

УДК 631.5:631.8

DOI: 10.37128/2707-5826-2026-3-6

ВПЛИВ СИСТЕМИ БАКТЕРІАЛЬНО-МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

В.О. АЗУРКІН, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України

У статті представлено результати експериментальних досліджень, спрямованих на визначення ефективності застосування бактеріально-мінеральної системи живлення кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу правобережного. Дослідження є актуальним у зв'язку з необхідністю оптимізації систем удобрення кукурудзи на зерно, підвищення коефіцієнта використання поживних речовин із мінеральних добрив, розширення застосування біологічних препаратів та адаптації технологій вирощування до змін клімату. Метою роботи було встановлення закономірностей впливу різних фонів мінерального живлення у поєднанні з бактеріальними препаратами на формування ростових процесів і зернової продуктивності кукурудзи та визначення оптимального варіанта живлення для ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України. Польові дослідження виконували протягом 2023-2024 років на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах. Об'єктом дослідження був гібрид кукурудзи ДКС 3972 (ФАО 300) за норми висіву 72 тис. насінин/га. Схемою досліду передбачалося вивчення двох фонів мінерального живлення: N_{92} та $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$, а також застосування бактеріальних препаратів Біостим кукурудза (0,05 кг/посівну одиницю) і Біостим Форте (0,15 л/га).

Програмою досліджень передбачалося визначення висоти рослин у фазі ВВСН 55 та оцінка врожайності зерна кукурудзи. Аналіз отриманих даних засвідчив істотний вплив досліджуваної системи бактеріально-мінерального живлення на формування ростових показників культури. На фоні N_{92} висота рослин становила 218 см на контролі, тоді як застосування препаратів Біостим кукурудза та Біостим Форте забезпечило її збільшення до 223 і 222 см відповідно. Підвищення рівня мінерального живлення до $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ сприяло подальшому покращенню росту рослин. За відсутності інокуляції висота рослин досягла 227 см, тоді як використання бактеріальних препаратів забезпечило її збільшення до 232–233 см. Максимальне значення показника (233 см) зафіксовано за поєднання підвищеного фону мінерального удобрення із застосуванням препарату Біостим Форте. Результати досліджень свідчать, що інокуляція насіння бактеріальними препаратами сприяла підвищенню зернової продуктивності кукурудзи на обох фонах мінерального живлення. Найбільш виражений ефект відмічено за поєднання мінерального удобрення з біологічними препаратами. Так, на фоні N_{92} урожайність зерна збільшилася з 8,41 т/га у контролі до 9,11 т/га при застосуванні препарату Біостим кукурудза та до 9,08 т/га за використання Біостим Форте, що підтверджує доцільність інтегрованого використання бактеріально-мінеральної системи живлення. За підвищеного рівня мінерального живлення без інокуляції сформовано врожайність 10,60 т/га, тоді як сумісне використання бактеріальних препаратів забезпечило її збільшення до 11,65–11,91 т/га. Найвищу врожайність – $11,91 \pm 2,00$ т/га – одержано за внесення добрив у нормі $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ у поєднанні із застосуванням препарату Біостим Форте, що на 3,50 т/га (41,6 %) перевищувало контрольний варіант.



Отримані результати свідчать, що інтеграція бактеріальних препаратів у систему мінерального живлення є ефективним елементом технології вирощування кукурудзи на зерно. Поєднання збалансованого мінерального удобрення з бактеріальною інокуляцією забезпечує активізацію ростових процесів, покращує використання поживних речовин, сприяє реалізації продуктивного потенціалу гібрида та формуванню високої врожайності зерна. Найбільш ефективним для умов Лісостепу правобережного є застосування фону мінерального живлення $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ у поєднанні з препаратом Біостим Форте, що може бути рекомендовано для впровадження у виробництво як елемент ресурсоощадної та екологічно збалансованої технології вирощування кукурудзи на зерно.

Ключові слова: кукурудза, зерно, гібрид, висота рослин, урожайність, технологія вирощування.

Табл. 1, Рис. 1, Літ 10.

