



УДК 633.15: 631.81.095: 631.547.03
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.14.2025.19>

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ Й МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УРОЖАЮ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

В. П. Івашук¹, К. С. Небаба²

У статті представлено результати дослідження впливу мінерального живлення та регуляторів росту на формування структурних елементів урожаю кукурудзи на зерно. Актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності сучасних технологій вирощування кукурудзи в умовах інтенсифікації землеробства й нестабільних кліматичних факторів. Кукурудза є провідною зерновою культурою у світі, що вирізняється найбільшими посівними площами та високим рівнем урожайності, посідаючи важливе місце в системі сільськогосподарського виробництва. В умовах обмежених орних земель підвищення врожайності з одиниці площі набуває особливого значення для зростання загального обсягу виробництва.

Метою досліджень було встановити вплив різних систем мінерального живлення та регуляторів росту на формування структурних елементів урожаю кукурудзи різних гібридів і визначити їх оптимальне поєднання для підвищення зернової продуктивності в умовах Лісостепу Західного.

У дослідженні вивчали реакцію гібридів Піонер 8834 та Олтенію на застосування мінеральних добрив (Поліфоска 8:24:24 і КАС у дозах 150 і 300 кг/га) у поєднанні зі стимуляторами росту Sterk BIO й Amino. Установлено, що внесення КАС підвищувало довжину качана, кількість рядів і зерен у ряді, а також масу 1000 зерен порівняно з контролем. Максимальні показники зафіксовано за варіанта КАС 300 кг/га + Amino: у гібрида Олтенію довжина качана становила 20,3 см, кількість рядів зерен – 22, маса 1000 зерен – 353,8 г, що перевищувало контроль на 15–20%.

Отримані результати свідчать, що поєднане застосування мінеральних добрив і регуляторів росту забезпечує гармонійний розвиток рослин, формування повноцінних качанів і підвищення якісних і кількісних показників урожаю зерна. Такий підхід сприяє оптимізації живлення, ефективнішому використанню елементів мінерального живлення й підвищенню продуктивності кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Ключові слова: кукурудза на зерно, гібриди, мінеральне живлення, регулятори росту, структурні елементи урожаю.

¹ здобувач наукового ступеня доктора філософії
кафедри рослинництва, селекції та насінництва
(Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський)
e-mail: ivp_agroservis@ukr.net
ORCID: 0009-0001-5890-6230

² кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва,
селекції та насінництва
(Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський)
e-mail: agronebaba@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4529-3623

THE INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATORS AND MINERAL NUTRITION ON THE FORMATION OF MAIZE GRAIN YIELD STRUCTURAL COMPONENTS

V. P. Ivashchuk, K. S. Nebaba

The article presents the results of a study on the influence of mineral nutrition and plant growth regulators on the formation of structural elements of maize grain yield. The relevance of the research is determined by the need to improve the efficiency of modern maize cultivation technologies under conditions of agricultural intensification and unstable climatic factors.

Maize is the leading cereal crop worldwide, characterized by the largest cultivated area and high productivity, and it occupies a crucial position in the agricultural production system. Under limited arable land resources, increasing yield per unit area becomes particularly important for enhancing total production.

The aim of the study was to determine the effect of different mineral nutrition systems and growth regulators on the formation of structural elements of maize grain yield for various hybrids and to identify their optimal combination to enhance grain productivity under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine.

The experiment examined the response of maize hybrids Pioneer 8834 and OLTENIO to the application of mineral fertilizers (Polifoska 8:24:24 and UAN at rates of 150 and 300 kg/ha) in combination with growth stimulants Sterk BIO and AMINO. It was found that UAN application increased ear length, the number of kernel rows and kernels per row, as well as the 1000-kernel weight compared to the control. The highest values were observed under the variant UAN 300 kg/ha + AMINO: for the OLTENIO hybrid, ear length reached 20.3 cm, the number of kernel rows – 22, and 1000-kernel weight – 353.8 g, which exceeded the control by 15–20%.

