

## УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ

**Антал Т. В., Кісіль Т. В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України вул. Героїв Оборони, буд. 15, м. Київ, 03041, Україна*

**Актуальність.** Кукурудза є однією з провідних зернових культур у світі та в Україні, яка має велике значення для продовольчої безпеки, кормовиробництва та переробної промисловості. Водночас сучасні технології вирощування передбачають інтенсифікацію виробництва, що часто призводить до виснаження ґрунтів і дефіциту доступних форм мікроелементів. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває застосування мікродобрив, які відіграють особливу роль у фізіолого-біохімічних процесах рослин, зокрема, фотосинтезі, диханні, синтезі білків та ферментативній активності. Нестача таких елементів, як цинк, бор, марганець та інші, може суттєво обмежувати реалізацію генетичного потенціалу гібридів кукурудзи, знижувати врожайність і погіршувати якість зерна. Тому вивчення особливостей впливу мікродобрив на продуктивність і якість зерна кукурудзи є актуальним напрямом досліджень і має важливе значення для підвищення ефективності зернового виробництва. **Мета досліджень.** Визначення особливостей формування продуктивності кукурудзи залежно від гібрида та удобрення. **Матеріали та методи.** Експериментальні дослідження проводили протягом 2023–2025 рр. на базі Панфільської дослідної станції ННЦ Інституту землеробства НААН, яка територіально розміщена в Бориспільському районі Київської області. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний легкоуглинистий. Клімат регіону помірно-континентальний. У досліді вивчали гібриди кукурудзи Амеліор (ФАО 240) та MAS 25 F (ФАО 250). Згідно схеми досліду вносили Діамофоску (200 кг/га) під оранку + карбамід (200 кг/га) у передпосівний обробіток, добрива Яра Віта Цинтрак (1,0 л/га) у фазі 5–6 листків та Грамітрел – у підживлення (2 л/га) – у фазу 4–8 листків. **Результати.** У середньому за три роки проведення досліджень максимальну урожайність було отримано за внесення Діамофоски (200 кг/га) – під оранку + карбамід (200 кг/га) – в передпосівний обробіток та підживлення Яра Віта Цинтрак (9,8 т/га). Показники вмісту білка, крохмалю та жиру набули максимального значення за даного ж варіанту та становили 9,6%; 72,3 % та 5,5 % відповідно. **Висновки.** Встановлено, що на урожайність зерна кукурудзи найбільше впливає внесення добрив у технології вирощування за умов Діамофоски (200 кг/га) – під оранку + карбамід (200 кг/га) у передпосівний обробіток та додаткового підживлення у фазі 5–6 листків добривом Яра Віта Цинтрак (9,8 т/га). Якісні показники зерна кукурудзи, а саме: білок, крохмаль, жир залежали також від застосування добрив та підживлення посівів кукурудзи.

**Ключові слова:** кукурудза, добрива, підживлення, урожайність, якість зерна, білок, крохмаль, жир.

**Вступ.** Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з провідних зернових культур у світовому та вітчизняному землеробстві, а формування її врожайності та якості зерна тісно пов'язане з рівнем мінерального живлення і системою удобрення. За узагальненими даними науковців дефіцит азоту, фосфору і калію залишається одним із головних обмежувальних чинників продуктивності кукурудзи у більшості агрокліматичних зон [1].

Ця культура значною мірою визначає не тільки економічний стан тваринництва, але й зернової галузі взагалі. Завдяки вигід-

ному географічному розташуванню, сприятливим кліматом в Україні існують об'єктивні умови для вирощування кукурудзи.

Агрокліматичні умови зон кукурудзо-сіяння в нашій країні вирізняються надзвичайною різноманітністю, що істотно впливає на ріст, розвиток рослин і формування зернової продуктивності культури [2].

Кукурудза належить до культур з високим потенціалом продуктивності, реалізація якого залежить від цілого ряду чинників та найбільш важливими є добір гібридів згідно з регіоном вирощування, адаптованих до

Надійшла: 09.03.2026

Прийнята: 03.05.2026

Опублікована: 27.05.2026

### Інформація про авторів:

**Антал Тетяна Володимирівна**, канд. с.-г. наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-6225-9347>

**Кісіль Тетяна Валентинівна**, магістр, <https://orcid.org/0009-0009-3596-1614>



змін клімату і здатних забезпечувати велику урожайність, стабільну за роками [3].