Постановка проблеми. Кукурудза є однією з провідних зернових культур, що відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої, кормової та енергетичної безпеки, тому підвищення ефективності її вирощування залишається одним із пріоритетних напрямів сучасної аграрної науки та практики [1]. У сучасних умовах результативність технологій вирощування значною мірою визначається їх здатністю адаптуватися до негативного впливу кліматичних змін, деградації ґрунтового покриву, нестабільності водного й температурного режимів, а також необхідності раціонального використання мінеральних добрив і зниження екологічного навантаження на агроєкосистеми [2]. У зв'язку з цим особливої уваги потребує вдосконалення систем живлення кукурудзи на основі поєднання мінеральних добрив із біологічними препаратами, що сприяє більш повному засвоєнню елементів живлення, активізації мікробіологічних процесів у ризосфері, підвищенню адаптивного потенціалу рослин та реалізації їх продуктивних можливостей.

Результати сучасних наукових досліджень підтверджують, що інтегроване застосування бактеріальних препаратів і мінеральних добрив є перспективним напрямом оптимізації систем живлення кукурудзи. Таке поєднання забезпечує активізацію ґрунтової мікробіоти, стимулює розвиток кореневої системи, покращує засвоєння рослинами макро- і мікроелементів, інтенсифікує перебіг фізіолого-біохімічних процесів та сприяє більш повній реалізації продуктивного потенціалу сучасних гібридів культури [3]. Водночас ефективність бактеріально-мінерального живлення значною мірою залежить від комплексу агроєкологічних чинників, серед яких важливе місце займають ґрунтово-кліматичні умови, агрохімічний стан ґрунту та особливості технології вирощування. Це обумовлює необхідність проведення регіональних досліджень для наукового обґрунтування найбільш ефективних моделей застосування біологічних і мінеральних компонентів живлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Удосконалення систем живлення кукурудзи на зерно належить до ключових напрямів сучасних агрономічних досліджень, що зумовлено необхідністю підвищення продуктивності культури за одночасного раціонального використання мінеральних ресурсів і збереження родючості ґрунтів.

Сучасна концепція удобрення ґрунтується на інтеграції мінеральних і біологічних компонентів, здатних оптимізувати живлення рослин, активізувати ґрунтові мікробіологічні процеси та підвищити ефективність засвоєння поживних елементів. Тому останніми роками особливу увагу приділяють дослідженням комплексного застосування мінеральних добрив, бактеріальних препаратів і фізіологічно активних сполук, що забезпечують максимальну реалізацію продуктивного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи та сприяють екологізації технологій її вирощування [5].

У наукових працях І.М. Дідура обґрунтовано, що ефективність формування врожайності кукурудзи значною мірою визначається рівнем збалансованості мінерального живлення, яке забезпечує оптимальне функціонування фізіолого-біохімічних процесів, розвиток асиміляційного апарату, кореневої системи та накопичення біомаси рослин [6]. Водночас ефективність традиційних систем удобрення обмежується впливом ґрунтово-кліматичних чинників, через що коефіцієнти використання азоту, фосфору й калію з добрив нерідко залишаються невисокими. У зв'язку з цим актуальним є пошук агротехнологічних рішень, спрямованих на підвищення доступності елементів живлення та ефективності їх засвоєння рослинами кукурудзи.

Значний науковий інтерес становить застосування бактеріальних препаратів, основу яких складають асоціативні азотфіксувальні, фосфатмобілізувальні та ризосферні мікроорганізми, здатні покращувати функціонування системи «ґрунт–рослина» [7]. Дослідження Г.В. Панциревої підтверджують, що використання таких біологічних засобів інтенсифікує мікробіологічні процеси в ризосфері, підвищує доступність макро- і мікроелементів, стимулює синтез регуляторів росту, активізує розвиток кореневої системи та підсилює адаптаційні можливості рослин за несприятливих умов вирощування [8].

Найбільш виражений агрономічний ефект спостерігається за поєднання бактеріальних препаратів із мінеральним удобренням, що забезпечує синергетичну взаємодію біологічних і агрохімічних факторів живлення та сприяє підвищенню продуктивності посівів кукурудзи. Водночас результати наукових досліджень О.П. Ткачука свідчать, що ефективність бактеріалізації насіння істотно варіює залежно від сукупності біотичних і абіотичних факторів [9].

