УДК 633.15:631.84:631.811(477.8)
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-2-12

Мулярчук О. І.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *muliarchukoi@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-2072-8536*

Дудка С. Д.
старший викладач кафедри машиновикористання, агрономії та агротехнологій,
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»,
Бережани, Україна
E-mail: *skepechshuk@gmail.com*
ORCID: *0009-0008-7012-3790*

Бялковська О. А.
доктор економічних наук,
професор кафедри енергозберігаючих технологій та біомедичної інженерії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна;
начальник відділу міжнародного наукового співробітництва
Національна академія аграрних наук України,
Київ, Україна
E-mail: *Ksenish05@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-8239-2700*

Плахтій Д. П.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри хімії, екології і загальнобіологічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *Loringswoe@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-2014-9748*

Мартинюк С. В.
здобувач вищої освіти ОС «магістр»
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *hmelya1975@gmail.com*
ORCID: *0009-0000-2454-5185*

ВПЛИВ АЗОТНО-МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

Анотація

Сучасні технології вирощування кукурудзи передбачають оптимізацію систем мінерального живлення, що забезпечує ефективну реалізацію генетичного потенціалу гібридів різних груп стиглості. Особливого значення набуває поєднання азотних добрив із мікроелементами, зокрема цинком, який відіграє важливу роль у фізіолого-біохімічних процесах рослин та сприяє формуванню високопродуктивних агроценозів.

У статті наведено результати польових досліджень щодо впливу азотно-мікроелементного живлення на формування морфологічних ознак гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах західного Лісостепу України. Дослідження

© Мулярчук О. І., Дудка С. Д., Бялковська О. А., Плахтій Д. П., Мартинюк С. В., 2026 pISSN 2706-9052, eISSN 2706-851X

проводили у 2022–2024 рр. на чорноземі опідзоленому за двофакторною схемою із використанням гібридів Фернандо (ФАО 260), Лауро (ФАО 300) та Акустика (ФАО 350). Вивчали ефективність застосування карбамідно-аміачної суміші (КАС-30), КАС-30 у поєднанні з хелатним цинковмісним мікродобривом та КАС-30 із комплексним мікродобривом «Авангард Кукурудза».

Встановлено, що застосування азотно-мікроелементного живлення позитивно впливало на формування висоти рослин, висоти прикріплення качана, довжини ніжки качана та індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини. Найвищі показники морфологічного розвитку незалежно від групи стиглості забезпечило поєднання КАС-30 із цинковмісним мікродобривом. Найбільшу висоту рослин сформував гібрид Акустика (ФАО 350) – 305,3 см, висоту прикріплення качана – 138,1 см, довжину ніжки качана – 11,3 см. Для гібридів Лауро та Фернандо також встановлено достовірне покращення морфологічних показників за використання КАС-30 + Zn порівняно з іншими варіантами удобрення. Застосування комплексу КАС-30 + «Авангард Кукурудза» також забезпечувало підвищення морфометричних показників, однак його ефективність була дещо нижчою порівняно з використанням цинку.

Отримані результати свідчать про доцільність комплексного застосування азотного та мікроелементного живлення для реалізації потенціалу сучасних гібридів кукурудзи різних груп стиглості та можуть бути використані при вдосконаленні технології вирощування культури в умовах західного Лісостепу України.

Ключові слова: *кукурудза, КАС-30, цинк, мікродобрива, позакореневе підживлення, висота рослин, висота прикріплення качана, західний Лісостеп.*

Вступ. Кукурудза *(Zea mays L.)* є однією з провідних зернових культур світу, продуктивність якої значною мірою визначається рівнем забезпечення рослин елементами мінерального живлення та біологічними особливостями гібридів. В умовах сучасного землеробства одним із найважливіших завдань є вдосконалення систем удобрення, спрямованих на максимальну реалізацію генетичного потенціалу гібридів різних груп стиглості за одночасного підвищення ефективності використання поживних речовин [12; 16].

