

УДК 631.53.01:633.11:632.08

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.2.3>

ВПЛИВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Паламарчук В.Д. – д.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та садівництва,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4906-3761

Азуркін В.О. – к.с.-г.н., доцент,

старший науковий співробітник,

Інститут кормів та сільського господарства Поділля

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0001-5390-747X

Пшениця озима є стратегічною культурою зернового виробництва України. В умовах кліматичних змін, посилення абіотичних стресів та підвищених вимог до якості зерна зростає актуальність пошуку нових технологічних рішень, що базуються на поєднанні традиційних агротехнічних заходів з біологічними методами стимуляції росту. Одним із перспективних напрямів є застосування бактеріальних препаратів, які здатні активізувати фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, покращувати засвоєння елементів живлення та підвищувати стійкість культур до несприятливих факторів середовища. Метою дослідження було вивчення впливу варіантів удобрення та застосування бактеріальних препаратів нового покоління на формування продуктивності та якісних показників зерна озимої пшениці сорту РЖТ Реформ. Дослідження проводилися у 2023-2024 рр. на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах.

Результати показали, що використання бактеріальних препаратів сприяло підвищенню густоти стояння рослин, коефіцієнта продуктивного куцання та кількості продуктивних стебел, одночасно знижуючи частку непродуктивних пагонів. Найвищі значення цих показників спостерігалися за поєднання мінерального удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$ з передпосівною обробкою насіння. Зокрема, коефіцієнт продуктивного куцання досягав 1,65 (Bioslim), 1,60 (Polymix) та 1,57 (Microstim Гумат калію), а кількість продуктивних стебел зростала до 6207; 5946 та 5643 тис. шт./га відповідно. Урожайність пшениці озимої на контролі (без удобрення) становила 4,88-5,47 т/га, тоді як за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ зростала до 7,00 т/га. Додатковий приріст урожайності від застосування біопрепаратів склав 0,35-1,16 т/га на неудобреному фоні та 0,43-1,72 т/га на удобреному. Максимальні показники врожайності отримано за поєднання добрив із препаратом Bioslim – 7,76 т/га, що перевищило контроль на 59,0 %. Використання Polymix забезпечило урожайність 7,31 т/га (+49,8 %), а Microstim Гумат калію – 6,67 т/га (+36,7 %).

Отримані результати підтверджують доцільність інтегрованого застосування біопрепаратів і мінеральних добрив у сучасних технологіях вирощування пшениці озимої, що дозволяє реалізувати потенціал сорту, підвищити ефективність виробництва та зменшити хімічне навантаження на агроєкосистеми.

Ключові слова: пшениця, удобрення, елементи живлення, бактеріальні препарати, урожайність, обробка насіння.

Palamarchuk V.D., Azurkin V.O. Influence of bacterial preparations on the formation of winter wheat productivity

Winter wheat is a strategic crop in Ukraine's grain production system. Under conditions of climate change, intensification of abiotic stresses, and increasing demands for grain quality, the search for innovative technological solutions that combine traditional agronomic practices with biological growth stimulation methods is becoming increasingly relevant. One promising approach is the use of bacterial preparations, which can activate physiological and

biochemical processes in plants, improve nutrient uptake, and enhance crop tolerance to adverse environmental factors.

The aim of the study was to investigate the effect of different fertilization regimes and the application of next-generation bacterial preparations on the formation of productivity and grain quality indicators of winter wheat cultivar RGT Reform. The research was carried out in 2023-2024 on gray forest medium loam soils.

The results demonstrated that the use of bacterial preparations increased plant stand density, improved the coefficient of productive tillering, and enhanced the number of fertile stems, while simultaneously reducing the proportion of unproductive shoots. The highest values of these indicators were recorded under the combined application of mineral fertilizer $N_{90}P_{60}K_{60}$ and seed treatment. In particular, the coefficient of productive tillering reached 1.65 with Biostim, 1.60 with Polymix, and 1.57 with Microstim Potassium Humate, while the number of productive stems increased to 6207, 5946, and 5643 thousand pcs/ha, respectively. Grain yield in the control treatment (without fertilization) ranged from 4.88 to 5.47 t/ha, whereas the application of $N_{90}P_{60}K_{60}$ increased it to 7.00 t/ha. Additional yield increments from bacterial preparations were 0.35-1.16 t/ha under unfertilized conditions and 0.43-1.72 t/ha under fertilization. The maximum yield was obtained with the combination of $N_{90}P_{60}K_{60}$ and Biostim seed treatment – 7.76 t/ha, which exceeded the control by 59.0 %. The application of Polymix resulted in 7.31 t/ha (+49.8 %), while Microstim Potassium Humate ensured 6.67 t/ha (+36.7 %).