Зокрема, її результативність визначається видовим складом і функціональною активністю мікроорганізмів, агрохімічними характеристиками ґрунту, погодними умовами впродовж вегетації, рівнем мінерального живлення рослин та генотиповими особливостями гібридів кукурудзи. Саме тому ефективні схеми поєднання бактеріальних препаратів із мінеральними добривами потребують наукового обґрунтування для кожної природно-кліматичної зони, що забезпечить максимальну реалізацію їх агрономічного потенціалу.

Попри значний науковий доробок у сфері оптимізації систем удобрення кукурудзи, для ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України недостатньо вивченими залишаються закономірності формування зернової продуктивності культури за інтегрованого застосування бактеріальних препаратів і мінеральних добрив. Особливо актуальним є визначення найбільш ефективних моделей бактеріально-мінерального живлення, які забезпечували б не лише підвищення врожайності, а й покращення використання поживних речовин із добрив, підвищення економічної ефективності технології та збереження екологічної рівноваги агроєкосистем. Вирішення цих питань має важливе теоретичне й практичне значення, що й зумовило актуальність та доцільність проведення представлених досліджень.

Умови та методика проведення досліджень. Мета дослідження полягала у встановленні особливостей впливу системи бактеріально-мінерального живлення на формування врожайності кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу правобережного та обґрунтуванні найбільш ефективного поєднання бактеріальних препаратів із мінеральним удобренням для максимальної реалізації продуктивного потенціалу культури.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити такі завдання: дослідити вплив різних варіантів бактеріально-мінерального живлення на ріст, розвиток і продуктивність рослин кукурудзи; оцінити ефективність сумісного застосування бактеріальних препаратів та мінеральних добрив у формуванні врожайності зерна; встановити закономірності зміни показників урожайності залежно від системи живлення рослин; визначити найбільш ефективний варіант бактеріально-мінерального живлення для умов Лісостепу правобережного; надати науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації системи живлення кукурудзи на зерно з урахуванням принципів ресурсозбереження та екологізації сучасного землеробства.

Експериментальні дослідження щодо оцінки ефективності систем бактеріально-мінерального живлення кукурудзи на зерно проводили впродовж 2023–2024 років в умовах Лісостепу правобережного.

Об'єктом дослідження був гібрид кукурудзи ДКС 3972 (ФАО 300). Висів насіння здійснювали з розрахунку 72 тис. схожих насінин на 1 га відповідно до рекомендованої для даного гібрида густоти стояння рослин.

Дослідні ділянки розташовані на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах лесового походження. За результатами агрохімічного аналізу орного шару ґрунт характеризувався середнім рівнем забезпеченості елементами мінерального живлення та слабкою реакцією ґрунтового розчину. Вміст гумусу становив 1,96 %, показник рН (сольової витяжки) – 5,1. Забезпеченість легкогідролізованим азотом досягала 16,8 мг/кг ґрунту, рухомими сполуками фосфору – 159,0 мг/кг, обмінним калієм – 107,0 мг/кг ґрунту.

Схемою досліду передбачалося вивчення двох фонів мінерального живлення. Перший фон (N₆₉) формували шляхом внесення 150 кг/га карбаміду під передпосівну культивування.

Другий фон ($N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$) передбачав внесення 200 кг/га карбаміду перед сівбою та локальне застосування під час сівби комплексного мінерального добрива МАКОШ NPK 12:24:12 + 8,5S у нормі 100 кг/га.

Біологічний компонент системи живлення включав використання двох бактеріальних препаратів. Передпосівну інокуляцію насіння здійснювали препаратом Біостим Кукурудза, до складу якого входить комплекс азотфіксувальних, фосфат- і каліймобілізувальних мікроорганізмів, а також фітогормони, вітаміни та мікроелементи. Загальний титр життєздатних мікроорганізмів становив не менше 1×10^{10} КУО/г, норма застосування – 0,05 кг на посівну одиницю насіння.

Для обробки посівів використовували препарат Біостим Форте, що містить культури грибів роду *Trichoderma* spp. і бактерій роду *Bacillus* spp., індоліл-3-оцтову кислоту та комплекс біологічно активних речовин, які стимулюють ріст і розвиток рослин та підвищують ефективність використання поживних елементів. Препарат вносили у нормі 0,15 л/га відповідно до схеми досліду.