За результатами досліджень І. І. Сеника, В. І. Оничка та Є. О. Наумова встановлено, що форми і норми внесення азотних добрив істотно впливають на інтенсивність росту рослин кукурудзи, формування їх висоти та, відповідно, продуктивності посівів [7]. Оптимізація азотного живлення забезпечує активний розвиток вегетативної маси, покращує фотосинтетичну діяльність рослин і створює передумови для формування високого врожаю. Водночас ефективність азотних добрив значною мірою залежить від забезпеченості рослин мікроелементами, серед яких особливу роль відіграє цинк, що бере участь у ферментативних процесах, синтезі ауксинів та регулюванні азотного обміну [1; 14].

Важливість позакореневого підживлення у технології вирощування кукурудзи підтверджено у роботах В. Д. Паламарчука, який встановив позитивний вплив мікродобрив на формування елементів продуктивності рослин та реалізацію потенціалу сучасних гібридів [5]. Аналогічних висновків дійшли Ж. А. Молдован і С. І. Собчук, які зазначають, що застосування позакореневих підживлень є ефективним елементом сучасних технологій вирощування зернової кукурудзи, особливо за інтенсивних систем удобрення [4]. Хмелюк О. зазначає, поєднання передпосівної підготовки насіння з позакореневим підживленням сприяє покращенню індивідуальної продуктивності рослин та підвищенню їх продуктивного потенціалу [8].

Морфологічні показники рослин є важливими критеріями оцінки особливостей росту та розвитку кукурудзи. Зокрема, висота рослин, висота прикріплення качана та співвідношення між цими показниками характеризують архітектоніку рослини, її адаптивність до механізованого збирання та потенціал продуктивності. Черчель В. Ю., Марочко В.А. та Таганцова М. М. провели доцільність використання індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини як додаткового селекційного та виробничого критерію оцінки гібридів кукурудзи [9].

Результати досліджень С. О. Юрченка, С. М. Шакалій та А. В. Багана свідчать, що рівень мінерального живлення є одним із визначальних чинників формування індивідуальної продуктивності та врожайності різностиглих гібридів кукурудзи [10]. Подібні закономірності встановили О. І. Лень, В. М. Тоцький, В. В., Гангур та Л. С. Єремко, які відзначають істотний вплив системи удобрення на продуктивність сучасних гібридів кукурудзи [3]. Крім того, В. Д. Паламарчук, Б. С. Демчук наголошують, що особливості реалізації продуктивного потенціалу значною мірою залежать від групи стиглості гібрида та його реакції на технологічні елементи вирощування [6].

Попри значну кількість досліджень, питання комплексного застосування карбамідно-аміачної суміші у поєднанні з цинковмісними та комплексними мікродобривами для гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах західного Лісостепу України залишається недостатньо вивченим. Це зумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на встановлення впливу азотно-мікроелементного живлення на формування морфологічних ознак рослин кукурудзи [2; 15].

Практичне значення таких досліджень полягає у визначенні найбільш ефективних елементів технології удобрення, які забезпечують оптимальний ріст і розвиток рослин кукурудзи, підвищують ефективність використання азоту та сприяють реалізації продуктивного потенціалу сучасних гібридів [11]. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технології вирощування кукурудзи в умовах західного Лісостепу України та обґрунтування рекомендацій щодо застосування азотно-мікроелементного живлення.

Метою досліджень було встановити особливості впливу азотно-мікроелементного живлення на формування морфологічних ознак гібридів кукурудзи різних груп стиглості та оцінити їх реакцію на застосування різних систем удобрення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування морфологічних показників кукурудзи є результатом взаємодії генетичних особливостей гібридів і технологічних елементів вирощування, серед яких система удобрення належить до визначальних чинників. Тому в дослідженні проаналізовано вплив різних варіантів

азотно-мікроелементного живлення на висоту рослин, висоту прикріплення верхнього качана та інші морфометричні показники, що характеризують особливості росту і розвитку рослин та можуть слугувати індикаторами ефективності застосованих агротехнологічних заходів [2; 13].

