

УДК 633.15:631.816
DOI:10.37128/2707-5826-2025-4-6

**ФОРМУВАННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ
ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ
ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ
МІКРОДОБРИВАМИ**

В.А. МАЗУР, кандидат с.-г. наук, професор, в.о. ректора ВНАУ, віце-президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»
Н.В. ШЕВЧЕНКО, кандидат с.-г. наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено результати польових досліджень щодо формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від системи мінерального живлення та застосування позакореневого підживлення мікродобривами. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності використання елементів живлення, реалізації генетичного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи та зростанням попиту на зерно як продовольчу, кормову й біоенергетичну сировину. Дослідження виконували впродовж 2022-2023 років на земельних угіддях фермерського господарства «Рибаченкове» Гайсинського району. Метою роботи було встановлення особливостей формування врожайності зерна та розрахункового виходу біоетанолу у гібридів кукурудзи МАС 25Ф і МАС 24С залежно від виду азотного добрива, строків та кратності позакореневого підживлення мікродобривом. Схема польового дослідження передбачала оцінювання впливу фону удобрення ($N_{22}P_{57}K_{57}$ як контрольний фон та фон у поєднанні з карбамідом) і строків позакореневого внесення мікродобрива Wonder Leaf Mono Zn 8 у фенологічних фазах 5-7 та/або 7-9 листків.

У результаті досліджень встановлено, що поєднання карбаміду з позакореневим підживленням у фазі 5-7 листків забезпечувало найвищі показники врожайності зерна – в середньому 9,0 т/га для обох досліджуваних гібридів, що перевищувало контроль на 1,7 т/га або 23 %. Підживлення у фазі 7-9 листків формувало нижчий, проте стабільний приріст урожайності на рівні 10-15 %, тоді як дворазове внесення забезпечувало приріст 14-19 %. Максимальний розрахунковий вихід біоетанолу (до 3,5 т/га) отримано за позакореневого підживлення у фазі 5-7 листків. Дисперсійний аналіз показав, що визначальним чинником формування продуктивності був фактор удобрення (43 %), тоді як вплив гібриду становив 33 %.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, мікродобрива, позакореневе підживлення, урожайність зерна, мінеральне живлення, біоетанол.

Табл. 3. Літ. 6.

Рівень продуктивності гібридів кукурудзи, а також якісні характеристики зерна й зеленої маси формуються під значним впливом умов мінерального живлення рослин. Серед основних агротехнічних чинників, що визначають ефективність формування врожаю, провідну роль відіграє застосування мінеральних і мікродобрив, а також регуляторів росту, які створюють сприятливі умови для росту, розвитку та реалізації продуктивного потенціалу культури. Оптимізація системи живлення рослин та підвищення коефіцієнта використання поживних речовин тісно пов'язані з досягненням збалансованого співвідношення макро- та мікроелементів. За умов інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур фізіологічна потреба рослин у



мікроелементах зростає, що обумовлює необхідність їх цілеспрямованого та науково обґрунтованого застосування [1].

Мікроелементи належать до групи хімічних елементів, які споживаються рослинами у незначних кількостях, проте мають визначальне значення для функціонування рослинного організму. Їх роль полягає у регуляції перебігу фізіолого-біохімічних процесів, що забезпечують нормальний ріст, розвиток і формування продуктивності рослин. Недостатнє забезпечення ґрунту мікроелементами призводить до порушення узгодженості метаболічних процесів, зниження інтенсивності життєво важливих фізіологічних функцій і, як наслідок, до неповної реалізації генетичного потенціалу культур. За таких умов урожайність та якість продукції знижуються, а в окремих випадках спостерігається пригнічення ростових процесів або загибель рослин [2].

Фізіологічне значення мікроелементів зумовлене їх участю в окисно-відновних реакціях, активації ферментативних систем, регуляції фотосинтетичної діяльності та процесів азотного обміну. Вони підвищують ефективність засвоєння макроелементів, сприяють адаптації рослин до дії абіотичних і біотичних стресових чинників та знижують негативний вплив хімічного захисту посівів. За оптимального мікроелементного живлення можливе підвищення врожайності сільськогосподарських культур у середньому на 15–20 %. За результатами наукових досліджень встановлено, що мікроелементи сприяють зростанню продуктивності рослин шляхом активізації ферментативних процесів, поліпшення використання води та основних елементів живлення (N, P, K), а також підвищення рівня природної стійкості рослин. Сумісна дія кількох мікроелементів часто має більш виражений ефект порівняно з їх окремим застосуванням і в окремих випадках є необхідною умовою нормального розвитку рослинного організму. Важливим елементом сучасних технологій вирощування є використання рідких комплексних мікродобрив, які містять кілька дефіцитних елементів живлення у фізіологічно доступній формі. До складу таких добрив зазвичай входять Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo та інші елементи, що забезпечують комплексний вплив на ріст і продуктивність сільськогосподарських культур [3].

