученні з різними варіантами системи живлення, т/га

Морфо-регулятор (фактор В)	Варіант системи живлення (фактор А)				Середнє
	контроль	доза внесення азоту під час 22-23-ї мікрофази за кодом ВВСН			
		N ₃₅	N ₅₀	N ₆₅	
2024 рік					
I*	3,91 ¹	4,62	4,73	4,69	4,49 ¹
II	4,17 ²	4,76	4,86	4,94	4,68 ¹

III	4,09 ¹	4,79	4,87	4,88	4,66 ¹
IV	4,21 ²	4,97	5,01	5,06	4,81 ²
V	4,17 ²	4,80	4,96	5,04	4,75 ²
Середнє	4,11 ¹	4,79 ²	4,88 ²	4,92 ²	4,68
2025 рік					
I	5,16 ¹	6,27	6,32	6,49	6,06 ¹
II	5,24 ¹	6,46	6,57	6,59	6,22 ¹
III	5,33 ¹	6,40	6,59	6,53	6,22 ¹
IV	5,51 ²	6,69	6,78	6,87	6,46 ²
V	5,43 ²	6,46	6,72	6,75	6,34 ²
Середнє	5,33 ¹	6,46 ²	6,60 ²	6,65 ²	6,26

Примітка: * – варіанти фактора В: I – контроль; II – Моддус Стар; III – Ретацел 720; IV – Медакс ТОП; V – Моддус Стар + Ретацел 720.

У погодних умовах обох років обробка посівів пшениці озимої морфорегулятором Медакс ТОП забезпечувала істотне підвищення загальної біологічної врожайності зерна як за рахунок вищої густоти продуктивного стеблостою, так і за рахунок вищої зернової продуктивності колоса обох систем стебел. Біологічна врожайність зерна в цьому варіанті формувала другу рангову групу і становила 4,81 т/га в 2024 р. і 6,46 т/га в 2025 р. Решта варіантів відносилися до першої рангової групи, тобто не відрізнялися між собою і були на одному рівні з контролем. Лише в 2025 р. біологічна врожайність зерна у варіанті обробки посівів сполученням морфорегуляторів Моддус Стар і Ретацел 720 відносилася до однієї рангової групи з четвертим варіантом і істотно перевищувала інші варіанти.

Вплив досліджуваних варіантів системи живлення залежав від погодних умов. В усі роки загальна біологічна врожайність зерна пшениці озимої на всіх фонах мінерального живлення була істотно вищою порівняно з контролем, при цьому істотна різниця між власне варіантами внесення різних доз азоту встановлена лише в більш сприятливому 2025 р., а саме, – біологічна врожайність зерна пшениці істотно зростала за умови підвищення дози внесення азоту від 35 до 50 кг/га. Подальше її підвищення від 50 до 65 кг/га не забезпечувало істотного приросту біологічної врожайності зерна.

У цілому по досліді, найвища біологічна врожайність зерна пшениці озимої в 2024 і 2025 рр. була у варіанті обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП на фоні внесення 65 кг/га азоту під час 22-23-ї мікрофази – 5,06 і 6,87 т/га відповідно. Разом з тим, вона істотно не відрізнялася від біологічної врожайності зерна отриманої за меншої дози внесення азоту – 50 кг/га, а в менш сприятливих погодних умовах, – навіть за найменшої досліджуваної дози внесення – N₃₅.

Таким чином, з точки зору загальної біологічної врожайності зерна пшениці озимої сорту Богдана оптимальним є варіант обробки посівів

двохкомпонентним морфорегулятором Медакс ТОП на фоні внесення N_{50} під час 22-23-мікрофази за класифікацією ВВСН.

Висновки. Аналіз елементів продуктивності та біологічної врожайності зерна посівів пшениці озимої сорту Богдана виявив можливість їх істотного підвищення за рахунок використання морфорегуляторів на різних фонах мінерального живлення.

Найбільша кількість рослин і продуктивних стебел перед збиранням, а також озерненість і маса зерна з колоса головної і бічної групи стебел була на варіантах обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП на фоні їх підживлення азотом під час 22-23-ї мікрофази за класифікацією ВВСН у дозі N_{50} . Підвищення дози внесення азоту до N_{65} не забезпечило істотного підвищення елементів продуктивності рослин, а також параметрів продуктивного стеблостою.