Польові дослідження для реалізації поставленої мети проводили протягом 2022–2024 рр. на базі ТзОВ «Емберіка», що розташоване в с. Серафинці Коломийського району Івано-Франківської області. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом опідзоленим, характерним для умов Лісостепу, який відзначається високою природною родючістю та є придатним для вирощування кукурудзи на зерно.

Польовий дослід був закладений за двофакторною схемою. До фактора А увійшли три гібриди кукурудзи різних груп стиглості: Фернандо (ФАО 260), Лауро (ФАО 300) та Акустика (ФАО 350). Фактор В охоплював різні варіанти азотного та мікроелементного живлення: застосування КАС-30, КАС-30 у поєднанні з цинковмісним мікродобривом, а також КАС-30 у комплексі з мікродобривом «Авангард Кукурудза».

Основне азотне живлення забезпечували шляхом внесення карбамідно-аміачної суміші (КАС-30) під передпосівну культивацію в нормі 200 л/га. Добриво обов'язково загортали в ґрунт для зменшення втрат азоту та підвищення ефективності його використання рослинами. Обрана норма азотного живлення відповідала потребам гібридів різних груп стиглості та забезпечувала оптимальні умови для їх росту і розвитку.

У варіанті із застосуванням цинку позакореневе підживлення проводили у фазі 5–7 листків кукурудзи, використовуючи хелатне цинковмісне мікродобриво в нормі 0,5 л/га.

Комплексне мікродобриво «Авангард Кукурудза» застосовували дворазово методом позакореневого підживлення: першу обробку здійснювали у фазі 3–4 листків, другу – у фазі 6–8 листків. Норма внесення препарату становила 1,5 л/га за витрати робочого розчину 250 л/га під час кожної обробки (табл. 1).

Таблиця 1. Схема досліду

Фактор А	Фактор В
ФЕРНАНДО (ФАО 260)	КАС 30
Лауро (ФАО 300)	КАС 30 + Zn
Акустика (ФАО 350)	КАС + Авангард Кукурудза

Аналіз морфологічних показників рослин кукурудзи показав, що як біологічні особливості гібридів, так і застосування позакореневого підживлення істотно впливали на формування висоти рослин, висоти прикріплення качана та довжини ніжки качана.

Найменші значення всіх досліджуваних показників були отримані на контрольному варіанті незалежно від гібрида. Застосування КАС-30 сприяло покращенню ростових процесів, а використання КАС-30 у поєднанні з цинком забезпечило максимальний розвиток рослин. Варіант із застосуванням КАС разом із препаратом «Авангард Кукурудза» також позитивно вплинув на морфологічні показники, однак його ефективність була дещо нижчою порівняно з варіантом КАС-30 + Zn.

У гібриду ФЕРНАНДО (ФАО 260) висота рослин на контрольному варіанті становила 270,3 см. За внесення КАС-30 вона збільшилася до 275,9 см, або на 5,6 см (2,1 %) порівняно з контролем. Найвищий показник відзначено за застосування КАС-30 + Zn – 282,6 см, що перевищувало контроль на 12,3 см (4,6 %). Використання КАС разом із препаратом «Авангард Кукурудза» забезпечило висоту рослин 278,4 см, що було на 8,1 см (3,0 %) більше, ніж на контролі. Аналогічна закономірність спостерігалася щодо висоти прикріплення качана, яка збільшилася з 121,2 см на контролі до 128,6 см за внесення КАС-30 + Zn. Довжина ніжки качана також зростала від 9,6 до 11,1 см, що свідчить про позитивний вплив позакореневого підживлення на розвиток генеративних органів (табл. 2).