The obtained results indicate that the combined use of mineral fertilizers and growth regulators ensures balanced plant development, formation of well-filled ears, and improvement of both qualitative and quantitative grain yield indicators. This approach promotes nutrient optimization, more efficient use of mineral elements, and higher maize productivity under various soil and climatic conditions.

Key words: maize for grain, hybrids, mineral nutrition, growth regulators, yield structure.

Вступ

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва вимагає постійного пошуку й упровадження ефективних агротехнологічних прийомів, здатних максимально реалізувати генетичний потенціал високпродуктивних гібридів. У цьому контексті кукурудза на зерно (*Zea mays* L.) посідає ключове місце у світовому й вітчизняному землеробстві, будучи однією з найважливіших продовольчих, кормових та енергетичних культур (Хавхун, 2024).

В умовах глобальних кліматичних змін, все більшої конкуренції на аграрному ринку та нагальної потреби в гарантуванні продовольчої й енергетичної безпеки питання якості зерна кукурудзи набуває критичного значення. Трансформація агровиробництва від екстенсивного підходу до інтенсивної моделі, яка фокусується на стабільній урожайності та високій якості, вимагає вдосконалення агротехнологій вирощування кукурудзи. Це зумовлює необхідність включення показників якості до загальної оцінки ефективності виробництва. Особливої актуальності набуває дослідження взаємозв'язку

між якістю зерна й ключовими технологічними елементами, зокрема добором гібридів та оптимальною густотою стояння рослин (Dawar et al., 2024).

Кукурудза, будучи зерновою культурою з найбільшою посівною площею та найвищою врожайністю у світі, займає ключове положення в сільськогосподарському виробництві.

Вирішальний вплив на кінцеву врожайність кукурудзи має формування структурних елементів (кількість качанів на рослині, кількість зерен у качані та маса 1000 зерен) у критичні фази органогенезу. Ці елементи безпосередньо залежать від оптимального забезпечення рослин поживними речовинами й регуляції фізіологічних процесів (Shahini et al., 2023).

Традиційне мінеральне живлення є базовою умовою для отримання високих урожаїв, адже саме азот, фосфор і калій забезпечують ключові процеси біосинтезу й енергетичного обміну в рослинних клітинах (Vaniuk et al., 2022). Однак навіть за достатнього рівня мінерального живлення часто спостерігається неповна реаліза-

ція потенціалу через стресові фактори або порушення внутрішніх регуляторних механізмів (Kalenska et al., 2025). Саме тому в сучасних агротехнологіях зростає роль регуляторів росту рослин (PPR). Ці біологічно активні сполуки, застосовані в малих дозах, здатні коригувати баланс фітогормонів, підвищувати стійкість до стресів (посуха, холод), оптимізувати розподіл асимілянтів і, що найважливіше, цілеспрямовано впливати на процеси диференціації та формування репродуктивних органів (Tkalic et al., 2023).

Зважаючи на зазначене, важливим є детальне дослідження впливу поєднання мінерального живлення й регуляторів росту на формування структурних елементів урожаю кукурудзи. Це дає змогу визначити оптимальні умови для максимальної реалізації генетичного потенціалу гібридів і підвищення ефективності використання ресурсів. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розроблення екологічно безпечних та економічно обґрунтованих технологій вирощування кукурудзи в умовах змін клімату й інтенсифікації землеробства.

Матеріал і методи

Наукові дослідження проводили на полях ТОВ «НВА «Перлина Поділля», розташованому в Білогірському районі Хмельницької області, що знаходиться в зоні Лісостепу. Площа елементарної ділянки – 40 м², облікової – 35 м². Ґрунти дослідного поля – чорноземи опідзолені, вони мають високий природний уміст гумусу й поживних елементів, що забезпечує високу потенційну родючість. Попередником у польових дослідках була озима пшениця. Норму висіву насіння кукурудзи – 70 тис. шт/га.