The findings confirm the feasibility of integrated use of bacterial preparations and mineral fertilizers in modern winter wheat cultivation technologies. Such an approach allows for the realization of varietal potential, improves production efficiency, and reduces the chemical load on agroecosystems.

Key words: winter wheat, fertilization, nutrients, bacterial preparations, yield, seed treatment.

Постановка проблеми. Пшениця у світі займає біля 28 % посівних площ зернових культур, що робить її однією з ключових продовольчих культур. Вона забезпечує людство приблизно п'ятою частиною добових калорій у різних видах споживання. Завдяки цьому пшениця зберігає провідне значення у структурі харчування населення, а вирощування її виробництва розглядається як необхідна умова гарантування продовольчої безпеки [1-3].

У структурі зернового виробництва України пшениця озима посідає провідне місце, її стратегічне значення підтверджується високими щорічними площами вирощування, які сягають близько 4,5 млн га (в кращі роки до 9,0 млн./га), а також вагомою роллю у забезпеченні потреб національної економіки [4] з понад 800 млн т валових зборів зерна у світі [5-6].

Через це дослідження в даному напрямку має високу актуальність та практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирощування озимої пшениці займає чільне місце із пріоритетних напрямків аграрного виробництва України. Попри складні економічні умови, що нині впливають на більшість секторів національної економіки, господарства демонструють високі результати урожайності цієї культури, що зумовлює підвищений інтерес як з боку виробників, так і з боку споживачів. Для перших актуальним є завдання отримання максимальної врожайності, тоді як другі зосереджують увагу передусім на якості та екологічній безпеці зерна й продуктів його переробки [7, 8].

На сьогоднішній день, незалежно від зони вирощування, одна з ключових зернових культур України – озима пшениця – зазнає негативного впливу кліматичних змін, насамперед через нестабільність опадів і пов'язані з цим посушливі періоди. Стабілізувати продуктивність культури можна шляхом оптимізації фізіологічних процесів та підвищення стійкості до посухи за допомогою застосування мікробіологічних препаратів і регуляторів росту. Комплексне поєднання

агротехнологічних заходів із генетичним потенціалом сучасних сортів дозволяє забезпечити стабільну врожайність озимої пшениці [9].

Підтримання позитивної динаміки зростання валових зборів зерна пшениці забезпечується як використанням високоякісного насіння продуктивних сортів зернових культур, так і впровадженням сучасних інноваційних технологій на основі інтенсифікації та біологізації у процес їх вирощування [10, 11].

Пошук та впровадження альтернативних елементів технології вирощування озимої пшениці, що базуються на біологізації виробничих процесів, є одним із пріоритетних завдань сучасної аграрної науки. Використання таких підходів дозволяє не лише знизити хімічне навантаження на агроценози, а й стабілізувати фізіологічні механізми адаптації рослин до стресових умов довкілля [12].

Фактична врожайність біотипів озимої пшениці формується неоднозначно залежно від умов вирощування. Водночас вплив селекційних ознак у окремих випадках виявлявся протилежним за різних агротехнічних умов та морфоструктурних особливостей генотипу [13].

Світова наука, упродовж декількох десятиліть, характеризується чіткою тенденцією до активного впровадження біотехнологій, які виступають дієвим інноваційним інструментом, заснованим на використанні молекулярно-біологічних, а передусім молекулярно-генетичних механізмів [14, 15].

Проявляти потенційні можливості сучасних сортів пшениці озимої дозволяє активізація адаптаційних процесів у рослин, що певною мірою забезпечується науково обґрунтованим застосуванням агротехнічних заходів, зокрема вибором сортів та використанням препаратів, що зменшують негативний вплив посушливих погодно-кліматичних умов, які останнім часом посилюються в регіоні [16].