Найбільший вплив досліджувані фактори чинили на біологічну врожайність зерна оскільки односторонньо впливали як на підвищення елементів продуктивності рослин такі і їх кількість на час збирання врожаю. Серед досліджуваних морфорегуляторів кращим у цьому відношенні був Медакс ТОП. Посіви пшениці озимої оброблені цим продуктом формували істотно вищу біологічну врожайність зерна як головної, так і бічної групи стебел у погодних умовах обох років на всіх фонах мінерального живлення.

Найвища загальна біологічна врожайність зерна пшениці сорту Богдана була у варіанті обробки посівів під час 31-ї мікрофази за класифікацією ВВСН морфорегулятором Медакс ТОП на фоні найбільшої дози внесення азоту (N_{65}) під час 22-23-ї мікрофази – 5,06 т/га у менш сприятливих умовах 2024 р., і 6,87 т/га – у сприятливому 2025 р. Разом з тим, фактично такі ж показники отримано за внесення азоту в дозі 50 кг/га – 5,01 і 6,78 т/га відповідно. Тож, враховуючи відсутність істотної різниці за загальною біологічною врожайністю зерна між варіантами з внесенням N_{50} і N_{65} , як у 2024 р., так і в 2025 р., підвищувати дозу внесення азоту від 50 до 65 кг/га не доцільного.

Істотної різниці за показниками загальної біологічної врожайності зерна між варіантами обробки посівів морфорегулятором Медакс ТОП і сумішню продуктів Моддус Стар і Ретацел 720 не встановлено проте перевагу слід віддавати препарату Медакс ТОП оскільки по-перше – біологічна врожайність після його застосування була хоча і неістотно, однак вищою, ніж у варіанті сполучення препаратів Моддус Стар і Ретацел 720, по-друге – спрощується технологічний процес внесення оскільки використовується один продукт, по-третє – у морфорегулятора Медакс ТОП ширший температурний діапазон ефективної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Semenکو L., Veremeyenko S., Bykin A., Kucher L., Panchuk T. Effectiveness of plant growth stimulants for winter wheat in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2025. № 28(3). P. 33–43. [doi: 10.48077/scihor3.2025.33](https://doi.org/10.48077/scihor3.2025.33)
2. Позняк В.В. Ефективність застосування регулятора росту «Хлормекват-хлорид» у посівах пшениці озимої залежно від рівня удобрення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 177–182. [doi: 10.31210/visnyk2018.02.30](https://doi.org/10.31210/visnyk2018.02.30)
3. Куфяк V., Verbivska L., Alioshkina L., Galunets N., Kucher L., Skrupnyk S. The influence of the social and economic situation on agribusiness. *Wseas Transactions on Environment and Development*, 2022. № 18, P. 1021–1035. [doi: 10.37394/232015.2022.18.98](https://doi.org/10.37394/232015.2022.18.98)
4. Kiforenko O. Correlation between the Greatest Agricultural Products Exporters to the EU: is Ukraine included? *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. 2023. № 15(3). P. 87–103. [doi: 10.7160/aol.2023.150308](https://doi.org/10.7160/aol.2023.150308)
5. Tadesse Y., Chala A., Kassa B. Yield loss due to septoria tritici blotch (*Septoria Tritici*) of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Central highlands of Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2020. 10(10). [doi: 10.7176/jbah/10-10-01](https://doi.org/10.7176/jbah/10-10-01)
6. Лозінський М.В., Самойлик М.О. Особливості усадкування кількості зерен головного колоса пшениці м'якої озимої за гібридизації лісостепоного, степового і західноєвропейського екотипів. *Агробіологія*, 2023. № 2. С. 78–87. [doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-78-87](https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-183-2-78-87)
7. Моргун В.В., Санін Є.В., Швартау В.В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та оптимальні системи живлення й захисту озимої пшениці. Київ: Логос. 2015. 148 с.
8. Marschner H. Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3rd edn. London, U.K.: Academic Press, 2012. 672 p.
9. Elkoussy A.H., Ibrahim M.E., Ali A.A., Hussein A.M., Samak A.A. Effect of surface irrigation systems and growth stimulants on water use efficiency and wheat yield and quality. *Menoufia Journal of Plant Production*. 2023. № 8(10). P. 209–210. [doi: 10.21608/mjppf.2023.327060](https://doi.org/10.21608/mjppf.2023.327060)
10. Kieloch R., Marczewska-Kolasa K. Possibility of joint application of herbicides with growth regulators in spring barley. *Progress in Plant Protection*. 2022. № 61(4). P. 290–296. [doi: 10.14199/ppp-2021-031](https://doi.org/10.14199/ppp-2021-031)
11. Nsengiyumva D.S., Balabanov P.A. Impact of fungal biologically active substances on plant growth. *AIP Conference Proceedings*, 2019. 2063(1), article number 040040. [doi: 10.1063/1.5087372](https://doi.org/10.1063/1.5087372)
12. Garban Z., Ilia G. Plant growth bioregulators. In *Biologically active substances usable in food, pharmaceutical and agrobiological fields*. 2024. P. 193–223. Florida: CRC Press. [doi: 10.1201/9781032702520-5](https://doi.org/10.1201/9781032702520-5)