Дослідження проводили у двофакторному досліді, у чотирикратній повторності. Показники морфологічної структури качанів кукурудзи гібридів Піонер 8834 та Олтенію включали фонове удобрення Поліфоскою (8:24:24), унесення КАС (карбамідно-аміачної суміші) у дозах 150 і 300 кг/га, стимулятори росту застосовували Sterk BIO (2 л/га) й Amino (1,5 л/га), порівняно з контролем (без стимуляторів).

Упродовж трьох років наукових досліджень за даними Хмельницького гідрометцентру, 2023 рік виявився знаково аномальним у контексті багаторічних спостережень, найтеплішим за весь період спостережень. Середня добова температура була значно вищою за кліматичну норму. Аномально тепла зима 2022–2023 років

характеризувалася високими температурами, що більше нагадували ранню весну, ніж зиму. Це призвело до раннього початку вегетації. Літні місяці були спекотними, з частими періодами, коли денні температури сягали +30°C та спостерігався значний дефіцит опадів. 2024 рік продовжив тенденцію до нестабільності, характерну для глобальних змін клімату. Зима 2023–2024 років знову була відносно теплою, з нестійким сніговим покривом і частими відлигами. У літній період спостерігалися як періоди інтенсивної спеки, так і періоди із сильними, іноді локальними опадами, що створювало нерівномірні умови зволоження ґрунту. У серпні 2024 року, за аграрними оглядами, спостерігалися високі температури ґрунту – до +60°C і більше. Середня температура повітря взимку 2025 року значно перевищувала норму, також спостерігався нестійкий сніговий покрив і часті відлиги. Різке похолодання у травні уповільнило вегетацію ярих культур, у тому числі й кукурудзи. Спекотний і посушливий липень відзначився меншою кількістю опадів за норму, з частими короткочасними зливами, які не вирішували проблеми ґрунтової посухи.

Перед нами стояло завдання проаналізувати динаміку росту й розвитку рослин кукурудзи під впливом дії регуляторів росту; визначити зміни основних структурних елементів урожаю (довжина качана, кількість рядів зерен, кількість зерен у ряді, маса 1000 зерен) за різних систем удобрення.

Масу 1000 зерен кукурудзи визначали лабораторним методом прямого підрахунку та зважування за ДСТУ 4138-2002.

Довжину качана визначали методом прямого лінійного вимірювання на репрезентативній вибірці. Цей показник є ключовим елементом структури врожаю. З облікової ділянки відбирали 20 цілих качанів (необхідна вибіркова сукупність) із характерною для варіанта густотою стояння. Вимірювання проводили сантиметровою лінійкою або рулеткою з точністю до 1 мм. Довжину фіксували як відстань від основи качана до останнього сформованого (озерненого) зерна на верхівці. Неозернена частина (носик) і ніжка качана у вимір не включалися. За отриманими даними розраховували середнє арифметичне значення довжини качана для кожного варіанта дослідів, що слугувало для порівняльної оцінки впливу досліджуваних факторів (регуляторів росту й живлення).

Результати

Результати досліджень упродовж 2023–2025 років чітко вказують на те, що формування структурних елементів продуктивності качана є функцією взаємодії між внутрішнім генетичним потенціалом гібрида та зовнішніми факторами технології вирощування. Зокрема, аналіз засвідчив, що кількість зерен у ряді – критичний показник урожайності – має найбільш виражену й істотну залежність від генотипу (гібрида). На варіанті контроль – без додаткового азотного живлення та стимуляторів – довжина качана становила 18,3 см. Найдовший качан кукурудзи в гібриду Піонер 8834 – 20,6 см – отримано на ділянках із застосуванням максимальної дози азоту: КАС 300 кг/га у поєднанні зі стимулятором росту Amino. Збільшення довжини на 2,3 см (або на 12,6%) свідчить про те, що оптимальне азотне живлення в поєднанні з регулятором росту, який містить амінокислоти, ефективно підтримує процеси росту й подовження репродуктивного органу, особливо в критичні фази розвитку (табл. 1).