Інтенсивне внесення в сучасних технологіях синтетичних засобів захисту рослин створює негативний вплив на довкілля та якість отриманої продукції, у зв'язку із чим зростає актуальність біологічних технологій вирощування. В умовах інтенсифікації, крім того, істотно зростає резистентність збудників хвороб до хімічних речовин, а препарати з часом втрачають свою ефективність. Фунгіциди нерідко чинять негативний вплив на рослини, зумовлюючи уповільнення їхнього росту, а в окремих випадках навіть повне припинення розвитку. Тому одним із перспективних шляхів забезпечення екологічної безпеки є використання біологічних засобів захисту, які, на відміну від препаратів хімічного синтезу, після внесення в агроєкосистему спричиняють якісні та кількісні зміни у структурі її ценозу. Водночас значна частина механізмів взаємодії рослин із біопрепаратами залишається недостатньо з'ясованою. Зокрема, потребує подальшого дослідження вплив препаратів різної концентрації на довкілля та реакція рослин на їх застосування в різних ґрунтово-кліматичних умовах [17, 18].

Позитивна дія біопрепаратів, на основі корисних мікроорганізмів, стосується не лише підвищення врожайності, а й поліпшення якості отримуваної продукції. Дослідження, проведені одеськими науковцями, засвідчили, що застосування біологічної технології вирощування пшениці озимої формує приріст урожайності до 10 % та сприяє формуванню зерна високої якості, яке відповідає 2-3 класу [14].

Найвищу ефективність у технологіях вирощування зернових культур забезпечує поєднання біопрепаратів на основі фосформобілізуючих бактерій із мінеральними добривами. Оптимальним є передпосівна обробка насіння пшениці озимої та ячменю ярого препаратами Фосфоентерин або Поліміксобактерин на фоні внесення мінеральних добрив: для пшениці озимої – P_{30} , для ярого ячменю – $N_{30}P_{30}$ з урахуванням розрахункової дози (N_{53}) [19].

Важливим напрямом використання бактеріальних препаратів є вивчення можливості їх поєднання у бакових сумішах із гербіцидами та регуляторами росту рослин. Наприклад вчені [20] встановили, що найінтенсивніший синтез хлорофілів у листовому апараті ячменю ярого спостерігається за умови поєданого внесення гербіциду Лінтур 70 WG (120 г/га) з біопрепаратом Емістин С (10 г/га). Така комбінація створює сприятливіші умови для росту та розвитку культури, активізує ключові фізіологічні процеси, а також пом'якшує негативний вплив гербіцидного навантаження на рослини і довкілля.

Інокуляція насіння пшениці озимої мікробіологічними препаратами сприяє покращенню окремих фізіологічних процесів, зокрема накопичення хлорофілу в листках. На момент завершення осінньої вегетації всі варіанти з інокуляцією насіння продемонстрували збільшення вмісту хлорофілу порівняно з контролем на 0,3-0,6 мг/г а.с.р. Особливо виділялися варіанти, де до препарату Меланоріз додавали бактеріальні засоби Гуміфренд або Хелпрост [21].

Бактеріальні препарати здатні поліпшувати засвоєння рослинами основних елементів живлення. Оскільки відомо, що недостатнє надходження поживних елементів до рослин спричиняє формування слабкого та неповноцінного зерна, що негативно впливає на його якість і призводить до значних економічних втрат [6, 22].

Головним показником ефективності технологічних прийомів, застосованих при вирощуванні пшениці, традиційно виступає отриманий урожай [23]. А у формуванні урожайності важлива роль відводиться попередникам та ефективному використанню добрив на яке істотно впливають корисні мікроорганізми ґрунту [18, 24].

Обробка рослин біологічним препаратом суттєво впливає на накопичення білка та сиров'язковини у зерні, що сприяє формуванню продукції вищої якості. Використання бактерій роду *Bradyrhizobium japonicum* та *Azotobacter chroococcum*, які забезпечують фіксацію атмосферного азоту у форми, доступні для рослин, створює позитивний живильний фон. У поєднанні з азотним добривом КАС-32 це формує додаткове джерело поживних речовин для пшениці озимої. Підвищена якість зерна сприяє зростанню реалізаційної ціни та підвищенню економічності ефективності його виробництва [8].