Таблиця 2. Висота рослин, кріплення качанів та довжина ніжки качана у ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від позакореневих підживлень, см (середнє 2022–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	Висота рослин	Висота кріплення качанів	Індекс співвідношення	Довжина ніжки качана
ФЕРНАНДО ФАО 260	контроль	270,3	121,2	0,448	9,6
	КАС 30	275,9	124,9	0,453	10,2
	КАС 30 + Zn	282,6	128,6	0,455	11,1
	КАС + Авангард Кукурудза	278,4	126,7	0,455	10,7
Лауро ФАО 300	контроль	283,4	124,3	0,439	10,9
	КАС 30	287,1	128,5	0,448	11,8
	КАС 30 + Zn	294,6	132,6	0,450	12,5
	КАС + Авангард Кукурудза	291,0	130,2	0,447	12,0
АКУСТИКА ФАО 350	контроль	292,1	129,1	0,442	9,7
	КАС 30	298,4	133,6	0,448	10,4
	КАС 30 + Zn	305,3	138,1	0,452	11,3
	КАС + Авангард Кукурудза	302,3	136,4	0,451	10,9

Для гібриду Лауро (ФАО 300) характерними були вищі морфологічні показники порівняно з ФЕРНАНДО. Висота рослин на контрольному варіанті становила 283,4 см, а за використання КАС-30 + Zn досягала 294,6 см, що на 11,2 см (4,0 %) перевищувало контроль. За внесення КАС-30 висота рослин збільшилася до 287,1 см, тоді як застосування КАС із препаратом «Авангард Кукурудза» забезпечило 291,0 см. Висота прикріплення качана відповідно зросла з 124,3 до 132,6 см, а довжина ніжки качана – з 10,9 до 12,5 см. Отримані результати свідчать про високу чутливість цього гібриду до позакореневого підживлення.

Найвищими морфологічними показниками характеризувався гібрид АКУСТИКА (ФАО 350). На контрольному варіанті висота рослин становила 292,1 см, тоді як за внесення КАС-30 + Zn вона досягла 305,3 см, що перевищувало контроль на 13,2 см (4,5 %). Застосування КАС-30 забезпечило збільшення висоти рослин до 298,4 см, а використання КАС разом із препаратом «Авангард Кукурудза» – до 302,3 см. Висота прикріплення качана змінювалася від 129,1 до 138,1 см, а довжина ніжки качана – від 9,7 до 11,3 см. Це свідчить про інтенсивний ріст рослин та активний розвиток генеративних органів за умов оптимізованого мінерального живлення.

Порівняння досліджуваних гібридів показало, що зі збільшенням групи стиглості закономірно підвищувалися висота рослин і висота прикріплення качана. Найвищі рослини формував гібрид АКУСТИКА (ФАО 350), середні показники були характерні для Лауро (ФАО 300), тоді як найнижчі – для ФЕРНАНДО (ФАО 260). Найбільшу ефективність серед досліджуваних варіантів підживлення незалежно від гібрида забезпечило застосування КАС-30 у поєднанні з цинком, що сприяло максимальному збільшенню всіх морфологічних показників. Варіант із застосуванням КАС разом із препаратом «Авангард Кукурудза» також позитивно впливав на ріст і розвиток рослин, проте за ефективністю дещо поступався варіанту КАС-30 + Zn.

Індекс співвідношення коливається в межах 0,439–0,455, що є типовим для сучасних гібридів кукурудзи. Найвищі значення отримано за внесення КАС-30 + Zn, що свідчить про більш інтенсивний розвиток рослин і оптимальне розміщення качана на стеблі. Це вважається сприятливим для механізованого збирання та реалізації високого потенціалу продуктивності.

Висновки. Формування морфологічних ознак рослин кукурудзи істотно залежало від біологічних особливостей гібридів та системи азотно-мікроелементного живлення. Із підвищенням групи стиглості закономірно збільшувалися висота рослин, висота прикріплення качана та довжина ніжки качана. Найефективнішим варіантом удобрення виявилося поєднання КАС-30 із цинковмісним мікродобривом, яке забезпечило найвищі значення всіх досліджуваних морфологічних показників незалежно від гібрида. Застосування КАС-30 у комплексі з мікродобривом «Авангард Кукурудза» також позитивно впливало на ріст і розвиток рослин, однак поступалося за ефективністю варіанту КАС-30 + Zn. Найвищі морфологічні показники сформував гібрид Акустика (ФАО 350), у якого за внесення КАС-30 + Zn висота рослин досягла 305,3 см, висота прикріплення качана – 138,1 см. Отримані результати підтверджують доцільність використання КАС-30 у поєднанні з цинковмісними мікродобривами як ефективного елемента технології вирощування кукурудзи в умовах західного Лісостепу України.