Показники довжини качана кукурудзи двох гібридів були зіставними, але Олтеніо

розпочинав з дещо більшої базової довжини. Цей гібрид продемонстрував зростання від 17,4 см (контроль) до 20,3 см у найкращому варіанті КАС 300 кг/га + Amino. Порівнюючи два гібриди, можемо відмітити таку тенденцію: Піонер 8834 досяг дещо більшої абсолютної довжини, різниця між максимальним і мінімальним значенням була значнішою для Олтеніо 2,9 см порівняно з гібридом Піонер 8834 – 2,3 см. Не менш важливим показником у структурі врожаю кукурудзи на зерно є кількість рядів зерен. Гібрид Олтеніо виявив виняткову здатність до формування більшої окружності качана під впливом інтенсивних технологій. Так, на контрольних варіантах показники були схожими для обох гібридів, на ділянках із застосуванням КАС 300 кг/га + Amino гібрид Олтеніо досяг 22,0 шт рядів, що є вищим результатом, ніж у Піонер 8834 – 21,3 шт. Ця різниця свідчить про більший потенціал Олтеніо до формування репродуктивних органів на ранніх етапах розвитку.

Обидва гібриди продемонстрували суттєве зростання кількості зерен у ряді під впливом інтенсифікації: Олтеніо показав зростання 35,3 шт до 40,7 шт, Піонер 8834 – від 32,7 шт до 41,3 шт. За цими

Таблиця 1
Структурні елементи врожаю кукурудзи на зерно залежно від агротехнічних заходів (середнє за 2023–2025 роки)

Гібрид	Мінеральне живлення	Стимулятори росту	Довжина качана, см	Кількість рядів зерен, шт	Кількість зерен у ряді, шт	Маса 1000 зерен, г
Піонер 8834	Фон – Поліфоска 8:24:24	контроль	18,3	17,3	32,7	272,4
		Sterk BIO	19,0	19,3	36,7	283,2
		Amino	19,2	19,3	36,7	292,1
	Фон + КАС 150 кг/га	контроль	19,4	17,3	34,7	277,9
		Sterk BIO	20,5	19,3	38,0	288,2
		Amino	20,6	19,3	39,3	296,0
	Фон + КАС 300 кг/га	контроль	19,5	19,3	36,0	283,3
		Sterk BIO	20,6	21,3	40,7	293,2
		Amino	20,6	21,3	41,3	265,9
Олтеніо	Фон – Поліфоска 8:24:24	контроль	17,4	17,3	35,3	282,9
		Sterk BIO	18,9	19,3	37,3	293,7
		Amino	19,0	20,7	38,0	302,5
	Фон + КАС 150 кг/га	контроль	18,5	18,7	36,0	312,5
		Sterk BIO	19,3	20,7	40,0	327,7
		Amino	19,6	21,3	40,0	338,3
	Фон + КАС 300 кг/га	контроль	18,8	19,3	37,3	334,7
		Sterk BIO	19,9	21,3	40,7	345,8
		Amino	20,3	22,0	40,7	353,8

показниками обидва гібриди були практично рівними, хоча Піонер 8834 завдяки трохи більшій довжині качана сформував незначно більшу кількість зерен у ряді в найкращому варіанті.

Порівняльний аналіз показав, що обидва гібриди, Піонер 8834 й Олтенію, позитивно відреагували на інтенсифікацію живлення КАС і застосування біостимуляторів Amino та Sterk BIO, демонструючи зростання всіх структурних елементів урожаю. Проте гібрид Олтенію виявив більш інтенсивну реакцію на покращення умов вирощування, особливо у варіанті КАС 300 кг/га + Amino, досягнувши найвищих показників за масою 1000 зерен – коливання від 282,9 г до 353,8 г. На цьому ж варіанті живлення в гібриду Піонер 8834 максимальними були показники, що коливалися від 272,4 г до 296,0 г. Різниця в 57,8 г між максимальними показниками Олтенію та Піонер 8834 є найбільш суттєвою серед усіх структурних елементів. Це вказує на те, що Олтенію ефективніше використовує поживні речовини на етапі наливу зерна, особливо під дією біостимулятора Amino, що, зрештою, забезпечує значне підвищення загальної ваги врожаю.