Численні закордонні дослідження показали, що застосування комплексних органічних добрив, композитних біорегуляторів росту, іннокулянтів, нанопрепаратів та біогенних елементів сприяє оптимізації росту і розвитку рослин, підвищенню їхньої стійкості до стресових факторів через посилення імунітету, активацію біологічних процесів, інтенсифікацію синтезу органічних речовин, збільшення листової поверхні та підвищення чистої продуктивності фотосинтезу, що в кінцевому результаті підвищує продуктивність польових культур [25, 26].

Використання мікробіологічних препаратів підвищує здатність пшениці озимої ефективно засвоювати поживні речовини, активізує ріст рослин протягом всієї вегетації та позитивно впливає на структуру та якість зернового врожаю. Окрім передпосівної інокуляції насіння, обприскування посівів також впливало на довжину колосу, забезпечуючи збільшення порівняно з контролем на 4,12 % при обробці в фазі кушіння та на 3,00 % – у фазі виходу в трубку за застосування препарату Гуміфренд [21].

На основі наукових досліджень І. В. Смірної [3], відмічено що максимальна урожайність зерна озимої пшениці була досягнута за умови сумісної передпосівної обробки насіння біопрепаратами Азотофіт-р та Фітоцид-р. Крім того, сортови

особливості суттєво впливали на формування рівня врожайності. Зокрема, за середніми даними, урожайність зерна сорту Ліга одеська при різних варіантах передпосівної обробки становила 5,66 т/га, перевищуючи показники інших сортів у межах 0,9-18,9 %.

Останніми роками спектр бактеріальних препаратів істотно розширився і нині охоплює засоби, створені на основі асоціативних, вільноживучих та симбіотичних азотфіксуючих мікроорганізмів, а також фосформобілізуючих штамів і комплексних препаратів бінарної дії [8].

В зв'язку із цим, вивчення даної проблематики має широкі межі та є дуже актуальним завданням сучасної аграрної науки.

Постановка завдання. Метою досліджень була оцінка впливу різних систем удобрення і застосування бактеріальних препаратів нового покоління на формування врожайності та якісних параметрів зерна пшениці озимої сорту Реформ.

Матеріал і методика досліджень. Польові дослідження проводилися в умовах дослідного поля ТОВ «Органік-Д» впродовж 2023-2024 рр., що розташоване в центральній частині Вінницької області у селі Сутиски.

Ґрунти дослідних ділянок сірі лісові середньосуглинкові на лесовидних суглинках.

Дослід із пшеницею озимою проводили відповідно до загальноприйнятих методик [27, 28]. Випробування виконували в трикратній повторності за рендомізованим розміщенням ділянок. Площа посівної ділянки становила 5 га, облікова – 26 м².

Схема дослідів включала два чинники: Фактор А – система удобрення: 1) без удобрення; 2) N₉₀P₆₀K₆₀; Фактор В – внесення біопрепаратів: 1) контроль (без обробки), 2) Biostim насіння – 1,0 л/т; 3) Polimix – 1,0 л/т; 4) Microstim Гумат калію – 1,0 л/т.

В дослідження використовували середньостиглий сорт пшениці озимої **РЖТ Реформ**, який із 2017 року занесений до Реєстру сортів України. Це один із провідних сортів французької селекції лінійки RAGT (Франція) для інтенсивних і традиційних технологій із потенційною урожайністю понад 10 т/га, що формує стабільно високу якість зерна, високу має зимостійкість, міцне стебло стійке до вилягання (9 балів) й універсальну адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування. Висока стійкість до вилягання істотно скорочує втрати врожаю під час проведення збиральних робіт. Рекомендовані регіони для вирощування: Лісостепова, Поліська та Степова зони.

Вегетаційний період у даного сорту становить 263-285 діб. Рослини формують висоту 85-90 см, з добре озерненим колосом. Зерно має великі розміри та червоне забарвлення, ендосперм скловидний, що сприяє високим хлібопекарським показникам.

Сорт РЖТ Реформ відзначається високою толерантністю та стабільною стійкістю до основних хвороб: борошнистої роси – 8 балів, бурої та жовтої іржі – 8 балів, септоріозу – 8 балів, фузаріозу колосу – 8 балів, піренофорозу – 7 балів та церкоспорельозу – 7 балів, ефективно витримує та переносить стреси, що пов'язані із посушливими умовами (7 балів) та перепадами температур. Зимостійкість даного сорту досягає 8-9 балів.