Удосконалення елементів технології і впровадження інновацій – це один із шляхів інтенсифікації в агровиробництві. Високоєфективним фактором є, насамперед, система удобрень, оскільки рослинам необхідні як макро-, так і мікроелементи, хоч і в дещо меншій кількості [4]. Саме тому позакореневе підживлення підвищує ефективність використання рослинами нутрієнтів, передусім, в умовах нестабільного вологозабезпечення, що вже не рідкість в зоні Лісостепу [5].

Застосування мікродобрив дозволяє повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість продукції та підвищувати врожай. Потрапляючи в рослину, вони включаються в обіг речовин, у результаті чого активізуються біохімічні процеси, що призводить до підвищення рівня життєдіяльності рослини [6].

Науковці стверджують, що ефективність позакореневого підживлення значною мірою залежить від рівня ґрунтового забезпечення елементами живлення, погодних умов, складу препаратів та строків їх внесення. У разі дефіциту мікроелементів у ґрунті обприскування рослин препаратами цинку і бору забезпечує істотне підвищення продуктивності качана та зменшення проявів фізіологічних порушень у рослинах [7].

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить, що поєднання науково обґрунтованих доз мінеральних добрив з системою позакореневого підживлення слугує ефективним інструментом підвищення врожайності та покращення якості зерна кукурудзи. Разом з тим, результати багатьох досліджень вказують на необхідність подальшого вивчення дії різних схем удобрення та підживлень по листу з урахуванням ґрунто-кліматичних умов і біологічних особливостей гібридів кукурудзи. Тому питання вирощування цієї важливої зернової культури для забезпечення потреб з кожним роком стає дедалі актуальнішим [8].

Вагомим елементом агротехніки кукурудзи є фон живлення. Для одержання високої урожайності зерна цієї культури необхідно забезпечувати рослини всіма важливими поживними речовинами у тій кількості, скі-

льки їх вони потребують, залежно від періоду розвитку. Не менш важливим є оптимальне співвідношення між елементами живлення [9].

Провідна роль у життєдіяльності кукурудзи належить азоту. Він входить до складу білків, хлорофілу, вітамінів та інших життєво необхідних органічних речовин. Кукурудза, добре забезпечена азотним живленням, прискорює ріст рослин у висоту, розвиває значну асиміляційну поверхню листків з темно-зеленим забарвленням. При цьому значно покращується діяльність листкового апарату, накопичується велика кількість білків та вуглеводів, самі листки функціонують триваліший час, що сприяє збільшенню фотосинтетичного потенціалу [10, 11].

Особливо необхідно забезпечити азотом у критичний період розвитку рослин, а саме, у фазі цвітіння та молочної стиглості зерна. У цей час висока температура сприяє проходженню процесів мінералізації і вивільнення азоту з ґрунту, який кукурудза використовує найкраще серед зернових культур, це сприяє підвищенню як врожайності, так і якості зерна.

Не менш потрібним для життєдіяльності рослин кукурудзи є забезпечення фосфором. Фосфорні добрива також сприяють рівномірній появі сходів, активізують ріст кореневої системи, прискорюють її досягання [12]. Найбільший вміст цього елемента спостерігається у насінні та у тканинах, що ростуть. У листках фосфору більше, ніж у стеблах і коренях [13, 14]. Фосфорні добрива також збільшують урожайність зерна та підвищують вміст у ньому білка та жиру. Однак, дія фосфору на підвищення кількості білка в зерні кукурудзи незначна і залежить від властивостей ґрунту, співвідношення в ньому поживних речовин і внесених добрив.

*Метою дослідження є оптимізація технологічних прийомів вирощування кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу та встановлення особливостей формування урожайності і якості зерна гібридів кукурудзи залежно від фону мінеральних добрив, і застосування у підживлення добрив Яра Віта Цинтрак та Грамітрел.*

**Матеріали та методи.** Польові дослідження з впливу мінерального добрива та підживлення були закладені на базі Панфільської

дослідної станції ННЦ Інституту землеробства НААН з урахуванням всіх методик дослідної справи. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий; клімат – помірно-континентальний. У досліді попередником була пшениця озима. Технологія вирощування кукурудзи – загальноприйнята для даної ґрунтово-кліматичної зони за виключенням факторів, які вивчались. Дослід двофакторний: Фактор А – гібриди: Амеліор (ФАО 240), MAS 25 F (ФАО 250); Фактор В – удобрення: діаміфоска під оранку (200 кг/га) + карбамід (200 кг/га). Фон (Контроль), Фон + Яра Віта Цинтрак, Фон + Грамітрел. Яра Віта Цинтрак – висококонцентроване рідке добриво для позакошеневого застосування до складу якого входить 700 г/л (40%) Zn та 18 г/л (1,0 %) N. Вносили у фазу 4–8 листків дозою 1 л/га. Грамітрел – комплексне рідке добриво. Діючі речовини: N – 3,9%, Mg – 9,1%, MgO – 15,2%, Cu – 3,0%, Mn – 9,1%, Zn – 4,9%. Доза внесення – 2 л/га. Строк внесення – фаза 4–8 листків.