13. Крижанівський В.Г. Особливості формування якості зерна сортів пшениці озимої в Правобережному Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України: Аерономія*. 2022. № 1(95). [doi: 10.31548/dopovidi2022.01.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.008).

14. Babu R.S.H., Srilatha V., Joshi V. Plant growth regulators. In *Plant growth regulators in tropical and sub-tropical fruit crops*. 2022. P. 1–13. Florida: CRC Press. [doi: 10.1201/9781003300342-1](https://doi.org/10.1201/9781003300342-1)

15. Маковейчук Т.І., Михальська Л.М., Швартау В.В. Вплив ретардантів – похідних циклогексадіонів на продуктивність пшениці озимої. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т.50. № 6. С. 499–507. [doi: 10.15407/frg2018.06.499](https://doi.org/10.15407/frg2018.06.499)

16. Zhang M., Wang H., Yi Y., Ding J., Zhu M., Li C., Guo W., Feng C., Zhu X. Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS One*. 2017. № 12(11). [doi: 10.1371/journal.pone.0187543](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187543)

17. Kong E.Y., Liu D.C., Guo X.L., Yang W.L., Sun J.Z., Li X., Zhan K., Cui D., Lin J. Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *The Crop Journal*. 2013. № 1(1). P. 43–49.

18. Berry P.M., Sterling M., Spink J.H., Baker C.J., Sylvester-Bradley R., Mooney S., Tams A.R., Ennos A.R. Understanding and reducing lodging in cereals. *Advances in Agronomy*. 2004. № 84(04). P. 215–269.

19. Acreche M.M., Slafer G.A. Lodging yield penalties as affected by breeding in Mediterranean wheats. *Field Crops Res*. 2011. № 122. P. 40–48.

20. Tripathi S.C., Sayre K.D., Kaul J.N. Planting systems on lodging behavior yield components, and yield of irrigated spring bread wheat. *Crop Sci*. 2005. № 45. P. 1448–1455. [doi: 10.2135/cropsci2003-714](https://doi.org/10.2135/cropsci2003-714)

21. Espindula M.C., Rocha V.C., Grossi J.A.S., Souza M.A., Souza L.T., Favarato L.F. Use of growth retardants in wheat. *Planta Daninha*. 2009. № 27(2). P. 379–387. [doi: 10.1590/S0100-8358200900020002](https://doi.org/10.1590/S0100-8358200900020002)

22. Zagonel J., Fernandes E.C. Rates and application times of growth reducer affecting wheat cultivars at two nitrogen rates. *Planta Daninha*. 2007. № 25(2). P. 331–339.

23. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вид. 2-ге, виправлене і доповнене. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К». 2014. 332 с.

24. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. й ін. Дослідна справа в агрономії: у 2 книгах. Кн. перша: Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан. 2016. 316 с.