Ефективність досліджуваних систем живлення оцінювали за показниками врожайності зерна кукурудзи. Облік урожаю проводили методом суцільного збирання рослин з облікових ділянок із наступним приведенням маси зерна до стандартної вологості. Експериментальні дані піддавали статистичному аналізу із застосуванням методів варіаційної статистики. Закладання польового експерименту, фенологічні спостереження, біометричні вимірювання та оцінку отриманих результатів виконували відповідно до чинних методик польового досліду, що забезпечило достовірність і відтворюваність експериментальних даних [10].

Результати досліджень. Одним із ключових морфометричних показників, що характеризує інтенсивність ростових процесів і загальний фізіологічний стан рослин кукурудзи, є їх висота. Її величина визначається взаємодією генотипових особливостей гібриду, рівня мінерального живлення, технологічних прийомів вирощування та комплексу ґрунтово-кліматичних умов. Формування оптимальної висоти рослин свідчить про ефективний перебіг процесів росту, достатню забезпеченість елементами живлення та високу активність фотосинтетичного апарату, що є важливою передумовою реалізації потенційної врожайності культури [3].

Аналіз результатів досліджень показав, що система бактеріально-мінерального живлення істотно впливала на ріст рослин кукурудзи (рис. 1).

За внесення мінеральних добрив у нормі N_{92} найменші показники висоти рослин відмічено у контрольному варіанті без передпосівної інокуляції насіння, де вони становили 218 см. Застосування препарату Біостим кукурудза сприяло активізації ростових процесів, унаслідок чого висота рослин збільшилася до 223 см, що перевищувало контроль на 5 см, або 2,3 %. Позитивний вплив на ріст кукурудзи забезпечила також передпосівна обробка насіння препаратом Біостим Форте, за використання якого висота рослин досягла 222 см.

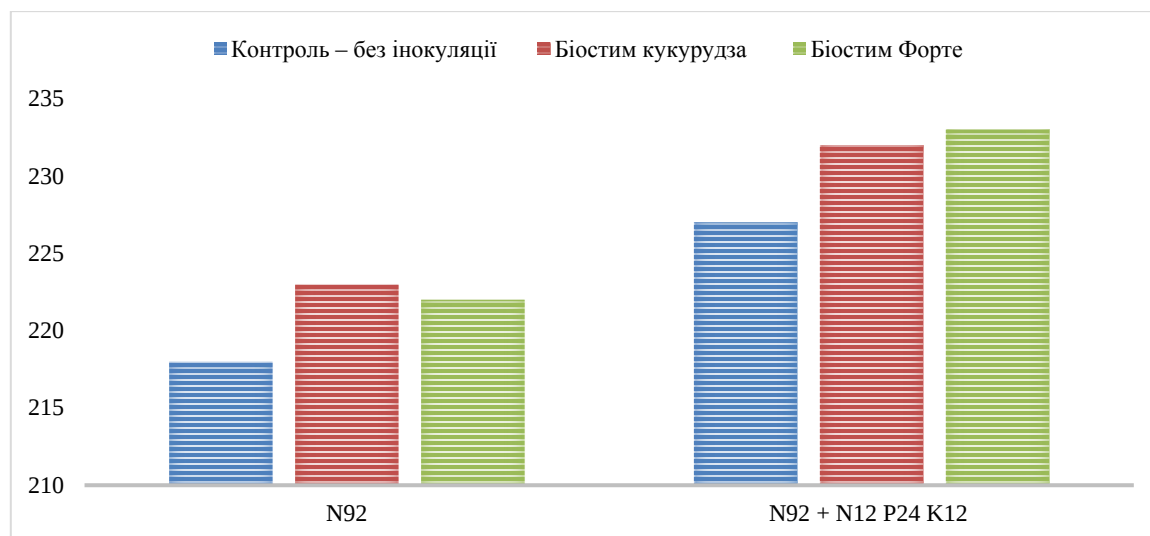


Рис. 1. Вплив системи бактеріально-мінерального живлення на висоту рослин кукурудзи у фазі BBCH 55

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Приріст порівняно з контрольним варіантом становив 4 см (1,8 %), що свідчить про стимулювальну дію препарату на формування вегетативної маси, хоча його ефективність була дещо нижчою, ніж у варіанті із застосуванням препарату Біостим кукурудза. Підвищення рівня мінерального живлення до фону $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ сприяло подальшій активізації ростових процесів незалежно від застосування біологічних препаратів. На варіанті без інокуляції висота рослин становила 227 см, що на 9 см (4,1%) більше порівняно з аналогічним контролем на фоні N_{92} . Це свідчить про визначальну роль збалансованого азотно-фосфорно-калійного живлення у формуванні вегетативної маси кукурудзи.