Одним із найбільш результативних способів застосування мікродобрив є позакореневе підживлення, за якого поживні елементи засвоюються через листову поверхню значно швидше порівняно з ґрунтовим внесенням. Після надходження до тканин листка мікроелементи оперативно включаються в обмінні процеси, що особливо важливо у критичні фази органогенезу, коли формується потенціал урожайності та якість продукції [4].

Кукурудза серед зернових культур відзначається високою інтенсивністю винесення поживних речовин із ґрунту та здатністю ефективно засвоювати мікроелементи. Найбільшу потребу рослини кукурудзи мають у цинку, борі, міді, залізі, марганці та молібдені, кожен з яких виконує специфічні функції у регуляції фізіологічних процесів.

Так, цинк бере участь у синтезі ферментів і хлорофілу, бор забезпечує поділ клітин і транспорт вуглеводів, мідь і залізо залучені до процесів фотосинтезу та дихання, марганець активізує фотохімічні реакції, а молібден відіграє ключову роль в азотному обміні.

Варто зазначити, що навіть за достатнього вмісту мікроелементів у ґрунті їх доступність для рослин може обмежуватися реакцією ґрунтового середовища, вологозабезпеченням або іншими ґрунтово-кліматичними чинниками. У таких умовах дефіцит будь-якого з елементів живлення може виступати лімітуючим фактором у формуванні високої продуктивності кукурудзи [5].

Мета досліджень полягала у встановленні особливостей росту, розвитку та формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення посівів.

Методика проведення досліджень. Польові експериментальні дослідження виконували на земельних угіддях фермерського господарства «Рибаченкове», розташованого в Гайсинському районі, упродовж 2022-2023 років. Програмою дослідження передбачалося вивчення впливу та взаємодії трьох дослідних факторів: фактор А – гібридний склад кукурудзи, фактор В – системи позакореневого підживлення рослин.

Таблиця 1

Схема дослідження

Чинник А (Гібриди)		Чинник В (Вид фонового добрива)		Чинник С (Підживлення мікродобривом)		
Позначення варіанта	Гібрид	Позначення варіанта	Добриво	Позначення варіанта	Мікростадія, шкала ВВСН, фенологічна фаза	
А-1	МАС 25Ф	В-1	N ₂₂ P ₅₇ K ₅₇ – фон (Ф) – К	С1-К	–	–
				С-2	15–17	5-7 лист.
А-2	МАС 24С	В-2	Ф + карбамід	С-3	17–19	7-9 лист.
				С-4	15–17 і 17–19	5-7 та 7-9 лист.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Згідно методики досліджень було закладено трифакторний польовий дослід: Чинник А – гібриди: 1. МАС 25Ф; 2. МАС 24С; Чинник В – добриво: 1. N₂₂P₅₇K₅₇ – фон (Ф) – К; 2. Ф + карбамід. Чинник С – Підживлення мікродобривом: 1. Без добрив (контроль); 2. Wonder Leaf Mono Zn 8 (5-7 листків); 3. Wonder Leaf Mono Zn 8 (7-9 листків); 4. Wonder Leaf Mono Zn 8 (5-7 та 7-9 листків).

Результати експериментальних досліджень. Аналіз результатів польових експериментів показав, що формування врожайності зерна гібридів кукурудзи значною мірою визначалося особливостями системи удобрення, що підтверджується узагальненими даними, наведеними в таблиці 3.

Установлено, що за відсутності підживлення середній показник урожайності зерна гібриду кукурудзи МАС 25Ф становив 7,3 т/га. Поєднання карбаміду з позакореневим внесенням мікродобрива Wonder Leaf Mono Zn 8 у фазі 5-7 листків забезпечувало істотне підвищення продуктивності посівів, у результаті чого урожайність зерна зростала до 9,0 т/га, що відповідало приросту 1,7 т/га або 23 % відносно контрольного варіанта.