REFERENCES

1. Semenکو L., Veremeyenko S., Bykin A., Kucher L., Panchuk T. (2025). Effectiveness of plant growth stimulants for winter wheat in the Left-

Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. № 28(3). P. 33–43. doi: [10.48077/scihor3.2025.33](https://doi.org/10.48077/scihor3.2025.33)

2. Poznyak V.V. (2018). Effectiveness of the growth regulator “Chlormequat chloride” in winter wheat crops depending on the level of fertilization. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. № 2. P. 177–182. doi: [10.31210/visnyk2018.02.30](https://doi.org/10.31210/visnyk2018.02.30)

3. Kyfyak V., Verbivska L., Alioshkina L., Galunets N., Kucher L., Skrypyk S. (2022). The influence of the social and economic situation on agribusiness. *Wseas Transactions on Environment and Development*. № 18. P. 1021–1035. doi: [10.37394/232015.2022.18.98](https://doi.org/10.37394/232015.2022.18.98)

4. Kiforenko O. (2023). Correlation between the Greatest Agricultural Products Exporters to the EU: is Ukraine included? *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. № 15(3). P. 87–103. doi: [10.7160/aol.2023.150308](https://doi.org/10.7160/aol.2023.150308)

5. Tadesse Y., Chala A., Kassa B. (2020). Yield loss due to septoria tritici blotch (*Septoria Tritici*) of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Central highlands of Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 10(10). doi: [10.7176/jbah/10-10-01](https://doi.org/10.7176/jbah/10-10-01)

6. Lozinsky M.V., Samoilik M.O. (2023). Features of inheritance of the number of grains in the main ear of soft winter wheat during hybridization of forest-steppe, steppe, and Western European ecotypes. *Agrobiology*. №. 2. P. 78–87. doi: [10.33245/2310-9270-2023-183-2-78-87](https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-183-2-78-87)

7. Morgun V.V., Sanin E.V., Shvartau V.V. (2015). Club 100 Centners. Modern varieties and optimal nutrition and protection systems for winter wheat. Kyiv: Logos. 2015. 148 p.

8. Marschner H. (2012). Marschner’s mineral nutrition of higher plants. 3rd edn. London, U.K.: Academic Press. 672 p.

9. Elkoussy A.H., Ibrahim M.E., Ali A.A., Hussein A.M., Samak A.A. (2023). Effect of surface irrigation systems and growth stimulants on water use efficiency and wheat yield and quality. *Menoufia Journal of Plant Production*. № 8(10). P. 209–210. doi: [10.21608/mjppf.2023.327060](https://doi.org/10.21608/mjppf.2023.327060)

10. Kieloch R., Marczevska-Kolasa K. (2022). Possibility of joint application of herbicides with growth regulators in spring barley. *Progress in Plant Protection*. № 61(4). P. 290–296. doi: [10.14199/ppp-2021-031](https://doi.org/10.14199/ppp-2021-031)

11. Nsengiyumva D.S., Balabanov P.A. (2019). Impact of fungal biologically active substances on plant growth. *AIP Conference Proceedings*. 2063(1), article number 040040. doi: [10.1063/1.5087372](https://doi.org/10.1063/1.5087372)

12. Garban Z., Iliia G. (2024). Plant growth bioregulators. In Biologically active substances usable in food, pharmaceutical and agrobiological fields. P. 193–223. Florida: CRC Press. doi: [10.1201/9781032702520-5](https://doi.org/10.1201/9781032702520-5)

13. Kryzhanivsky V.G. (2022). Features of grain quality formation in winter wheat varieties in the Right-Bank Forest-Steppe. Scientific reports of

the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine: *Agronomy*. № 1(95). doi: [10.31548/dopovidi2022.01.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.008)

14. Babu R.S.H., Srilatha V., Joshi V. (2022). Plant growth regulators. In *Plant growth regulators in tropical and sub-tropical fruit crops*. P. 1–13. Florida: CRC Press. doi: [10.1201/9781003300342-1](https://doi.org/10.1201/9781003300342-1)

15. Makoveychuk T.I., Mikhalska L.M., Shvartau V.V. (2018). The effect of cyclohexadione derivatives retardants on winter wheat productivity. *Plant Physiology and Genetics*. Vol. 50. № 6. P. 499–507. doi: [10.15407/frg2018.06.499](https://doi.org/10.15407/frg2018.06.499)

16. Zhang M., Wang H., Yi Y., Ding J., Zhu M., Li C., Guo W., Feng C., Zhu X. (2017). Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS One*. № 12(11). doi: [10.1371/journal.pone.0187543](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187543)

17. Kong E.Y., Liu D.C., Guo X.L., Yang W.L., Sun J.Z., Li X., Zhan K., Cui D., Lin J. (2013). Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *The Crop Journal*. № 1(1). P. 43–49.