Обговорення

Рациональне застосування мінеральних добрив створює оптимальні умови для росту й розвитку рослин кукурудзи, забезпечуючи їх необхідними макро- та мікроелементами. Проте навіть за достатнього живлення потенціал продуктивності не завжди реалізується повною мірою через стресові умови вирощування, коливання температури, вологості чи густоти посіву (Іванюк та ін., 2022). У цьому контексті важливе місце посідає використання регуляторів росту рослин, які активізують фізіолого-біохімічні процеси, підвищують стійкість до несприятливих факторів і сприяють кращому засвоєнню елементів живлення (Gilli et al., 2023).

Комплексне застосування добрив і регуляторів росту дає змогу гармонізувати живлення та фізіологічну активність кукурудзи, що позитивно впливає на формування кожного структурного елемента врожаю. Вивчення цих взаємозв'язків є важливим для розроблення ефективних технологій вирощування, спрямованих на підвищення врожайності та якості зерна за умов інтенсивного землеробства.

Отримані результати свідчать, що поєднане застосування мінерального живлення й регуляторів росту істотно впливає на формування структурних елементів урожаю куку-

рудзи. Найвищі показники довжини качана, кількості рядів зерен, зерен у ряді та маси 1000 зерен відзначено за умов унесення КАС у дозі 300 кг/га на фоні основного удобрення Поліфоскою (8:24:24) у поєднанні зі стимуляторами Sterk BIO й Amino. Це свідчить про синергічну дію мінерального живлення та регуляторів росту на фізіологічні процеси рослин і формування продуктивності.

Подібні тенденції підтверджуються в працях В.В. Гливи, А.Я. Гадзала, Г.С. Герешка, О.М. Случака, М.О. Пащака, де зазначено, що якість зерна кукурудзи істотно залежить від рівня мінерального живлення, особливо азотного компонента (Глива та ін., 2022). Науковці М.В. Степаненко, М.Б. Грабовський також підкреслюють важливість оптимізації азотного живлення для підвищення ефективності використання азоту й формування зернової продуктивності (Степаненко, Грабовський, 2023). На думку Дж. Чжан (J. Zhang.), Г. Чжао (G. Zhao), Ю. Данг (Y. Dang), Т. Фан (T. Fan), Л. Ван (L. Wang), С. Лі (S. Li), Г. Чжоу (G. Zhou), С.Ф. УД Джо (S. Fudjoe), Дж. Палхе (J. Palta), контрольоване вивільнення азоту забезпечує стабільне живлення впродовж вегетації, що сприяє підвищенню врожайності й покращенню ресурсної ефективності (Zhang et al., 2023).

Дослідження М.І. Дудки, О.П. Якуніна, С.І. Пустовій довели, що позакореневе підживлення після попередника соняшнику сприяє активнішому росту качанів і підвищенню зернової продуктивності (Дудка та ін., 2020). Аналогічно О.С. Іванишин указує, що норми добрив і застосування мікродобрив визначально впливають на структуру врожаю кукурудзи в умовах Лісостепу Західного (Іванишин, 2021).

Щодо дії регуляторів росту, дослідження С.М. Каленської, Л.М. Єрмакова, Ю.В. Свистунова, Т. Антал засвідчують, що використання біостимуляторів і регуляторів росту сприяє підвищенню ефективності фотосинтетичного апарату, активізації обмінних процесів і покращенню структурних показників качанів (Каленська та ін. 2025а; Каленська та ін. 2025б). Зарубіжні вчені Л.Ф. Ван (L.F. Wang), Дж. Ма (J. Ma), Н. Ван (H. Wang), Й.Й. Цао (Y.Y. Cao), Дж.Дж. Лі (J.J. Li), Т.Дж. Цзя (T. J. Jia), Дж.В. Ян (J.W. Yang), Х.Й. Лі (H. Y. Li) та Т. Сюй (T. Xu), Д. Ван (D. Wang), Ю. Сі (Y. Si), Ю. Конг (Y. Kong), Х. Шао (X. Shao), Ю. Ген (Y. Geng), Ю. Лв (Y. Lv), Й. Ван (Y. Wang) зазначають, що регулятори росту здатні оптимізувати архітектуру посіву, затримувати старіння листків