**Результати та обговорення.** Агровиробники впродовж років прагнуть досягати високої врожайності вирощуваних культур. Саме тому, селекціонери та виробники спрямували зусилля на підвищення збору зерна з одиниці площі (з гектара), що є вирішальним показником. Основні чинники, які на це впливають – це ґрунтово-кліматичні умови, дотримання агротехнічних вимог та підбір гібрида [14–16].

Прибутковість посівів кукурудзи буде значно меншою, якщо не мати ґрунтовних знань щодо біологічних та морфологічних особливостей вирощуваної культури. Щоб одержувати стабільно високі врожаї, слід докладати чимало зусиль та не розраховувати на сприятливі погодні умови для вирощування обраної культури. Задля економічної стабільності та уникнення проблем зі збиранням краще обирати декілька гібридів і бажано, з різними строками досягання. За вирощування гібридів інтенсивного типу маємо ретельно продумати систему удобрення та підживлення для забезпечення рослин всіма необхідними макро- і мікроелементами на період вегетації [17, 18].

Стан посівів кукурудзи перед збиранням відображають показники структури

врожаю. На них, зокрема, суттєво впливають і нерегульовані погодно-кліматичні та ґрунтові фактори. Застосування на посівах кукурудзи висококонцентрованих рідких добрив для підживлення дало не тільки прибавку врожайності, а й покращило якість зерна [19].

У період активного розвитку кукурудзи важливе значення має цинк, тому що хімічний елемент безпосередньо впливає на продукційні процеси в критичні фенологічні фази. Цинк покращує перебіг ферментативних реакцій, бере участь у виробленні хлорофілу, а також діє на репродуктивність, метаболізм вуглеводів, фосфатів та протеїнів, крім того, впливає на синтез гормону росту – ауксину. Під дією Zn покращується процес запилення качанів кукурудзи, а також він сприяє подоланню негативного впливу несприятливих факторів (перепади температури, спека, посуха) і підсилює стійкість рослин до патогенів [20].

Важливим резервом підвищення урожайності зернових культур та якості врожаю є мікроелементи. Недостатня їх кількість часто сповільнює і затримує розвиток рослин, що негативно позначається на рівнях урожайності та знижує якісні показники продукції.

За результатами трирічних досліджень щодо впливу мікродобрив на зернову продуктивність гібридів кукурудзи MAS 25 F та Амеліор урожайність залежала від варіанта досліду (табл. 1).

Аналізуючи отримані результати щодо гібрида MAS 25 F, встановлено, що в усі роки досліджень найнижчу врожайність спостерігали на контрольному варіанті, де вносили Діаміфоску під оранку (200 кг/га) + карбамід (200 кг/га) – передпосівний обробіток ґрунту. Найвищу урожайність зерна кукурудзи отримали у 2023 р. – 10,1 т/га, порівняно з 2024 та 2025 рр., коли урожайність була 8,0 та 9,2 т/га відповідно. Застосування мікродобрива Яра Віта Цинтрак сприяло підвищенню урожайності в усі роки досліджень: у 2023 р. значення цього показника зросло до 10,7 т/га, у 2024 р. – до 8,5 т/га, у 2025 р. – до 10,1 т/га. Аналогічну тенденцію мали і при застосуванні препарату Грамітрел, де врожайність становила 10,5 т/га; 8,3 та 9,7 т/га відповідно.