Потенціал урожайності складає 10,5-11,0 т/га і навіть 13,0 т/га, за середньої урожайності у виробничих умовах 7,5-8,5 т/га. Маса 1000 зерен становить 45-49 г, вміст білка у зерні становить 13,5-14,2 %, клейковини – 28-31 %, сила борошна (W) – 320-350 од.

Агротехнічні рекомендації: рекомендована норма висіву насіння – 4,2-5,0 млн. шт. схожих насінин / га (залежно від вологозабезпечення та строків сівби), оптимальні строки сівби даного сорту це період з 20 вересня по 5 жовтня.

В дослідях для обробки насіння пшениці озимої використовували такі бактеріальні препарати як Biostim насіння, Polymix та Microstim Гумат калію

Biostim насіння – це комплексний препарат для передпосівної обробки насіння озимих і ярих зернових, бобових культур та гречки, що забезпечує їхню біологічну активізацію. До його складу входять спори бактерій *Bacillus ssp.* та продукти їх метаболізму: фітогормони (ауксини, гібереліни і цитокініни), амінокислоти, вітаміни, мікроелементи, ПАР. Титр не менше не менше 1×10^7 КУО/мл.

Polymix містить спори бактерій *Bacillus polymyxa*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis* та *Azotobacter croococcum*, а також продукти їхнього метаболізму: фітогормони ауксинового, гіберелінового та цитокінінового типів, амінокислоти й вітаміни. Загальний титр становить не менше $1,0 \times 10^8$ КУО/г (мл).

Microstim Гумат калію – стимулятор росту рослин, що отримується із леонардиту та містить у своєму складі гумінові кислоти – 100 г/л, фульво кислоти – 60 г/л, P_2O_5 – 30 г/л, K_2O – 40 г/л, фітогормони, мікроелементи.

Внесення мінеральних добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{60}$ включало внесення у рядки при посіві тукоsumіші із розрахунку 20 кг / га д.р. добрива та в основне удобрення нітроамофоски та аміачної селітри.

Обробку насіння пшениці озимої сорту РЖТ Реформ за 15-20 днів до посіву проводили інсектицидно-фунгіцидним протруйником Тібарі (діюча речовина: дифеноконазол, 25 г/л; флудіоксаніл, 25 г/л; імідаклоприд, 350 г/л) нормою 1,5 л/т. Бактеріальні препарати вносили в бакових сумішах одночасно із протруєння інсектицидно-фунгіцидним протруйником Тібарі.

Посів здійснювали 25 вересня звичайним рядковим способом за допомогою сіялки СЗТ-3,6, при цьому норма висіву насіння становила 5,0 млн/га, польова схожість 81-85 %, лабораторна схожість 93-94 %. Попередником у дослідях виступав ріпак озимий.

Показники формування густота стояння рослин здійснювали за методикою В.В. Волкодава [28].

Збирання врожаю озимої пшениці здійснювали міні-комбайном Sampo окремо з кожного повторення. Після обмолоту ділянки роботу молотильного апарата зупиняли, а зібране зерно зважували та перераховували до стандартних показників вологості (14 %) і чистоти (100 %) [29].

Отримані результати досліджень у вигляді цифрових аналітичних даних підлягали статистично-математичній обробці. Для цього застосовували методи дисперсійного, кореляційного та варіаційного аналізів із використанням програмного забезпечення Microsoft Excel та Agrostat [30]

Виклад основного матеріалу. Процес росту рослин пшениці озимої, як і інших зернових культур, відіграє ключову роль у формуванні надземної біомаси та забезпеченні високої продуктивності посівів. Разом із тим існують певні обмеження у вирощуванні цієї культури, які зумовлені як генетичними характеристиками конкретного сорту, так і рівнем агротехнічного забезпечення та впливом погодних факторів.

Особливості формування продуктивності посівів пшениці озимої залежно від варіантів удобрення та внесення бактеріальних препаратів на посівах сорту пшениці РЖТ Реформ (табл. 1).

Встановлено, що в середньому по досліді густота стояння рослин на варіанті удобрення (Без удобрення) у фазу сходів становила 4345,7 тис. шт./га, а в період

збирання – 3649,0 тис. шт./га. Тоді як на варіанті із внесенням $N_{90}P_{60}K_{60}$ вона склала – 4354,0 та 3657,0 тис. шт./га.