і забезпечувати кращий розподіл асимілянтів у качан, що безпосередньо впливає на врожайність (Wang et al., 2022; Xu et al., 2024).

Позитивний ефект поєднання регуляторів росту з мінеральним живленням також підкреслюють В.Я. Хомина, В.В. Лапчинський, К.С. Небаба, З.В. Пустова, Д.П. Плахтій, які показали, що стимулятори біологічного походження можуть частково замінити хімічні добрива без втрати продуктивності. Також стверджують про ефективність мікробних інокулянтів у покращенні родючості ґрунту й урожайності сільськогосподарських культур (Khomina et al., 2024).

Результати дослідження узгоджуються з висновками вітчизняних і зарубіжних учених, підтверджуючи, що поєднане застосування мінеральних добрив і регуляторів росту є одним із найефективніших шляхів інтенсифікації вирощування кукурудзи. Такий підхід дає змогу підвищити не лише врожайність, а і якість зерна, забезпечуючи раціональне використання добрив і зменшення антропогенного навантаження на агроєкосистеми.

Висновки

Дослідження показали чітку позитивну реакцію гібридів кукурудзи на поєднання мінерального живлення з регуляторами росту, що підтверджує ефективність інтегрованого підходу до підвищення урожайності культури. Застосування КАС сприяло збільшенню довжини качана, кількості рядів і зерен, а також маси 1000 зерен. Найвищі показники отримано за варіанту КАС 300 кг/га + Аміно: у гібрида Олтенію довжина качана досягала 20,3 см, 22 ряди зерен і маса 1000 зерен – 353,8 г. На цьому ж варіанті удобрення в гібриду Піонер 8834 ці показники були такі: 20,6 см; 21,3 рядів; 265,9 г відповідно.

Таким чином, дослідження впливу комплексного застосування мінерального живлення та регуляторів росту на структурні елементи врожаю кукурудзи має не лише теоретичне, а й практичне значення, оскільки забезпечує наукове підґрунтя для оптимізації систем удобрення й підживлення з урахуванням сучасних екологічних та економічних вимог.

Список використаної літератури

Глива В.В., Гадзало А.Я., Герешко Г.С., Случак О.М., Пашак М.О. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Т. 71. № 1. С. 66–79. [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-1-4).

Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовий С.І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за вирощування її після соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 115. С. 42–48. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.6>.

Іванишин О.С. Показники структури урожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду, норми добрив та мікродобрива в умовах Лісостепу Західного. *Молодий вчений*. 2021. № 3(91). С. 15–19. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4>.

Іванюк Б., Гнатів П., Оліфір Ю. Вплив азотних добрив на формування врожайності зерна кукурудзи та ефективність використання азоту. *Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія «Агрономія»*. 2022. № 26. С. 170–176. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.170>.

Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Свистунов Ю.В., Антал Т. Вплив передпосівної обробки насіння та посівів комплексними регуляторами росту рослин на урожайність гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2025а. Вип. 29. С. 10. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.10>.

Каленська С., Свистунов Ю., Антал Т. Врожайність гібридів кукурудзи залежно від норм добрив та регуляторів росту рослин на типових чорноземах Лівобережного Лісостепу України. *Науковий прогрес та інновації*. 2025б. Том. 28. № 1. С. 25–31. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.05>.

Степаненко М.В., Грабовський М.Б. Вплив системи удобрення на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 21. С. 16. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.16>.

Хавхун А.А. Вплив мінерального живлення на ростові процеси рослин кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 190–196. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.21>.