Внесення мікродобрив позитивно впли-

Таблиця 1. Урожайність кукурудзи залежно від гібрида та удобрення, т/га

Гібрид (Фактор А)	Удобрення (Фактор В)	Рік (Фактор С) –				Прибавка до контролю	
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє	т/га	%
MAS 25 F	Фон (контроль)*	10,1	8,0	9,2	9,1	-	-
	Фон + Яра Віта Цинтрак	10,7	8,5	10,1	9,8	0,7	7,7
	Фон + Грамітрел	10,5	8,3	9,7	9,5	0,4	4,4
Амеліор	Фон (контроль)	9,5	7,6	9,0	8,7	-	-
	Фон + Яра Віта Цинтрак	10,0	8,0	9,8	9,3	0,6	6,9
	Фон + Грамітрел	9,8	7,9	9,3	9,0	0,3	3,4

НІР<sub>0,5</sub> т/га по: фактору А. Гібрид MAS 25 F – 0,48; Амеліор – 0,54

Примітка: \* Діамофоска під оранку (200 кг/га) + карбамід (200 кг/га) в передпосівний обробіток ґрунту

вало на формування урожайності і за вирощування гібрида кукурудзи Амеліор. На контролі у 2023 р. врожайність становила 9,5 т/га, у 2024 р. – 7,6 т/га, у 2025 р. – 9,0 т/га. У варіанті 3 Яра Віта Цинтрак показники підвищилися до 10,0 т/га; 8,0 та 9,8 т/га відповідно за роками. Використання Грамітрелу забезпечило врожайність на рівні 9,8; 7,9 і 9,3 т/га. Найвищі результати урожайності гібрида Амеліор отримано за варіанта під оранку Діамофоска (200 кг/га) + карбамід (200 кг/га) + Яра Віта Цинтрак. На контролі отримали найнижчу урожайність по кожному з гібридів порівняно з іншими варіантами удобрення.

Застосування мікродобрив позитивно впливало на формування врожаю зерна обох гібридів протягом усього періоду досліджень. Найвищі середні показники урожайності зафіксовано у гібрида MAS 25 F при внесенні Яра Віта Цинтрак (9,8 т/га), що на 0,7 т/га (7,7 %) перевищило контроль. У варіанті з внесенням Грамітрелу приріст становив 0,4 т/га (4,4 %). Аналогічна тенденція була і у гібрида Амеліор, де найкращий ефект також мали у варіанті із Яра Віта Цинтрак (9,3 т/га), що на 0,6 т/га (6,9 %) більше порівняно з контролем. Загалом, гібрид MAS 25 F мав дещо вищий рівень продуктивності та кращу реакцію на застосування мікродобрив.

Порівняльний аналіз між гібридами свідчить, що у середньому за роки досліджень, гібрид MAS 25 F характеризувався дещо вищим потенціалом урожайності порівняно з Амеліор, особливо у варіанті з застосуванням мікродобрив.

За результатами досліджень встановлено, що поєднання основного удобрення з

У ході досліджень ми аналізували

позакореневими підживленнями дозволяє не лише підвищити врожайність зерна кукурудзи, а й покращити показники якості. Зокрема, відмічається зростання вмісту сирого протеїну, крохмалю та жиру [3].

Одним з основних хімічних компонентів зерна кукурудзи є крохмаль, вміст якого становить 65–83 % від маси зерна. Глюкоза, сахароза та фруктоза (прості вуглеводи) змінюються від 1–3 %. Склад крохмалю кукурудзи генетично контролюється та представлений двома полімерами глюкози, такими як амілаза та амілопектин. У гібридів зубовидного та кременистого типу в ендоспермі міститься амілази 25–30 %, амілопектину – 70–75 % [21].

У сучасних гібридів кукурудзи вміст білка може змінюватися з 8 до 11 % від маси зерна, при цьому більша його частина міститься в ендоспермі.

Порівняно з іншими хімічними речовинами, жиру в зерні міститься невелика кількість, найбільше його знаходиться у алейроновому шарі та в клітинах зародкової тканини, а в ендоспермі не більше 1 %. Загалом вміст жиру в зерні кукурудзи не перевищує 3–7 % [22].

Цінова політика та попит на світовому ринку, значною мірою залежать від якісних показників зерна. Відтак, дослідження мають бути спрямовані не лише на покращення врожайності, а й на шляхи підвищення в зерні вмісту білка, крохмалю та жиру. На покращення показників якості великий вплив має правильний підбір гібридів для конкретної ґрунтово-кліматичної зони, дотримання технологій вирощування та застосування інноваційних рішень.

вплив рідких висококонцентрованих добрив

Яра Віта Цинтрак (1 л/га) та Грамітрел (2 л/га) на вміст білка, крохмалю та жиру в зерні кукурудзи.