Перспективи подальших досліджень доцільно спрямувати на визначення впливу різних доз і строків застосування азотно-мікроелементного живлення, зокрема цинку, на продуктивність та якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Важливим напрямом також є оцінювання економічної та енергетичної ефективності використання мікродобрив у поєднанні з КАС-30 за різних погодних умов західного Лісостепу України.

Список використаних джерел

1. Забарна Т. А., Броннікова Л. Ф., Остапчук Р. В. Вплив рівнів мінерального живлення на індивідуальну продуктивність та урожайність різностиглих гібридів кукурудзи. Таврійський науковий вісник. 2025. № 142(1). С. 49–59. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.8

2. Іващук В. П., Небаба К. С. Вплив регуляторів росту й мінерального живлення на формування структурних елементів урожаю кукурудзи на зерно. *Український журнал природничих наук.* 2025. Вип. 14. С. 202–209. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.14.2025.19

3. Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко, Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 2. С. 52–58. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06

4. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. Зернові культури. 2018. № 2*(1).* С. 101–108. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0014

5. М'ялковський Р. О., Хмелянчишин Ю. В., Плахтій Д. П., Лапчинський В. В. Агроекологічно обґрунтоване азотно-мікроелементне живлення кукурудзи в умовах західного лісостепу україни. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2026. № 50. С. 145–150. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-18

6. Паламарчук В.Д., Демчук Б.С. Роль позакореневих підживлень у сучасних технологіях вирощування зернової кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 20. С. 60–76. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-5

7. Сеник І. І., Оничко В. І., Наумов Є. О. Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від форм і норм внесення азотних добрив в умовах Північного Сходу України. *Аграрні інновації.* 2023. № 20. С. 69–75. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.11

8. Хмелюк О. Система удобрення кукурудзи. LNZ Group. URL: https://www.lnz.com.ua/news/sistema-udobrenna-kukurudzi (дата звернення 20.06.2026 р.)

9. Черчель В. Ю., Марочко В. А., Таганцова М. М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи *(Zea mays L.)*. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 2*(23)*. С. 37–39. https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127

10. Юрченко С. О., Шакалій С. М., Баган А. В. Формування продуктивного потенціалу гібридів кукурудзи за групами стиглості. Аграрні інновації. 2022. № 13. С. 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1

11. 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, No. 10. P. 79–90. https://doi.org.10.48077/scihor10.2024.79

12. Rasheed A., Jie H., Ali B., He R., Zhao L., Ma Y., Xing H., Qari S.H., Hassan M.U., Hamid M.R., Jie Y. Breeding drought-tolerant maize (Zea mays) using molecular breeding tools: Recent advancements and future prospective. Agronomy. 2023. Vol. 13(6). P. 1459. https://doi.org/10.3390/agronomy13061459

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

14. Sheoran S., Kaur Y., Kumar S., Shukla S., Rakshit S., Kumar R.Recent Advances for Drought Stress Tolerance in Maize *(Zea mays L.)*: Present Status and Future Prospects. *Frontiers in Plant Science.* 2022. Vol. 13. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.872566

15. Shkatula Yu., Matsera O., Zabarna T. The application of different fertilizer system for the formation of corn (Zea mays) hybrids grain productivity. *Ukrainian Journal of Natural Sciences.* 2022. Vol. 4(27). P. 25–40. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-3

Muliarchuk O. I.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Horticulture and Viticulture,
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *muliarchukoi@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-2072-8536*