Застосування позакореневого підживлення у пізнішу фазу розвитку рослин (7-9 листків) також сприяло підвищенню врожайності гібриду МАС 25Ф. За цього варіанта середній рівень урожайності зерна досягав 8,4 т/га, що перевищувало контроль на 1,1 т/га або 15 %.

Таблиця 2

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від чинників досліджень та обробки посівів препаратом Wonder Leaf Mono Zn 8, т/га

Гібриди	Удобрення	Рік		Середнє	Приріст урожаю	
		2022	2023		т/га	%
МАС 25Ф	Без обробки – контроль	6,6	8,0	7,3	-	-
	карбамід + 5-7 л	8,3	9,7	9	1,7	23
	карбамід + 7-9 л	7,8	9,0	8,4	1,1	15
	карбамід + 5-7 та 7-9 л	8,0	9,4	8,7	1,4	19
МАС 24С	Без обробки – контроль	6,5	8,0	7,3	-	-
	карбамід + 5-7 л	7,9	10,0	9,0	1,7	23
	карбамід + 7-9 л	7,5	8,5	8,0	0,7	10
	карбамід + 5-7 та 7-9 л	7,7	8,9	8,3	1,0	14

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За умови дворазового позакореневого застосування мікродобрива Wonder Leaf Mono Zn 8 у фазах 5-7 та 7-9 листків у гібриду кукурудзи МАС 25Ф середній рівень урожайності зерна становив 8,7 т/га, що забезпечувало додатковий приріст 1,4 т/га або 19 % порівняно з контрольним варіантом.

Подібні закономірності впливу системи удобрення на формування продуктивності відмічено і для гібриду кукурудзи МАС 24С. На варіанті без підживлення середній показник урожайності зерна становив 7,3 т/га. Найвищі значення продуктивності були отримані за поєднання карбаміду з позакореневим внесенням мікродобрива Wonder Leaf Mono Zn 8 у фазі 5-7 листків, де урожайність зерна досягала 9,0 т/га, що відповідало приросту 1,7 т/га або 23 % відносно контролю.

Проведення позакореневого підживлення у фазі 7-9 листків забезпечувало зростання урожайності зерна гібриду МАС 24С до 8,0 т/га, що на 0,7 т/га або 10 % перевищувало контрольний варіант. За дворазового застосування мікродобрива у зазначені фенологічні фази середній рівень урожайності зерна становив 8,3 т/га, що забезпечувало приріст 1,0 т/га або 14 %.

Результати дисперсійного аналізу свідчать, що провідну роль у формуванні врожайності зерна кукурудзи відігравав фактор удобрення, частка впливу якого становила 43 %. Вагомий вплив на рівень продуктивності також мав генотип рослин, внесок якого оцінено на рівні 33 %. Вплив погодних умов року вирощування складав 20 %, тоді як на взаємодію факторів і дію інших чинників припадало близько 2 %.

Значні обсяги відновлюваної сировини, наявність родючих ґрунтів, розвинена науково-виробнича інфраструктура та залежність України від імпорту енергетичних ресурсів обумовлюють актуальність розвитку біоенергетичного напрямку як одного з ключових елементів державної стратегії. За таких умов кукурудза розглядається як перспективна сировинна культура для виробництва біоетанолу завдяки поєднанню високої врожайності та значного вмісту ферментованих вуглеводів.

Отримані експериментальні дані підтвердили, що величина розрахункового виходу біоетанолу істотно залежала від застосованої системи удобрення та біологічних особливостей досліджуваних гібридів кукурудзи, що узгоджується з узагальненими показниками, наведеними в таблиці 3.