Для отримання зерна кукурудзи з підвищеним вмістом білка потрібні сприятливі умови: інтенсивне сонячне світло, достатня вологість, оптимальне живлення рослин – внесення азоту, міді та сірки. Випадання надмірної кількості опадів у цей період буде негативно впливати на якість білка [14].

Виходячи з результатів досліджень було отримано показники якісного складу зерна кукурудзи (табл. 2). Встановлено, що вміст білка в зерні зростав у всіх варіантах із застосуванням мікродобрів. Найвищі значення відмічали за використання мікродобрива Яра Віта Цинтрак: 9,6 % – у MAS 25 F та 9,5 % – у гібрида Амеліор, що на 0,9–1,0 % більше порівняно з контролем.

Подібна закономірність спостерігалася

**Таблиця 2. Показники якості зерна гібридів кукурудзи залежно від удобрення за 2023–2025 рр.**

Гібрид (Фактор А)	Удобрення (Фактор В)	Вміст в зерні, %		
		білка	крохмалю	жиру
MAS 25 F	Фон – Контроль*	8,7	67,5	3,7
	Фон+Яра Віта Цинтрак (1 л/га)	9,6	72,3	5,5
	Фон+Грамітрел (2 л/га)	9,2	70,2	4,6
Амеліор	Фон – Контроль	8,5	66,9	3,5
	Фон+Яра Віта Цинтрак(1 л/га)	9,5	72,0	5,2
	Фон+Грамітрел (2 л/га)	9,0	71,1	4,3

Примітка: \* під оранку Діамофоска (200 кг/га) + карбамід (200 кг/га) в передпосівний обробіток ґрунту

і щодо вмісту крохмалю: у варіантах із мікродобривами його кількість зростала на 3–5% відносно контролю. Максимальний показник крохмалю (72,3 %) сформував гібрид MAS 25 F за внесення Яра Віта Цинтрак.

За удобрення посівів кукурудзи вміст жиру в зерні також зріс. Найбільше накопичення жиру відмічено у варіантах за внесення Яра Віта Цинтрак – 5,5 % у гібрида MAS 25 F та 5,2 % – у гібрида Амеліор, що значно перевищує показники на контролі (3,7 % та 3,5 % відповідно). Це свідчить про позитивний вплив мікроелементного живлення на біохімічні процеси формування зерна.

Таким чином, результати досліджень підтверджують високу ефективність застосування мікродобрів у технології вирощування кукурудзи. Найкращим варіантом виявилось внесення препарату Яра Віта Цинтрак (1 л/га), що забезпечило покращення якості зерна. Встановлено чітку залежність між рівнем мінерального живлення та формуванням біохімічного складу зерна, а також різну реакцію гібридів на умови удобрення, що має важливе практичне значення для оптимізації технології вирощування культури.

Провівши аналіз вмісту в зерні кукурудзи обробіток ґрунту карбаміду (200 кг/га). Найнижчі показники були за внесення в під-

дзи білка, крохмалю та жиру, у середньому по досліді, при внесенні під оранку Діамофоски (200 кг/га) + карбаміду (200 кг/га) в передпосівний обробіток ґрунту, можна стверджувати що значення вище наведених показників порівняно з іншими варіантами удобрення були мінімальними. Вміст білка становив 8,7 %, крохмалю – 67,5 % та жиру – 3,7 %. При застосуванні рідких концентрованих добрив відмічали покращення якості зерна.

Оцінюючи вплив добрива Яра Віта Цинтрак (1 л/га) на вирощування гібрида MAS 25 F простежується приріст до контролю вмісту білка на 0,9 %, крохмалю на 4,8 % та жиру на 1,8 %. При підживленні Грамітрелом ці показники були дещо нижчими та становили 9,2 %; 70,2 та 4,6 % відповідно.

Показники якості зерна гібрида Амеліор також відрізнялися за різних варіантів застосування препаратів. На контрольному варіанті вміст білка в зерні був 8,5 %, крохмалю – 66,9 % жиру – 3,5 %. Найбільше білка (9,5 %), крохмалю (72,0 %) та жиру (5,2 %) було відмічено у варіанті внесення Яра Віта Цинтрак (1 л/га) на фоні внесення під оранку Діамофоски (200 кг/га) + в передпосівного живлення Грамітрелу: білка – 9,0 %, крохмалю – 71,1 % та жиру – 4,3 %.