Найвищі показники висоти рослин одержано за поєднання підвищеного фону мінерального живлення з бактеріальними препаратами. За використання Біостим кукурудза висота рослин досягла 232 см, що перевищувало контроль відповідного фону на 5 см (2,2%), тоді як застосування Біостим Форте забезпечило максимальне значення досліджуваного показника – 233 см, або на 6 см (2,6 %) більше від варіанта без інокуляції. Порівняння крайніх варіантів дослідження свідчить, що комплексне застосування мінерального удобрення та препарату Біостим Форте забезпечило збільшення висоти рослин на 15 см, або 6,9 %, порівняно з абсолютним контролем. Це підтверджує наявність синергічного ефекту між мінеральним і біологічним компонентами системи живлення. Отримані результати дають підстави стверджувати, що бактеріальні препарати ефективніше реалізують свій потенціал за достатнього забезпечення рослин елементами мінерального живлення. Це пов'язано з активізацією ризосферної мікробіоти, покращенням розвитку кореневої системи, підвищенням доступності поживних речовин та інтенсифікацією фізіолого-біохімічних процесів, що в кінцевому підсумку сприяє інтенсивнішому росту рослин кукурудзи.

Рівень зернової продуктивності кукурудзи значною мірою залежить від ефективності функціонування системи живлення, яка визначає інтенсивність росту й розвитку рослин, формування репродуктивних органів та ступінь реалізації їх генетично зумовленого потенціалу. Оптимальне забезпечення рослин елементами живлення сприяє активізації фізіолого-біохімічних процесів, покращенню фотосинтетичної діяльності та створює передумови для формування високої врожайності зерна [1].

Проведені дослідження засвідчили, що поєднання мінерального удобрення з бактеріальними препаратами істотно впливало на показники продуктивності кукурудзи, однак характер цього впливу залежав від рівня мінерального живлення та способу застосування біопрепаратів (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив системи бактеріально-мінерального живлення на урожайність зерна кукурудзи, т/га, $M \pm m$

Система живлення	Рівень врожайності зерна, т/га
N_{92}	
Контроль – без інокуляції	8,41±1,23
Біостим кукурудза	9,11±1,28
Біостим Форте	9,08±2,01
$N_{92} + N_{12} P_{24} K_{12} S_{8,5}$	
Без інокуляції	10,60±2,11
Біостим кукурудза	11,65±2,32
Біостим Форте	11,91±2,00

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Результати проведених досліджень свідчать про суттєвий вплив як фону мінерального удобрення, так і застосування бактеріальних препаратів на формування врожайності зерна кукурудзи.

На фоні мінерального живлення N_{92} урожайність зерна на контрольному варіанті без інокуляції становила 8,41 т/га. Передпосівна обробка насіння препаратом Біостим кукурудза сприяла підвищенню продуктивності до 9,11 т/га, що перевищувало контроль на 0,70 т/га, або 8,3 %. Застосування препарату Біостим Форте також забезпечило істотне зростання врожайності – до 9,08 т/га, що на 0,67 т/га (8,0 %) більше порівняно з варіантом без інокуляції.

Підвищення рівня мінерального живлення до $N_{92} + N_{12} P_{24} K_{12} S_{8,5}$ забезпечило суттєве зростання врожайності незалежно від використання бактеріальних препаратів. Так, на варіанті без інокуляції одержано 10,60 т/га зерна, що на 2,19 т/га, або 26,0 %, перевищувало відповідний контроль на фоні N_{92} . Отримані результати підтверджують важливу роль збалансованого азотного, фосфорного, калійного та сірчаного живлення у формуванні високопродуктивних посівів кукурудзи. Найвищі показники врожайності сформувалися за поєднання підвищеного фону удобрення з використанням бактеріальних препаратів.