Dawar K., Dawar A., Tariq M. et al. Enhancing nitrogen use efficiency and yield of maize (*Zea mays* L.) through ammonia volatilization mitigation and nitrogen management approaches. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. P. 74. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04749-7>.

Gilli B.R., Grassmann C.S., Mariano E., Rosolem C.A. Nitrogen fertilization boosts maize grain yield, forage quality, and estimated meat production in maize–forage intercropping. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. № 12. P. 2200. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122200>.

Khomina V., Lapchynskyi V., Nebaba K., Pustova Z., Plahtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. № 10. P. 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79>.

Shahini E., Myalkovsky R., Nebaba K., Ivanyshyn O., Liubyska D. Economic and biological characteristics and productivity analysis of sunflower hybrids. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. № 8. P. 83–95. <https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.83>.

Tkalich Y.I., Tsyliuryk O.I., Kokhan A.V., Yevtushenko H.O., Gonzalez P.H. Efficacy of growth regulators for maize fields. *Agrology*. 2023. Vol. 6. № 4. P. 97–103. <https://doi.org/10.32819/021116>.

Wang L.F., Ma J., Wang H., Cao Y.Y., Li J.J., Jia T.J., Yang J.W., Li H.Y. Effects of different growth regulators on agronomic characters and grain yield of maize varieties. *Maize Genomics and Genetics*. 2022. Vol. 13. № 3. P. 1–9. <https://doi.org/10.5376/mgg.2022.13.0003>.

Xu T., Wang D., Si Y., Kong Y., Shao X., Geng Y., Lv Y., Wang Y. Plant growth regulators enhance maize (*Zea mays* L.) yield under high density by optimizing canopy structure and delaying leaf senescence. *Agronomy*. 2024. Vol. 14. № 6. P. 1262. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061262>.

Zhang J., Zhao G., Dang Y., Fan T., Wang L., Li S., Zhou G., Fudjoe S.K., Wang L., Palta J.A. Enhancing maize yield and resource efficiency through controlled-release nitrogen fertilization on the semiarid Loess Plateau. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. № 9. P. 2320. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092320>.

References

Hlyva, V.V., Hadzalo, A.Ya., Hereshko, H.S., Sluchak, O.M., & Pashchak, M.O. (2022). Yakist zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti zalezno vid norm vnesennia mineral'nykh dobryv [Grain quality of maize hybrids of different maturity groups depending on the rates of mineral fertilizer application]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and Mountain Agriculture and Animal Husbandry]*, 71(1), 66–79. [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-1-4) [in Ukrainian].

Dudka, M.I., Yakunin, O.P., & Pustovii, S.I. (2020). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia na formuvannia zernovoi produktyvnosti kukurudzy za vyroshchuvannia yii pislia soniashnyku [Influence of foliar feeding on the formation of maize grain productivity when grown after sunflower]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Tavriya Scientific Bulletin]*, (115), 42–48. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.6> [in Ukrainian].

Ivanyshyn, O.S. (2021). Pokaznykystrukturnyurozhaiuzernakukurudzyzaleznovidhibrydu, normy dobryv ta mikrodobyryva v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Indicators of maize grain yield structure depending on hybrid, fertilizer rate, and micronutrient in the Western Forest-Steppe conditions]. *Molodyi Vchenyi [Young Scientist]*, 3(91), 15–19. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4> [in Ukrainian].

Ivaniuk, V., Hnativ, P., & Olifir, Yu. (2022). Vplyv azotnykh dobryv na formuvannia vrozhaivosti zerna kukurudzy ta efektyvnist vykorystannia azotu [Influence of nitrogen fertilizers on the formation of corn grain yield and nitrogen-use efficiency]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ekolohichnoho universytetu. Seriya: Ahronomiia [Bulletin of Lviv National Environmental University. Series: Agronomy]*, (26), 170–176. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.170> [in Ukrainian].