**Висновок.** Для отримання сталих врожаїв зерна кукурудзи та з метою максимально можливої реалізації генетичного потенціалу продуктивності гібридів у Лівобережному Лісостепу України варто запроваджувати внесення під оранку Діамофоска (200 кг/га) + карбамід (200 кг/га) у передпосівний обробіток ґрунту та мікродобрива Яра Віта Цинтрак (1,0 л/га) у фазі 5–6 листків. У середньому за роки досліджень, гібрид MAS 25 F сформував найвищу урожайність – 9,8 т/га, що на 0,7 т/га перевищила контроль, що є свідченням доцільності його більш широкого

впровадження у виробництво в Лівобережному Лісостепу України.

Якісні показники зерна кукурудзи формуються під впливом комплексу факторів, серед яких визначальну роль відіграють умови живлення рослин, зокрема, забезпеченість макро- та мікроелементами. Застосування мікродобрива Яра Віта Цинтрак (1 л/га) сприяє покращенню біохімічного складу зерна, що проявляється у підвищенні вмісту білка, крохмалю і жиру. Максимальний вміст білка – 9,6 %, крохмалю – 72,3 %, жиру – 5,5 % було отримано за вирощування гібрида MAS 25 F.

### Використана література

1. Жуйков О. Г., Давиденко І. А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи «тренд»? *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136, ч. 1. С. 116–124. doi: 10.32782/2226-0099.136.1.16.
2. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії. Харків: Майдан, 2016. Кн. 1. 300 с.
3. Крестьянінов Є. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Формування урожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах Лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10, № 1. С. 18–26. doi: 10.31548/agr2019.01.018.
4. Паламарчук В. Д. Вплив позакорневих підживлення прояв лінійних розмірів рослин кукурудзи. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. 2018. № 286. С. 231–244. doi: 10.31548/agr2018.286.231.
5. Семенда Д. К., Семенда О. В., Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи. *Агро-світ*. 2020. № 3. С. 43–49. doi: 10.32702/2306-6792.2020.3.43.
6. Palamarchuk V., Noncharuk I., Telekalo N., Krychkovskiy V., Krupchuk I., Mordvaniuk M. Modeling of hybrid cultivation technology corn to ensure energy efficiency for sustainable rural development. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021 11(7), 204–211. doi: 10.15421/2021\_260
7. Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві. *Агроном*, 2023. № 2 (80). С. 9–12. URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-vroslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtrat> (дата звернення: 11.10.2024)
8. Egli D. B. Modelling the effect of variation of in-row spacing on kernel m<sup>-2</sup> in maize. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 136. 126486. doi: 10.1016/j.eja.2022.126486.
9. Санін Ю. (2010). Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. URL: <http://www.propozitsiya.com/page=146&itemid=328823>.
10. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В., Антал Т. В. Вплив передпосівної обробки насіння та посівів комплексними регуляторами росту рослин на урожайність гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. Меліорація, землеробство, рослинництво 2025. № 29. С. 59–65.: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.10>
11. Кучер А., Кучер Л. Економіка і ринок кукурудзи: формування конкурентоспроможності. *Пропозиція*. Спецвипуск: Кукурудза: практикум урожайності та прибутковості. 2018. С. 8–12.
12. Каленська С. М., Мокрієнко В. А., Антал Т. В. (2024) Рослинництво: навч. посіб. Київ: Принтеко, 2024. 536 с.
13. Zhoua B., Suna X., Wangb D., Dinga Z., Lia C., Maa W., Zhaoa M. Integrated agronomic practice increases maize grain yield and nitrogen use efficiency under various soil fertility conditions. *The Crop Journal*. 2019. Vol. 7, Issue 4. P. 527–538. doi: 10.1016/j.cj.2018.12.05.
14. Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4 (83). С. 60–63.
15. Каленська С. М., Свистунов Ю. В., Антал Т. В. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від норм мінеральних добрив та регулятору росту рослин на чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (1). С. 25–31. doi: 10.31210/spi2025.28.01.05.
16. Ковальчук І. Критерії підбору гібридів кукурудзи для різних умов вирощування. *Farmer (the Ukrainian)*. 2015 №12 (72). С. 82–84
17. Пиляк В. І., Нікіпелова О. М. Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно з використанням нових біодобрив на основі осадів стічних вод. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 56–61. doi: 10.32851/2226-0099.2021.119.8.
18. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Шпаар Д. та ін.; за ред. Д. Шпаара. Київ: Альфа-стевія ЛТД, 2009. 396 с.
19. Ефективність мікродобрив за обробки насіння та листкового підживлення посівів пшениці озимої /

- В. В. Гангур та ін. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 46–51. doi: 10.31210/visnyk2021.02.056.
20. Поліщук М. І. Паламарчук О. Д. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.
21. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення

- кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
22. Паламарчук В. Д. Вміст крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від строків посіву. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №7 Том 1. С. 37–45.