Dudka S. D.
Senior Lecturer at the Department of Machinery Use, Agronomy, and Agrotechnologies,
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
«Berezhany Agrotechnical Institute»
Berezhany, Ukraine
E-mail: *skepechshuk@gmail.com*
ORCID: *0009-0008-7012-3790*

Bialkovska O. A.
Doctor of Economic Sciences,
Professor at the Department of Energy Saving Technologies and Biomedical Engineering,
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine;
Head of the International Scientific Cooperation Department
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: *Ksenish05@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-8239-2700*

Plahtiy D. P.
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Chemistry, Ecology and General Biological Subjects,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *Loringswoe@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-2014-9748*

Martyniuk S. V.
Master's degree Student,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *hmelya1975@gmail.com*
ORCID: *0009-0000-2454-5185*

EFFECT OF NITROGEN AND MICRONUTRIENT NUTRITION ON THE FORMATION OF MORPHOLOGICAL TRAITS IN MAIZE HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

Abstract

Modern maize cultivation technologies require the optimization of mineral nutrition systems to ensure the effective realization of the genetic potential of hybrids belonging to different maturity groups. Particular attention is paid to the combined application of nitrogen fertilizers and micronutrients, especially zinc, which plays an important role in physiological and biochemical processes and contributes to the formation of highly productive agrocenoses.

The article presents the results of field experiments aimed at determining the influence of nitrogen and micronutrient nutrition on the formation of morphological traits of maize hybrids of different maturity groups under the conditions of the Western Forest-

Steppe of Ukraine. The experiments were carried out during 2022–2024 on podzolized chernozem soil using a two-factor experimental design with the maize hybrids Fernando (FAO 260), Lauro (FAO 300), and Akustyka (FAO 350). The effectiveness of urea-ammonium nitrate solution (UAN-30), UAN-30 combined with a chelated zinc fertilizer, and UAN-30 combined with the complex micronutrient fertilizer "Avangard Kukurudza" was evaluated.

The results demonstrated that nitrogen and micronutrient nutrition positively affected plant height, ear attachment height, ear shank length, and the ratio index of ear attachment height to plant height. The highest values of all studied morphological traits, regardless of hybrid maturity group, were obtained with the combined application of UAN-30 and the zinc-containing micronutrient fertilizer. The Akustyka hybrid (FAO 350) produced the highest plant height (305.3 cm), ear attachment height (138.1 cm), and ear shank length (11.3 cm). The Fernando and Lauro hybrids also showed significant improvements in morphological characteristics under the UAN-30 + Zn treatment compared with the other fertilization variants. The application of UAN-30 together with the "Avangard Kukurudza" micronutrient fertilizer also improved plant growth, although its effectiveness was slightly lower than that of the zinc treatment.

The obtained results confirm the feasibility of combining nitrogen fertilization with zinc-containing micronutrient fertilizers to improve maize growth and development and to enhance the productive potential of modern hybrids under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: *maize, UAN-30, zinc, micronutrient fertilizers, foliar fertilization, plant height, ear attachment height, Western Forest-Steppe of Ukraine.*

References

1. Zabarna, T.A., Bronnikova, L.F., & Ostapchuk, R.V. (2025). Vplyv rivniv mineralnoho zhyvlennia na indyvidualnu produktyvnist ta urozhainist riznostyhlykh hibrydiv kukurudzy [Influence of mineral nutrition levels on individual productivity and yield of maize hybrids of different maturity]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 142(1), 49–59. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.8 [in Ukrainian].

2. Ivashchuk, V. P., & Nebaba, K. S. (2025). Vplyv rehuliatoriv rostu y mineralnoho zhyvlennia na formuvannia strukturnykh elementiv urozhaiu kukurudzy na zerno [The influence of plant growth regulators and mineral nutrition on the formation of maize grain yield structural components]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk,* 14, 202–209. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.14.2025.19 [in Ukrainian].

3. Len, O.I., Totskyi, V.M., Hanhur, V.V., & Yeremko, L.S. (2021). Vplyv systemy udobrennia ta osnovnoho obrobitku gruntu na produktyvnist hibrydiv kukurudzy [Influence of fertilization system and primary tillage on maize hybrid productivity]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 52–58. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06 [in Ukrainian].