Таблиця 3

Розрахунковий вихід біоетанолу залежно від удобрення гібридів кукурудзи, середнє за 2022–2023 рр., т/га

Варіант удобрення	Вихід біоетанолу
1	2
МАС 25Ф	
Без обробки – контроль	2,6
карбамід + 5-7 л	3,5
карбамід + 7-9 л	3,0
карбамід + 5-7 та 7-9 л	2,9
МАС 24С	
Без обробки – контроль	2,4
карбамід + 5-7 л	3,5
карбамід + 7-9 л	2,9
карбамід + 5-7 та 7-9 л	2,8

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

У середньому за 2022-2023 роки на контрольному варіанті у гібриду кукурудзи МАС 24С розрахунковий вихід біоетанолу становив 2,4 т/га. Використання карбаміду в поєднанні з позакореневим внесенням мікродобрива Wonder Leaf Mono Zn 8 у фазі 5-7 листків сприяло суттєвому підвищенню цього показника до 3,5 т/га, що забезпечувало додатковий приріст 1,1 т/га порівняно з контролем. Застосування підживлення у фазі 7-9 листків також позитивно впливало на формування біоенергетичної продуктивності, внаслідок чого вихід біоетанолу зростав до 2,9 т/га, що на 0,5 т/га перевищувало контрольний рівень.

За дворазового позакореневого внесення мікродобрива у фазах 5-7 та 7-9 листків середній вихід біоетанолу становив 2,8 т/га, що відповідало приросту 0,4 т/га відносно контрольного варіанта.

Аналогічний характер змін показників біоенергетичної продуктивності спостерігався і у гібриду кукурудзи МАС 25Ф. На варіанті без підживлення середній вихід біоетанолу за роки досліджень становив 2,6 т/га. Найвищі значення цього показника були зафіксовані за поєднання карбаміду з позакореневим підживленням мікродобривом Wonder Leaf Mono Zn 8 у фазі 5-7 листків, де вихід біоетанолу досягав 3,5 т/га, що перевищувало контроль на 0,9 т/га. Проведення підживлення у фазі 7-9 листків забезпечувало зростання виходу біоетанолу до 3,0 т/га, або на 0,4 т/га більше порівняно з контролем. За дворазового застосування мікродобрива у зазначені фенологічні фази розрахунковий вихід біоетанолу становив 2,9 т/га, що забезпечувало приріст 0,3 т/га відносно контрольного варіанта.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Установлено, що формування продуктивності гібридів кукурудзи МАС 25Ф і МАС 24С істотно залежить від системи мінерального живлення та застосування позакореневого підживлення мікродобривами. Найвищі показники врожайності зерна та розрахункового виходу біоетанолу забезпечувало поєднання карбаміду з позакореневим підживленням мікродобривом Wonder Leaf Mono Zn 8 у фазі 5-7 листків. Отримані результати підтверджують доцільність використання позакореневого підживлення мікродобривами в технологіях вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного з метою підвищення ефективності виробництва зерна та біоенергетичної сировини.

Список використаної літератури

1. Shevchenko N., Yakovets L. Influence of technological methods of growing on the leaf surface of corn. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 4 (23). P. 226-233. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-19.
2. Mazur V., Kolisnyk O., Yakovets L. Dialial analysis of the combination capacity of resistance to diseases and pests of the source selection corn material. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 2 (21). P. 233–244. DOI:10.37128/2707-5826-2021-2-19.
3. Мазур В.А., Шевченко Н.В., Яковець Л.А. Агробіологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ТОВ «Друк», 2023. 288 с.
4. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ТОВ Друк, 2022. 372 с.
5. Калетнік Г.М., Паламарчук В.Д., Гончарук І.В., Ємчик Т.В., Телекало Н.В. Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ФОП Кушнір Ю. В., 2021. 260 с.

6. Bogomaz S., Zayka K., Didur I., Mazur O., Mazur O., Tsyhanskyi V. Effects of plant density and fertilisation on yield structure and yield elements of maize hybrids for biofuel production. *Journal of Ecological Engineering*. 2025, Vol. 26 (6). P. 352–364. <https://doi.org/10.12911/22998993/202943>.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Shevchenko N., Yakovets L. (2021). Influence of technological methods of growing on the leaf surface of corn. *Agriculture and Forestry*, 4 (23). P. 226–233. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-19. [in English].

2. Mazur V., Kolisnyk O., Yakovets L. (2021). Diallel analysis of the combining ability of resistance to diseases and pests in source breeding material of maize. *Agriculture and Forestry*, 2 (21), P. 233–244. DOI:10.37128/2707-5826-2021-2-19.[in English].

3. Mazur V.A., Shevchenko N.V., Yakovets L.A. (2023). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannya hibrydiv kukurudzy dlia vyrobnytstva bioetanolu v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho: monohrafiia [*Agro-biological features of maize hybrid cultivation for bioethanol production in the Right-Bank Forest-Steppe*]. Vinnytsia: TOV «Druk». [in Ukrainian].