## References

- Zhuikov, O.H., & Davydenko, I.A. (2024). Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a “trend”? *Tavriyskiy naukoviy visnyk* [Taurida Scientific Herald], 136 (1), 116–124. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.136.1.16> [in Ukrainian].
- Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M. et al. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii* [Research in agronomy]. Knyha 1. Kharkiv: Maidan, 2016, 300. [in Ukrainian].
- Krestianinov, Ye. V., Yermakova, L. M., Antal, T. V. (2020). Economic and energy efficiency of maize cultivation depending on mineral fertilizers and foliar fertilization of crops. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy* [Scientific reports of NULES of Ukraine], 5 (87). doi: 10.31548/dopovid2020.05.006
- Palamarchuk, V. D. The effect of foliar fertilization on the linear size of corn plants. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy* [Scientific journals of NULES of Ukraine], 286, 231–244 [in Ukrainian].
- Semenda, D. K., Semenda, O. V., Semenda, O. V. (2020). Suchasnyy stan ta shlyakhy pidvyshchennya ekonomichnoyi efektyvnosti vyrobnytstva zerna kukurudzy [Current status and ways to increase the economic efficiency of corn grain production]. *Ahrosvit* [Agroworld], 3, 43–49 [in Ukrainian].
- Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Telekalo, N., Krychkovskiy, V., Krupchuk, I., Mordvaniuk, M. (2021). Modeling of hybrid cultivation technology corn to ensure energy efficiency for sustainable rural development. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (7), 204–211.
- Maksin, V. I. (2023). *Mikrodobryva v roslыnnytvі* [microfertilizers in crop production]. *Ahronom* [Agronomist], 2 (80). [in Ukrainian].
- Egli, D. B. (2022). Modelling the effect of variation of in-row spacing on kernel m<sup>-2</sup> in maize. *European Journal of Agronomy*, 136, 126486. doi: 10.1016/j.eja.2022.126486
- Sanin, Yu. (2010). *Tekhnoholia pidzhyvlennia kukurudzy makro- ta mikroelementamy, yikhiye znachennia ta zastosuvannia v posivakh kukurudzy* [Technology of feeding corn with macro- and microelements, their importance and application in corn crops]. URL: <http://www.propozitsiya.com/page=146&itemid=328823>.
- Kalenska, S. M., Yermakova, L. M., Svystunov, Yu. V., Antal, T.V. (2025). The effect of pre-sowing treatment of seeds and crops with complex plant growth regulators on the yield of corn hybrids. *Ahrarni innovatsii. Melioratsiya, zemlerobstvo, roslыnnytvі* [Agricultural innovations], 29, 59–65. [in Ukrainian].
- Kucher, A. and Kucher, L. (2018) Economy and corn market: formation of competitiveness. *Propozyttsiia. Spetsvyypusk. Kukurudza: praktykum urozhainosti i prybutkovoski* [Proposal. Special issue: Maize: a practice of yield and profitability]. pp. 8–12.
- Kalenska, S. M., Mokriienko, V. A., Antal, T. V. (2024). *Roslynnystvo: navchalnyi posibnyk* [Crop production: tutorial]. Kyiv: Printeko, 536 p. [in Ukrainian].
- Zhoua, B., Suna, X., Wangb, D., Dinga, Z., Lia, C., Maa, W., Zhaoa, M. (2019). Integrated agronomic practice increases maize grain yield and nitrogen use efficiency under various soil fertility conditions. *The Crop Journal*, 7 (4), 527–538. doi: 10.1016/j.cj.2018.12.05
- Yermakova, L. M., Svystunov, Yu. V. (2016). Formation of yield and quality of corn grain depending on fertilization in the Left Bank Forest-Steppe. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 4 (83), 60–63. [in Ukrainian].
- Kalenska, S. M., Svystunov, Yu. V., Antal, T. V. (2025). Yield of corn hybrids depending on mineral extraction rates and plant growth regulators on chernozems typical of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 25–31. [in Ukrainian].
- Kovalchuk, I. (2015). Criteria for selecting corn hybrids for different growing conditions. *Farmer (the Ukrainian)*, 12 (72), 82–84. [in Ukrainian].
- Pylak, V.I., Krutiakova, V.I., Nikipelova, O.M. (2021). Bioenergetic efficiency of growing corn for grain using new biofertilizers based on sewage sludge. *Tavriyskiy naukoviy visnyk* [Tavrian Scientific Bulletin], 119, 56–61. doi: 10.32851/2226-0099.2021.119.8
- Shpar, D., Hinapp, K., Dreher, D., Zakharenko, A., and Kalenska, S. (2009). *Kukurudza: vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia* [Corn: growing, harvesting, preserving and using]. Kyiv: Alfa-stevii LTD, 396 p.
- Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., & Len, O. I. (2021). The effectiveness of microfertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 2, 46–51. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.05> [in Ukrainian].
- Polishchuk, M. I., & Palamarchuk, O. D. (2016). Vplyv pozakorenevyykh pidzhyvlen na produktyvnist hibrydiv kukurudzy [The influence of foliar fertilization on the productivity of corn hybrids]. *Agriculture and forestry*, 4, 102–109. [in Ukrainian].