Kalenska, S.M., Yermakova, L.M., Svystunov, Yu.V., & Antal, T. (2025a). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia ta posiviv kompleksnymy rehulatoramy rostu roslyn na urozhainist1 hibrydiv kukurudzy [Influence of pre-sowing seed and crop treatment with complex plant growth regulators on the yield of maize hybrids]. *Ahrarni innovatsii [Agrarian Innovations]*, 29, 10. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.10> [in Ukrainian].

Kalenska, S., Svystunov, Yu., & Antal, T. (2025b). Vrozhaivist hibrydiv kukurudzy zalezno vid norm dobryv ta rehulatoriv rostu roslyn na typovykh chornozemakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Yield of maize hybrids depending on fertilizer rates and plant growth regulators on typical chernozems of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovyi Progres ta Innovatsii [Scientific Progress and Innovations]*, 28(1), 25–31. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.05> [in Ukrainian].

Stepanenko, M.V., & Hrabovskyi, M.B. (2023). Vplyv systemy udobrennia na liniini rozmiry roslyn kukurudzy [Influence of the fertilization system on the linear dimensions of maize plants]. *Ahrarni innovatsii [Agrarian Innovations]*, 21, 16. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.16> [in Ukrainian].

Khavkhun, A.A. (2024). Vplyv mineralnoho zhyvlennia na rostovi protsesy roslyn kukurudzy v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Influence of mineral nutrition on the growth processes of maize plants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychukh nauk [Ukrainian Journal of Natural Sciences]*, 7, 190–196. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.21> [in Ukrainian].

Gilli, B.R., Grassmann, C.S., Mariano, E., & Rosolem, C.A. (2023). Nitrogen fertilization boosts maize grain yield, forage quality, and estimated meat production in maize–forage intercropping. *Agriculture*, 13(12), 2200. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122200> [in English].

Dawar, K., Dawar, A., Tariq, M., et al. (2024). Enhancing nitrogen use efficiency and yield of maize (*Zea mays* L.) through ammonia volatilization mitigation and nitrogen management approaches. *BMC Plant Biology*, 24, 74. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04749-7> [in English].

Khomina, V., Lapchynskyi, V., Nebaba, K., Pustova, Z., & Plahtiy, D. (2024). Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*, 27(10), 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79> [in English].

Shahini, E., Myalkovsky, R., Nebaba, K., Ivanyshyn, O., & Liubyska, D. (2023). Economic and biological characteristics and productivity analysis of sunflower hybrids. *Scientific Horizons*, 26(8), 83–95. <https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.83> [in English].

Tkalich, Y.I., Tsyliuryk, O.I., Kokhan, A.V., Yevtushenko, H.O., & Gonzalez, P.H.E. (2023). Efficacy of growth regulators for maize fields. *Agrology*, 6(4), 97–103. <https://doi.org/10.32819/021116> [in English].

Wang, L.F., Ma, J., Wang, H., Cao, Y.Y., Li, J.J., Jia, T.J., Yang, J.W., & Li, H.Y. (2022). Effects of different growth regulators on agronomic characters and grain yield of maize varieties. *Maize Genomics and Genetics*, 13(3), 1–9. <https://doi.org/10.5376/mgg.2022.13.0003> [in English].

Xu, T., Wang, D., Si, Y., Kong, Y., Shao, X., Geng, Y., Lv, Y., & Wang, Y. (2024). Plant growth regulators enhance maize (*Zea mays* L.) yield under high density by optimizing canopy structure and delaying leaf senescence. *Agronomy*, 14(6), 1262. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061262> [in English].

Zhang, J., Zhao, G., Dang, Y., Fan, T., Wang, L., Li, S., Zhou, G., Fudjoe, S. K., Wang, L., & Palta, J.A. (2023). Enhancing maize yield and resource efficiency through controlled-release nitrogen fertilization on the semiarid Loess Plateau. *Agronomy*, 13(9), 2320. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092320> [in English].

Отримано: 28.10.2025

Прийнято: 18.11.2025

Опубліковано: 30.12.2025