4. Moldovan, Zh.A., & Sobchuk, S.I. (2018). Otsinka pokaznykiv indyvidualnoi produktyvnosti roslyn kukurudzy za doposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia [Assessment of individual productivity indicators of maize plants under pre-sowing seed treatment and foliar fertilization]. *Zernovi kultury*, 2(1), 101–108. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0014 [in Ukrainian].

5. Mialkovskyi, R. O., Khmelianchyshyn, Yu. V., Plakhtii, D. P., & Lapchynskyi, V. V. (2026). Ahroekolohichno obgruntovane azotno-mikroelementne zhyvlennia kukurudzy v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agroecologically substantiated nitrogen and micronutrient nutrition of maize under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 50, 145–150. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-18 [in Ukrainian]

6. Palamarchuk, V.D., & Demchuk, B.S. (2021). Rol pozakorenevykh pidzhyvlen u suchasnykh tekhnolohiiakh vyroshchuvannia zernovoi kukurudzy [The role of foliar fertilization in modern grain maize cultivation technologies]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 20, 60–76. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-5 [in Ukrainian].

7. Senyk I. I., Onychko V. I., Naumov Ye. O. Dynamika vysoty roslyn kukurudzy zalezhno vid form i norm vnesennia azotnykh dobryv v umovakh Pivnichnoho Skhodu Ukrainy. [Dynamics of maize plant height depending on the forms and application rates of nitrogen fertilizers under the conditions of North-Eastern Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No. 20. P. 69–75. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.11

8. Khmeluk, O. (n.d.). Systema udobrennia kukurudzy [Maize fertilization system]. LNZ Group. Retrieved from: https://www.lnz.com.ua/news/sistema-udobrenna-kukurudzi [in Ukrainian].

9. Cherchel, V. Yu., Marochko, V. A., & Tahantsova, M. M. (2014). Obgruntuvannia indeksu spivvidnoshennia vysoty prykriplennia verkhnoho kachana do vysoty roslyny hibrydiv kukurudzy *(Zea mays L.)* [Substantiation of the index of the ratio of upper ear attachment height to plant height in maize hybrids *(Zea mays L.)*]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2(23), 37–39. https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127 [in Ukrainian].

10. Yurchenko, S.O., Shakalii, S.M., & Bahan, A.V. (2022). Formuvannia produktyvnoho potentsialu hibrydiv kukurudzy za hrupamy styhlosti [Formation of productive potential of maize hybrids by maturity groups]. *Ahrarni innovatsii*, 13, 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1 [in Ukrainian].

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

12. Rasheed, A., Jie, H., Ali, B., He, R., Zhao, L., Ma, Y., Xing, H., Qari, S. H., Hassan, M. U., Hamid, M. R., & Jie, Y. (2023). Breeding drought-tolerant maize *(Zea mays)* using molecular breeding tools: Recent advancements and future prospective. *Agronomy*, 13(6), 1459. https://doi.org/10.3390/agronomy13061459 [in English].

13. Shahini E., Myalkovsky R., Nebaba K., Ivanyshyn O., & Liubytska D. (2023). Economic and biological characteristics and productivity analysis of sunflower hybrids. *Scientific Horizons*, Vol. 26, No. 8. P. 83–95. https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.83 [in English].

14. Sheoran, S., Kaur, Y., Kumar, S., Shukla, S., Rakshit, S., & Kumar, R. (2022). Recent advances for drought stress tolerance in maize *(Zea mays L.)*: Present status and future prospects. *Frontiers in Plant Science*, 13, 872566. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.872566 [in English].

15. Shkatula, Yu., Matsera, O., & Zabarna, T. (2022). The application of different fertilizer systems for the formation of corn *(Zea mays)* hybrids grain productivity. *Agriculture and Forestry*, 4(27), 25–40. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-3 [in English].

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 31.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026