21. Tsykov, V. S., Dudka, M. I., Shevchenko, O. M., & Nosov, S. S. (2016). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia kukurudzy mikroelementnymy preparatamy sumisno z azotnym mineralnym dobryvom [The effectiveness of foliar feeding of corn with microelement preparations in combination with nitrogen mineral fertilizer]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine], 11, 23–27. [in Ukrainian].
22. Palamarchuk, V. D. (2017). Starch content in corn hybrid grains depending on sowing dates. *Agriculture and forestry*, 7 (1), 37–45. [in Ukrainian].

UDC 631.559:631.811.98:633.15

**Antal, T. V., Kysil, T. V. Maize yield and grain quality depending on micronutrient feeding.**

*Grain Crops*. 2026. 10 (1). 182–189.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine*

**Topicality.** Maize is one of the leading cereal crops globally and in Ukraine, playing a crucial role in food security, feed production, and the processing industry. At the same time, modern cultivation technologies involve production intensification, which often leads to soil depletion and a deficiency of available micronutrient forms. In this context, the application of micronutrient fertilisers becomes particularly relevant, as they play an essential role in plant physiological and biochemical processes, including photosynthesis, respiration, protein synthesis, and enzymatic activity. Deficiency of elements such as zinc, boron, manganese, and others can significantly limit the realisation of the genetic potential of maize hybrids, reduce yield, and deteriorate grain quality. Therefore, studying the specific effects of micronutrient fertilisation on maize productivity and grain quality is a relevant research direction and is of great importance for improving the efficiency of grain production. **Purpose.** To determine the peculiarities of maize productivity formation depending on hybrid and fertilisation. **Materials and Methods.** Experimental studies were conducted at the Panfyly Research Station of the National Scientific Center “Institute of Agriculture of NAAS” located in Boryspil district of Kyiv region during 2023–2025. The soil of the experimental plot is typical low-humus light loamy chernozem. The climate of the region is moderately continental. The study investigated maize hybrids Amelior (FAO 240) and MAS 25 F (FAO 250). In accordance with the experimental design, the control trial involved the application of diamofoska (200 kg/ha) during ploughing + urea (200 kg/ha) during pre-sowing cultivation. Additionally, YaraVita Zintrac was applied at a rate of 1.0 l/ha at the 5–6 leaf stage, and Gramitrel was used for foliar feeding at a rate of 2 l/ha at the 4–8 leaf stage. **Results.** On average, over the three years of the study, the maximum yield (9.8 t/ha) was obtained by applying diamofoska (200 kg/ha) for plowing + urea (200 kg/ha) in pre-sowing treatment as background with foliar feeding YaraVita Zintrac. The protein, starch, and fat content indicators reached their maximum value for the same variant and were 9.6%; 72.3% and 5.5%, respectively. **Conclusions.** We found that the application of fertilisers as part of the cultivation technology (diamophoska (200 kg/ha) under ploughing + urea (200 kg/ha) during pre-sowing cultivation and additional feeding in the 5–6 leaf stage with YaraVita Zintrac (9.8 t/ha)) has the greatest impact on maize grain yield. The quality parameters of maize grain, namely: protein, starch and fat content, also depended on the application of fertilisers and foliar feeding of maize crops.

**Key words:** maize, fertilisers, feeding, yield, grain quality, protein, starch, and fat content.