За інокуляції насіння препаратом Біостим кукурудза урожайність досягла 11,65 т/га, що на 1,05 т/га (9,9 %) перевищувало варіант без інокуляції на цьому ж фоні. Максимальну врожайність зерна – 11,91 т/га – одержано за застосування препарату Біостим Форте, де приріст відносно контролю становив 1,31 т/га, або 12,4 %. Порівняння крайніх варіантів дослідження показало, що комплексне застосування мінерального удобрення $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ та препарату Біостим Форте забезпечило збільшення врожайності зерна на 3,50 т/га, або 41,6 %, порівняно з абсолютним контролем. Це свідчить про високу ефективність інтегрованої системи бактеріально-мінерального живлення та її здатність забезпечувати більш повну реалізацію генетичного потенціалу гібрида ДКС 3972. Результати досліджень підтверджують, що застосування бактеріальних препаратів є ефективним агротехнологічним прийомом підвищення продуктивності кукурудзи, проте найбільший ефект досягається за їх поєднання зі збалансованим мінеральним живленням. Встановлені закономірності свідчать про синергетичну взаємодію мінерального та біологічного компонентів технології, що забезпечує покращення умов живлення рослин, активізацію фізіолого-біохімічних процесів та підвищення рівня зернової продуктивності культури.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведені польові дослідження засвідчили доцільність комплексного використання мінеральних добрив і бактеріальних препаратів у технології вирощування кукурудзи на зерно. Встановлено, що інтегрована система живлення сприяє активізації ростових процесів, покращенню фізіологічного стану рослин та створює передумови для більш повної реалізації продуктивного потенціалу сучасного гібрида кукурудзи. Одним із показників ефективності досліджуваних систем живлення була висота рослин у фазі ВВСН 55. На фоні мінерального удобрення N_{92} у контрольному варіанті вона становила 218 см, тоді як передпосівна інокуляція насіння препаратами Біостим кукурудза і Біостим Форте забезпечила її збільшення відповідно до 223 та 222 см.

Подальше підвищення рівня мінерального живлення до $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ позитивно позначилося на інтенсивності росту рослин: без застосування бактеріальних препаратів висота досягла 227 см, а за інокуляції насіння – 232–233 см. Найвищий показник (233 см) отримано за поєднання підвищеного фону мінерального удобрення з препаратом Біостим Форте, що перевищувало абсолютний контроль на 15 см, або 6,9%.

Аналіз урожайності зерна підтвердив, що ефективність бактеріальних препаратів значною мірою визначається рівнем мінерального живлення рослин. За внесення добрив у нормі N_{92} інокуляція насіння сприяла збільшенню врожайності з 8,41 т/га до 9,08–9,11 т/га, що відповідало приросту 0,67–0,70 т/га (8,0–8,3 %) порівняно з контролем. На інтенсивнішому фоні живлення ($N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$) навіть без інокуляції врожайність досягала 10,60 т/га, а застосування бактеріальних препаратів забезпечувало додаткове підвищення цього показника ще на 1,05–1,31 т/га.

Максимальну зернову продуктивність ($11,91 \pm 2,00$ т/га) одержано за комплексного застосування мінеральних добрив у нормі $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ та передпосівної обробки насіння препаратом Біостим Форте. Порівняно з абсолютним контролем приріст урожайності становив 3,50 т/га, або 41,6%, що свідчить про синергічну взаємодію мінеральних і біологічних компонентів системи живлення та їх високу агрономічну ефективність. Отримані результати підтверджують перспективність використання бактеріально-мінеральної системи живлення як одного з ефективних напрямів удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно. Практичне впровадження запропонованих технологічних рішень сприятиме підвищенню ефективності використання мінеральних добрив, активізації біологічних процесів у ґрунті, зростанню врожайності, покращенню економічної результативності виробництва та біологізації сучасних систем землеробства в умовах Правобережного Лісостепу України.