18. Berry P.M., Sterling M., Spink J.H., Baker C.J., Sylvester-Bradley R., Mooney S., Tams A.R., Ennos A.R. (2004). Understanding and reducing lodging in cereals. *Advances in Agronomy*. № 84(04). P. 215–269.

19. Acreche M.M., Slafer G.A. (2011). Lodging yield penalties as affected by breeding in Mediterranean wheats. *Field Crops Res*. № 122. P. 40–48.

20. Tripathi S.C., Sayre K.D., Kaul J.N. (2005). Planting systems on lodging behavior yield components, and yield of irrigated spring bread wheat. *Crop Sci*. № 45. P. 1448–1455. doi: [10.2135/cropsci2003-714](https://doi.org/10.2135/cropsci2003-714)

21. Espindula M.C., Rocha V.C., Grossi J.A.S., Souza M.A., Souza L.T., Favarato L.F. (2009). Use of growth retardants in wheat. *Planta Daninha*. № 27(2). P. 379–387. doi: [10.1590/S0100-8358200900020002](https://doi.org/10.1590/S0100-8358200900020002)

22. Zagonel J., Fernandes E.C. (2007). Rates and application times of growth reducer affecting wheat cultivars at two nitrogen rates. *Planta Daninha*. № 25(2). P. 331–339.

23. Yeschenko V.O., Kopytko P.G., Kostogryz P.V., Opryshko V.P. (2014). Basics of scientific research in agronomy: a textbook. Edition 2nd, corrected and supplemented. Vinnytsia. PE «TD Edelweiss and K», 332 p.

24. Rozhkov A.O., Puzik V.K., Kalenska S.M. and other (2016). Research case in agronomy: educational manual: in 2 books. – Book 1. Theoretical aspect of the research case. Kharkiv: Maidan, 316 p.

S.O. Ivanov, post-graduate student

A.A. Rozhkov, doctor of agricultural sciences, professor

State biotechnological university

Kharkiv, Ukraine

Plant productivity and biological yield of winter wheat grain under the influence of morpho-regulators on different mineral nutrition backgrounds

The results of two years of research on the effect of morphoregulators in combination with different mineral nutrition backgrounds on the formation of plant productivity and biological yield of winter wheat grain are presented.

Formulation of the problem. The effectiveness and practical application of combinations of various agrochemicals, in particular different forms of mineral fertilizers and morphoregulators, remain insufficiently studied. In addition, new types and formulations of fertilizers and morphoregulators are systematically appearing on the market, and new varieties of winter wheat are being introduced into production, which differ in their morpho-biotype and, therefore, may react differently to elements of cultivation technology, in particular, the system of nutrition and plant growth regulation. In addition, growing weather conditions are changing, in particular, there is a gradual increase in temperature and a decrease in precipitation. All these factors indicate the advisability of conducting research aimed at more efficient use of mineral fertilizers and morphoregulators in different growing regions.

The purpose of the research. The aim of the research was to determine and compare the effectiveness of modern morphoregulators with different bases in combination with different mineral nutrition backgrounds on the formation of plant productivity elements and biological yield of winter wheat grain in the conditions of the eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Research methods. The research was conducted in 2024 and 2025 on the basis of grain-row crop rotation at the Department of Plant Growing of the State Biotechnological University. The effectiveness of using morphoregulators in combination with different mineral nutrition backgrounds was studied on Bogdana, a widely used, medium-maturing, intensive type of soft winter wheat.