Обробка насіння бактеріальними препаратами також впливала на формування густоти посіву сорту РЖТ Реформ. Зокрема, в середньому по досліді густота стояння рослин на варіанті із обробкою насіння препаратом Biostim у нормі 1,0 л/т склала у фазу сходів 4415,5 тис. шт./га, а в період збирання – 3755,0 шт.

Таблиця 1

Формування продуктивності посіву пшениці озимої сорту РЖТ Реформ залежно від варіанту удобрення та застосування бактеріальних препаратів, (середнє за 2023-2024 рр.)

Варіант удобрення	Варіанти досліді	Густота стояння рослин, тис. шт./га		Коефіцієнт продуктивного кушення	Кількість продуктивних стебел на час збирання, тис. шт./га	Непродуктивні стебла, %
		сходи	збирання			
Без удобрення	Контроль – без обробки	4253	3545	1,30	4608	9
	Biostim насіння – 1,0 л/т	4410	3748	1,44	5397	5
	Polimix – 1,0 л/т	4395	3713	1,40	5198	5
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	4325	3590	1,35	4847	7
$N_{90}P_{60}K_{60}$	Контроль – без обробки	4267	3556	1,50	5334	7
	Biostim насіння – 1,0 л/т	4421	3762	1,65	6207	4
	Polimix – 1,0 л/т	4398	3716	1,60	5946	4
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	4330	3594	1,57	5643	6
НІР ₀₅						
Фактор А		130,5	109,6	–	161,9	–
Фактор В		98,7	58,4		102,7	
Взаємодія АВ		142,8	116,7		168,4	

На варіанті із обробкою насіння бактеріальним препаратом Polimix нормою 1,0 л/т – 4396,5 та 3714,5 тис. шт./га, відповідно. А на варіанті із обробкою насіння бактеріальним препаратом Microstim Гумат калію нормою 1,0 л/т – 4327,5 та 3592,0 тис. шт./га.

Коефіцієнт продуктивного кушення на контрольному варіанті (без удобрення), в середньому по досліді становив – 1,37, а на варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ даний показник склав 1,58. При цьому на варіантах із внесенням бактеріальних препаратів, в середньому становив, за обробки насіння Biostim (1,0 л/т) – 1,55; Polimix (1,0 л/т) – 1,50; Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 1,46. Найвищий коефіцієнт продуктивного кушення відмічено на варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із обробкою насіння бактеріальними препаратами Biostim (1,0 л/т) – 1,65; Polimix (1,0 л/т) – 1,60; Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 1,57.

Кількість продуктивних стебел на час збирання на контрольному варіанті (без удобрення) – 5012,5 тис. шт./га, на варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 5782,5 тис. шт./га. За проведення обробки насіння бактеріальними препаратами пшениці озимої кількість продуктивних стебел на час збирання становила Biostim (1,0 л/т) – 5802 тис. шт./га; Polimix (1,0 л/т) – 5572 тис. шт./га; Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 5245 тис. шт./га. Найвище значення кількості продуктивних стебел на час збирання відмічено на варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із обробкою насіння бактеріальними препаратами Biostim (1,0 л/т) – 6207 тис. шт./га; Polimix (1,0 л/т) – 5946 тис. шт./га; Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 5643 тис. шт./га.

Кількість непродуктивних стебел на контрольному варіанті (без удобрення) склав 6,5 %, а на варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 5,3 %. За проведення обробки насіння бактеріальними препаратами пшениці озимої кількість непродуктивних стебел становила Biostim (1,0 л/т) – 4,5; Polimix (1,0 л/т) – 4,5; Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 6,5. Найнижче значення кількості непродуктивних стебел відмічено на варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із обробкою насіння бактеріальними препаратами Biostim (1,0 л/т) – 4; Polimix (1,0 л/т) – 4.

Вплив варіантів удобрення та застосування бактеріальних препаратів на урожайність пшениці озимої (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність пшениці озимої сорту РЖТ Реформ залежно від варіанту удобрення, т/га (середнє за 2023-2024 рр.)