Список використаної літератури

1. Petrychenko V., Senyk I., Didur I., Pantsyreva H. Assessment of the potential use of winter intermediate fodder crops for fodder production and carbon sequestration. *Journal of Ecological Engineering*. 2026. Vol. 27, Issue 5. P. 218-224. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/216324>.
2. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Біоенергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від факторів впливу. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. № 107. С. 137-144. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.18>.
3. Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Honcharuk I., Telekalo N. The Modeling of the Production Process of High-Starch Corn Hybrids of Different Maturity Groups. *European journal of sustainable development*. 2021. Vol. 1, № 10. P. 584-598. DOI: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n1p584>.
4. Довбаш Н.І., Клименко І. І., Давидюк Г. В., Шкарівська Л. І., Кушук М. А. Урожайність та економічна оцінка вирощування кукурудзи на зерно за різного рівня забруднення агроєкоотопів політантами. *Зернові культури*. 2021. Том 5. № 1. С. 132-137. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0169>.
5. Дідур І.М., Азуркін В.О. Панцирева Г.В. Ефективність системи бактеріально-мінерального живлення в технології вирощування кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво*. 2025. Вип. 100. С. 84-90. DOI: [10.31073/kormovyrobnytstvo2025100-06](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo2025100-06).
6. Didur I., Lutkovska S., Pantsyreva H. European prospects for the development of crop production technologies in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. Vol. 11, Issue 3. P. 353-360. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-3-353-360>.
7. Панцирева Г.В. Розробка біоорганічної технології вирощування сільськогосподарських культур за використання біодобрив, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 101-106. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.17>.

8. Пиляк В.І., Нікіпелова О.М. Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно з використанням нових біодобрих на основі осадів стічних вод. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. № 119. С. 56–61. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.119.8.

9. Морозов О.В., Морозова О.С., Іванів М.О., Керімов А.Н. Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в Україні. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. № 119. С. 83-91. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.12>.

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

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Petrychenko V., Senyk I., Didur I., Pansyryeva H. (2026). Assessment of the potential use of winter intermediate fodder crops for fodder production and carbon sequestration. *Journal of Ecological Engineering*. 27, 5. 218-224. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/216324> [in English].

2. Palamarchuk V.D., Kovalenko O.A. (2019). Bioenerhetychna otsinka tekhnolohii vyroshchuvannya hibrydiv kukurudzy zalezno vid faktoriv vplyvu [Bioenergetic assessment of corn hybrid cultivation technology depending on influencing factors]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Seriya: Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences*. № 107. 137-144. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.18> [in Ukrainian].

3. Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Honcharuk I., Telekalo N. (2021). The Modeling of the Production Process of High-Starch Corn Hybrids of Different Maturity Groups. *European journal of sustainable development*. Vol. 1. № 10. P. 584-598. DOI: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n1p584>. [in English].

4. Dovbash N.I., Klymenko I.I., Davydiuk H.V., Shkarivska L.I., Kushchuk M.A. (2021). Urozhainist ta ekonomichna otsinka vyroshchuvannya kukurudzy na zerno za riznoho rivnia zabrudnennia ahroekotopiv polutantamy [Yield and economic evaluation of maize grain production under various levels of agroecotope pollution by pollutants]. *Zernovi kultury – Grain crops*. Vol. 5. № 1. 132-137. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0169> [in Ukrainian].

5. Didur I.M., Azurkin V.O., Pansyryeva H.V. (2025). Efektyvnist systemy bakterialno-mineralnoho zhyvlennia v tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy na zerno [The effectiveness of the bacterial-mineral nutrition system in the technology of growing corn for grain]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*. Issue 100. 84-90. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo2025100-06 [in Ukrainian].

6. Didur I., Lutkovska S., Pansyryeva H. (2026). European prospects for the development of crop production technologies in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. Vol. 11, Issue 3. P. 353-360. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-3-353-360> [in English].

7. Pantsyreva H.V. (2025). Rozrobka bioorhanichnoi tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur za vykorystannia biodobryv, pozakorenevnykh pidzhyvlen ta fiziolohichno-aktyvnykh rehovyn [*Development of bio-organic technology for growing crops using biofertilizers, foliar nutrition and physiologically active substances*]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*. № 29. 101–106. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.29.17 [in Ukrainian].

8. Pyliak V.I., Nikipelova O.M. (2021). Bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannya kukurudzy na zerno z vykorystanniam novykh biodobryv na osnovi osadiv stichnykh vod [*Bioenergetic efficiency of corn cultivation using new biofertilizers based on sewage sludge*]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Serii: Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences*. № 119. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.119.8 [in Ukrainian].