4. Palamarchuk V.D., Kolisnyk O.M. (2022). Suchasna tekhnolohiia vyroshchuvannya kukurudzy dlia enerhoefektyvnoho ta ekolohobezpechnoho rozvytku silskykh terytorii: monohrafiia [*Modern technology of maize cultivation for energy-efficient and environmentally safe rural development*]. Vinnytsia: TOV Druk. [in Ukrainian].

5. Kaletnik H.M., Palamarchuk V.D., Honcharuk I.V., Yemchyk T.V., Telekalo N.V. (2021). Perspektyvy vykorystannia kukurudzy dlia enerhoefektyvnoho ta ekolohobezpechnoho rozvytku silskykh terytorii: monohrafiia [*Prospects for the use of maize for energy-efficient and environmentally safe rural development*]. Vinnytsia: FOP Kushnir Yu.V. [in Ukrainian].

6. Bogomaz S., Zayka K., Didur I., Mazur O., Mazur O., Tsyhanskyi V. Effects of plant density and fertilisation on yield structure and yield elements of maize hybrids for biofuel production. *Journal of Ecological Engineering*. 2025, Vol. 26 (6). P. 352–364. <https://doi.org/10.12911/22998993/202943> [in English].

ANNOTATION

FORMATION OF PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS DEPENDING ON MICROFERTILIZERS

The article presents the results of field studies on the formation of productivity of maize hybrids depending on the mineral nutrition system and the application of foliar microfertilizers. The relevance of the research is determined by the need to improve the efficiency of nutrient use, ensure the realization of the genetic potential of modern maize hybrids, and meet the growing demand for grain as food, feed, and bioenergy raw material. The studies were conducted during 2022–2023 on the agricultural lands of the “Rybachenkove” farm located in the Haisyn district.

The aim of the research was to determine the peculiarities of grain yield formation and the calculated bioethanol output of maize hybrids MAS 25F and MAS 24C depending on the type of nitrogen fertilizer, as well as the timing and frequency of foliar application of micronutrient fertilizers. The experimental design included the assessment of a fertilization background with N22P57K57 as a control and the same background supplemented with carbamide, combined with foliar application of the micronutrient fertilizer Wonder Leaf Mono Zn 8 at the phenological stages of 5–7 and/or 7–9 leaves. The results of the study showed that the combination of carbamide with foliar fertilization at the 5–7 leaf stage provided the highest grain yield, averaging 9.0 t/ha for both investigated hybrids, which exceeded the control by 1.7 t/ha or 23%. Foliar feeding at the 7–9 leaf stage resulted in a lower but stable yield increase of 10–15%, while double application ensured a yield increase of 14–19%. The maximum calculated bioethanol output, up to 3.5 t/ha, was obtained with foliar micronutrient application at the 5–7 leaf stage. Variance analysis revealed that fertilization was the dominant factor influencing productivity (43%), whereas the contribution of the hybrid factor accounted for 33%.

Keywords: maize, hybrids, microfertilizers, foliar fertilization, grain yield, mineral nutrition, bioethanol.

Table 3. Lit. 6.

Інформація про авторів

Мазур Віктор Анатолійович – кандидат сільськогосподарських наук, професор кафедри рослинництва та садівництва, в.о. ректора ВНАУ, віце-президент ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» (21008, вул. Сонячна, 3, e-mail: rector@vsau.org, <https://orcid.org/0000-0002-9365-8682>).

Шевченко Наталія Василівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва, факультету агрономії, садівництва та захисту рослин навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету. (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail: nataliashevchenko111@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0334-2044>).

Mazur Viktor – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of crop production and garden, Rector of the Vinnytsia National Agrarian University, Vice-President of ESPC Ukrainian Scientific-Educational Consortium (21008, Vinnytsia, Soniachna St.3, e-mail: rector@vsau.org, <https://orcid.org/0000-0002-9365-8682>).

Natalia Shevchenko – Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of plant production and horticulture, faculty of agronomy, horticulture and plant protection, educational and research institute of agricultural technologies and nature management, Vinnytsia national agrarian university (21008, Vinnytsia, Sonyachna st., 3 email: nataliashevchenko111@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0334-2044>).

Надходження статті 31.10.25.

Прийнято 09.12.25.

Опубліковано 25.12.25.