Система удобрення	Варіанти дослідів	Урожайність зерна, т/га	Приріст врожайності, +/-					
			до контролю		до фону		взаємодії факторів	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%
Без удобрення	Контроль – без обробки	4,88	-	-	-	-	-	-
	Biostim насіння – 1,0 л/т	6,04	1,16	23,7	1,16	23,7	-	-
	Polimix – 1,0 л/т	5,72	0,84	17,2	0,84	17,2	-	-
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	5,23	0,35	7,17	0,35	7,17	-	-
$N_{90}P_{60}K_{60}$	Контроль – без обробки	6,24	1,36	27,9	-	-	1,36	27,9
	Biostim насіння – 1,0 л/т	7,76	2,88	59,0	1,52	24,4	1,72	28,5
	Polimix – 1,0 л/т	7,31	2,43	49,8	1,07	17,1	1,59	27,8
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	6,67	1,79	36,7	0,43	6,9	1,44	27,5
НІР ₀₅								
Фактор А		0,249	–	–	–	–	–	–
Фактор В		0,372						
Взаємодія АВ		0,415						

Із даних таблиці 2 видно, що урожайність пшениці озимої сорту РЖТ Реформ на контрольному варіанті (без удобрення) в середньому по досліді склав 5,47 т/га, а на варіанті із внесенням добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайність зросла на 1,53 т/га та становила 7,00 т/га.

Обробка насіння бактеріальними препаратами сприяло зростанню урожайності зерна пшениці сорту РЖТ Реформ на 0,35-1,16 т/га на контрольному варіанті (без удобрення) та на варіанті із внесенням добрив на – 0,43-1,72 т/га в порівнянні із контролем. Найвище значення урожайності пшениці озимої сорту РЖТ Реформ встановлено на варіанті із внесенням добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із обробкою насіння бактеріальними препаратами Biostim (1,0 л/т) становила – 7,76 т/га; Polimix (1,0 л/т) – 7,31 т/га; Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 6,67 т/га.

Отже, обробка насіння пшениці озимої сорту РЖТ Реформ у поєднанні із внесенням добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{60}$ сприяла отриманню найвищого рівня урожайності – 6,67-7,76 т/га, що на 36,7-59,0 % більше ніж на контролі.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено, що поєднання мінерального удобрення у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ з передпосівною обробкою насіння бактеріальними препаратами сприяло покращенню густоти стояння рослин, підвищенню коефіцієнта продуктивного кущення, зменшенню частки непродуктивних стебел та формуванню більшої кількості продуктивних пагонів. Це забезпечило істотне зростання врожайності озимої пшениці сорту РЖТ Реформ, яка досягала 6,67-7,76 т/га, що перевищувало контроль на 36,7-59,0 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nazarenko M., Mykolenko S., Okhmat P. Variation in grain productivity and quality of modern winter wheat varieties in northern Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(3). P. 102-108. doi: 10.15421/2020_175.
2. Gamayunova V., Kovalenko O., Smirnova I., Korkhova M. The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations. *Scientific Horizons*. 2022. № 25(6). P. 65-74. doi: 10.48077/scihor.25(6).2022.65-74
3. Смірнова І. В. Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на ріст і розвиток рослин сортів пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 114-119. doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.16>
4. Вернера І. Є. Статистичний щорічник України за 2024 р. Statistical Yearbook of Ukraine. К.: Держстат України, 2024. 268 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf (дата звернення 24.08.25)
5. Лозінський М. В., Самойлик М. О. Особливості формування елементів структури врожайності в сортів пшениці м'якої озимої різних екотипів в умовах Центрального Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 159-167. doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.24>
6. Лозінський М. В., Зінченко С. В., Юрченко А. І., Устинова Г. Л., Самойлик М. О., Філіцька О. О. Елементи структури урожайності та їх кореляційні взаємозв'язки у популяції пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої. *Агробіологія*. 2025. № 1. С. 112-121. doi: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-112-121.
7. Карамушка О. М. Підвищення конкурентоспроможності виробників зернових культур в Україні. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 2(40). С. 104-108.
8. Дерев'янка І. О., Гончарова Д. Д., Подпряткова Ю. С., Аксенко П. А. Ефективність використання комплексного біологічного препарату «Мегаврожай» на формування показників врожайності та якості зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 23-29. doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.4>