9. Morozov O.V., Morozova O.S., Ivaniv M.O., Kerimov A.N. (2021). Efektyvnist vyroshchuvannya kukurudzy na zerno v Ukraini [*Efficiency of maize grain cultivation in Ukraine*]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Serii: Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences*. № 119. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.12> [in Ukrainian].

10. Moiseichenko V.F., Yeshchenko V.O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen u ahronomii* [*Fundamentals of scientific research in agronomy*]. K.: Vyshcha shkola. [in Ukrainian].

ANNOTATION

INFLUENCE OF THE BACTERIAL-MINERAL NUTRITION SYSTEM ON THE YIELD OF CORN FOR GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEP

The article presents the results of experimental studies aimed at determining the effectiveness of the use of a bacterial-mineral system for feeding corn for grain in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. The study is relevant in connection with the need to optimize corn fertilization systems for grain, increase the utilization rate of nutrients from mineral fertilizers, expand the use of biological preparations and adapt growing technologies to climate change. The aim of the work was to establish the patterns of influence of different mineral nutrition backgrounds in combination with bacterial preparations on the formation of growth processes and grain productivity of corn and determine the optimal nutrition option for the soil and climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Field studies were carried out during 2023–2024 on gray forest medium loam soils. The object of the study was the DKS 3972 (FAO 300) corn hybrid at a seeding rate of 72 thousand seeds/ha. The experimental design involved studying two mineral nutrition backgrounds: N_{92} and $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$, as well as the use of bacterial preparations Biostim corn (0.05 kg/sowing unit) and Biostim Forte (0.15 l/ha). The research program involved determining the height of plants in the BBSN 55 phase and assessing the yield of corn grain. Analysis of the obtained data showed a significant impact of the studied bacterial-mineral nutrition system on the formation of crop growth indicators. On the N_{92} background, the plant height was 218 cm in the control, while the use of Biostim corn and Biostim Forte preparations ensured its increase to 223 and 222 cm, respectively. Increasing the level of mineral nutrition to $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8,5}$ contributed to further improvement in plant growth. In the absence of inoculation, the plant height reached 227 cm, while the use of bacterial preparations ensured its increase to 232–233 cm.

The maximum value of the indicator (233 cm) was recorded when combining an increased background of mineral fertilizer with the use of the drug Biostim Forte. The results of the studies show that inoculation of seeds with bacterial preparations contributed to an increase in corn grain productivity on both backgrounds of mineral nutrition. The most pronounced effect was observed when combining mineral fertilizer with biological preparations. Thus, on the background of N_{92} , grain yield increased from 8.41 t/ha in the control to 9.11 t/ha when using the drug Biostim Corn and to 9.08 t/ha when using Biostim Forte, which confirms the feasibility of the integrated use of a bacterial-mineral nutrition system. With an increased level of mineral nutrition without inoculation, a yield of 10.60 t/ha was formed, while the combined use of bacterial preparations ensured its increase to 11.65–11.91 t/ha. The highest yield – 11.91 ± 2.00 t/ha – was obtained with the application of fertilizers in the norm $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8.5}$ in combination with the use of the preparation Biostim Forte, which was 3.50 t/ha (41.6%) higher than the control variant. The obtained results indicate that the integration of bacterial preparations into the mineral nutrition system is an effective element of the technology of growing corn for grain. The combination of balanced mineral fertilizer with bacterial inoculation provides activation of growth processes, improves the use of nutrients, contributes to the realization of the productive potential of the hybrid and the formation of high grain yields. The most effective for the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe is the use of a mineral nutrition background of $N_{92} + N_{12}P_{24}K_{12}S_{8.5}$ in combination with the preparation Biostim Forte, which can be recommended for introduction into production as an element of a resource-saving and environmentally balanced technology for growing corn for grain.

Keywords: corn, grain, hybrid, plant height, yield, growing technology.

Table 1, Fig. 1, Lit. 10.

Інформація про автора

Азуркін Віктор Олександрович, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, (пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: azurkin@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5390-747X>).

Azurkin Viktor, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Feed and Agriculture of Podillia NAAS, (Yunosti Ave., 16, Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: azurkin@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5390-747X>).

Надходження статті 13.07.26.

Прийнято 03.08.26.

Опубліковано 03.09.26.