A two-factors experiment was set up using the split-plot method in three replicates in a single layer. The first-order plots were four mineral nutrition backgrounds: 1 – control; 2 – top dressing with $N_{15}P_{30}K_{20}$ (150 kg/ha of MACROSTAR $-N_9P_{20}K_{12}$) + top dressing after physical ripeness of the soil (22-23rd microphase) with urea at a rate of N_{35} + foliar feeding with urea at a dose of 22 kg/ha (N_{10}) during the 37th microphase; 3 and 4 – same as the second option, but the urea application rate during the 22-23rd microphase is increased to 108 and 141 kg/ha (N_{50} and N_{65}), respectively. The second order plots consisted of five options for treating crops with retardant morphoregulators during the 31st microphase according to the BBCH classification: I – control (without morphoregulators); II – Moddus Star (0.3 l/ha); III – Retacel (1.5 l/ha); IV – Medax TOP (0.7 l/ha); V – mixture of Moddus Star (0.2 l/ha) + Retacel (1.0 l/ha). The area of the experimental plot was 37.5 m², and the accounting area was 30 m².

Research results. It has been established that it is possible to form higher elements of plant productivity, as well as significantly increase the biological yield of winter wheat grain through the use of morphoregulators on different nutritional backgrounds.

The highest number of plants and lateral productive stems of winter wheat was 329 and 276 respectively, was observed in 2025 in the variant of treating crops with the Medax TOP regulator against the background of applying the highest dose of nitrogen (N_{65}) during the 22-23rd microphase according to the BBCH classification. In fact, the same indicators – 327 plants and 278 lateral productive stems – were observed in the variant of applying this regulator against the background of a lower dose of nitrogen – N_{50} .

The greatest changes in the number of wheat plants before harvesting were influenced by the studied variants of the nutrition system, while the number of lateral

productive stems was influenced by weather conditions. Thus, the range of variation in the number of plants under the influence of morphoregulators and weather conditions was 2.8 % and 4.1 %, respectively, while under the influence of the nutrition system it was 7.1 %. The range of variation in the number of lateral productive stems under the influence of morphoregulators and the nutrient background was 5.9 % and 11.4 %, respectively, while under the influence of weather conditions it was 34.2 %.

The largest number and weight of grains from the main and side stems were formed in the variants treated with the Medax TOP regulator against the background of nitrogen fertilization during the 22-23rd microphase at a dose of N₅₀. Increasing the nitrogen dose to N₆₅ did not provide a significant increase in these indicators.

Among the regulators studied, both in terms of their effect on plant productivity and in terms of their effect on the biological grain yield of the main and lateral stem systems of winter wheat, the product Medax TOP was the best. Crops treated with this product formed significantly higher biological grain yield of both stem systems in the weather conditions of both years on all studied mineral nutrition backgrounds.

The highest overall biological yield of winter wheat was achieved in the treatment variant during the 31st microphase according to the BBCH classification with the Medax TOP regulator against the background of the highest nitrogen application rate (N₆₅) during the 22nd-23rd microphase – 5.06 t/ha in 2024 and 6.87 t/ha in 2025. At the same time, virtually the same indicators were obtained for N₅₀ application – 5.01 and 6.78 t/ha, respectively. Therefore, given the lack of a significant difference in biological grain yield between these options, it is not advisable to increase the nitrogen dose from 50 to 65 kg/ha.

Conclusions. No significant difference in terms of overall biological grain yield was found between the options of treating crops with the Medax TOP regulator and a mixture of Moddus Star and Retacel 720 products. However, preference should be given to the application of the Medax TOP regulator because, firstly, the biological yield when using it was higher, albeit insignificantly, secondly, the spraying process is simplified because only one product is applied, and thirdly, the Medax TOP regulator has a wider temperature range of effective operation.

Keywords: winter wheat, fertilizers, growth regulator, nutrition system, productivity elements, plant density, biological yield

УДК 631.8 [631.1:633.3:633.8]

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-102>

О.Ю. Щербаков, аспірант

В.В. Дегтярьов, д-р с.-г. наук, професор

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

АНТИСТРЕСОВА ДІЯ ГУМУСОВИХ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКА (*Helianthus L.*) В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Наведено результати досліджень впливу позакореневого підживлення гумусовими біостимуляторами Зіновій Тріпл Корн, Зіновій Тріпл Оіл, Зіновій Тріпл Дабл, Зіновій Тріпл, Зіновій Гранд Гурій виробництва фірми Пестицид ЕООД (Болгарія) в дозах 2 і 4 л/га на біологічну продуктивність соняшнику товарних