9. Чугрій Г. А. Адаптивні властивості сорту як фактор підвищення валового збору зерна пшениці озимої. *Зернові культури*. 2021. № 5(1). С. 99-105. doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0165>
10. Коновалов Д. Передпосівна підготовка насіння пшениці озимої – спосіб підвищення його якості. *«Аграрна наука Західного Полісся»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. «Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості»*. Рівне, 2023. С. 40-41.
11. Устинова Г. Л., Лозінський М. В., Федорук Ю. В., Самойлик М. О., Філіцька О. О., Дубова О. А. Вплив генотипу і умов року на показник ступеня фенотипового домінування загальної кущистості за внутрішньовидової гібридизації пшениці (*Triticum aestivum* L.) озимої. *Агробіологія*. 2024. № 2. С. 174-184. doi: [10.33245/2310-9270-2024-191-2-174-184](https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-191-2-174-184)
12. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Чугрій Г. А. Особливості реалізації потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої в агрокліматичних умовах Донецької області. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2018. № 102. С. 9-14.
13. Lollato R. P., Ruiz Diaz D. A., De Wolf E., Knapp M., Peterson D. E., Fritz Allan K. Agronomic practices for reducing wheat yield gaps: A quantitative appraisal of progressive producers. *Crop Science*. 2019. № 59(1). P. 333-350. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.04.0249>
14. Сметанко О. В., Зорунько В. І. Застосування біологічних препаратів при вирощуванні пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення та попередників в умовах південного степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. № 88. С. 111-119.
15. Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Поспелов С. В., Литвиненко С. О., Сиваш К. С. Ефективність застосування біопрепаратів на пшениці озимій. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(4). С. 37-42. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.04.07>
16. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Чугрій Г. А. Вирощування пшениці озимої в умовах недостатнього зволоження в зоні східної частини північного Степу України. Науково-практичні рекомендації. Покровськ: ДДСДС НААН., 2019. 17 с.
17. Мосійчук І. І., Безноско І. В., Горган Т. М., Гаврилюк Л. В., Мінералова В. О. Вплив біологічних препаратів на чисельність мікроміцетів ризосферного ґрунту рослин ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 39-49. doi: [10.31210/visnyk2022.02.04](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.04)
18. Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю., Паламарчук О. Д., Шуберанський В. Е. Інноваційні технології в рослинництві: підручник. Вінниця: ТОВ «Друк», 2024. 582 с.
19. Чайковська Л. О. Ефективність поєднаного використання біопрепаратів на основі фосфатмобілізувальних бактерій та мінеральних добрив при вирощуванні зернових на півдні України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 52-58.
20. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Вміст хлорофілу у листках пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтур 70 WG і регулятора росту рослин Емістим С. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17(1). С. 414-418.
21. Віннюков О. О., Чугрій Г. А., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на фізіологічні процеси формування зернової продуктивності пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 11-20. doi: [10.31210/visnyk2022.02.01](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.01)
22. Геллер О. Й., Пашова В. Т., Корбанюк Р. А., Зайцева О. С., Кравченко К. О. Особливості формування кількісних і якісних показників ячменю ярого при застосуванні біотехнологічних препаратів. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 82. С. 36-40.

23. Шевніков Д. М. Формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 20-27. doi: 10.31210/visnyk2019.04.02

24. Каленська С. М., Токар Б. Ю., Ташева Ю. В. Управління стійкістю рослин зернових культур до вилягання. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України*. Серія «Агрономія». 2015. Ч. 1. Вип. 210. С. 22-30.

25. Singh G., Sharma G., Sanchita, Kalra P., Batish D. R., Verma V. Role of alkyl silatranes as plant growthregulators: comparative substitution effect on root and shoot development of wheat and maize. *Journal of the science of nutrition and agriculture*. 2018. № 98(13). P. 5129-5133. DOI: 10.1002/jsfa.9052

26. Klein J., Guimarães V. F. Evaluation of the agronomic efficiency of liquid and peat inoculants of *Azospirillum brasilense* strains in wheat culture, associated with nitrogen fertilization. *Journal of Nutrition, Agriculture & Environment*. 2018. № 16 (1). P. 41-48.

27. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

28. Вовкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К.: 2001. 356 с.

29. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. /За ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 342 с.

30. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 06.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 23.10.2025

Дата публікації: 05.12.2025