УДК 633.15:631.816:631.559
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-2-7

Карбівська У. М.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
E-mail: *uliana.karbivska@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-0540-8887*

Дмитрик П. М.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
E-mail: *pavlo.dmytryk@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-1973-391X*

Гусак В. В.
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біохімії та біотехнології,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
E-mail: *viktor.husak@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0001-9415-9837*

Заїка В. К.
доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри лісового і аграрного менеджменту
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
E-mail: *volodymyr.zaika@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-2206-772X*

Шеленко Д. І.
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри підприємництва, торгівлі та прикладної економіки
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
E-mail: *diana.shelenko@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-9214-7258*

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ *ZEA MAYS* В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Анотація

У статті наведено результати досліджень впливу різних систем удобрення на формування врожайності та показників якості зерна кукурудзи в умовах західного регіону на дерново-підзолистому ґрунті. Встановлено, що природна родючість ґрунту є недостатньою для формування високої продуктивності культури, що підтверджується низькою врожайністю на контрольному варіанті без внесення добрив – 4,82 т/га.

Застосування органічних і мінеральних добрив суттєво підвищує рівень урожайності кукурудзи. Зокрема, внесення гною у дозі 30 т/га забезпечило підвищення врожайності до 6,54 т/га, що на 35,7 % більше порівняно з контролем. Використання мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяло зростанню врожайності до 7,86 т/га (приріст 63,1 %), а підвищення дози до $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 9,14 т/га (приріст 89,6 %). Найвищий рівень продуктивності отримано за органо-мінеральної системи удобрення (гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$) – 9,48 т/га, що на 96,7 % перевищує контроль.

© Карбівська У. М., Дмитрик П. М., Гусак В. В., Заїка В. К., Шеленко Д. І., 2026
pISSN 2706-9052, eISSN 2706-851X

Встановлено, що системи удобрення істотно впливають на елементи структури врожаю. За органо-мінерального удобрення довжина качана становила 20,1 см, кількість зерен у качані – 536 шт., а маса 1000 зерен – 301 г, тоді як на контролі ці показники складали відповідно 16,4 см, 428 шт. і 256 г.

Досліджено вплив удобрення на якісні показники зерна кукурудзи. Встановлено, що вміст білка зростав від 8,6 % на контролі до 10,6 % за органо-мінерального удобрення, а вміст крохмалю – від 70,8 % до 73,4 %. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило вміст білка 10,4 % та крохмалю 72,8 %.

Отримані результати свідчать, що найбільш ефективним є поєднання органічних і мінеральних добрив, яке забезпечує не лише максимальну врожайність кукурудзи, але й покращення якісних показників зерна. Органо-мінеральної системи удобрення сприяє оптимізації живлення рослин та підвищенню ефективності використання ґрунтових ресурсів.

Ключові слова: *кукурудза, врожайність, структура врожаю, удобрення, дерново-підзолистий ґрунт.*

Вступ. Кукурудза (*Zea mays L.)* є однією з провідних зернових культур світового землеробства та займає важливе місце у структурі посівних площ України. Високий потенціал урожайності, універсальність використання зерна у продовольчій, кормовій та промисловій галузях, а також значний експортний потенціал зумовлюють постійне зростання її ролі в аграрному виробництві. У структурі зернового балансу України кукурудза посідає одне з важливих місць, забезпечуючи значну частку валового виробництва зерна [6].

Особливо сприятливі умови для вирощування кукурудзи сформовані в західному регіоні України, де поєднання родючих ґрунтів та помірно-континентального клімату дозволяють реалізувати високий генетичний потенціал сучасних гібридів. Проте ефективність вирощування цієї культури значною мірою залежить від рівня забезпечення рослин елементами мінерального живлення. У сучасних умовах інтенсивного землеробства одним із основних факторів формування стабільної врожайності кукурудзи є оптимізація систем удобрення, які повинні враховувати біологічні особливості культури, родючість ґрунту та агрокліматичні умови регіону [15].

Кукурудза характеризується високою потребою у поживних речовинах, особливо у азоті, фосфорі та калії. Для формування 1 т зерна культура в середньому використовує 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору та 25–30 кг калію. Відповідно, за врожайності 7,0–7,5 т/га загальний винос поживних речовин із ґрунту становить приблизно 168–225 кг азоту, 70–90 кг фосфору та 175–225 кг калію.

Нестача хоча б одного з цих елементів призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, уповільнення росту рослин та формування меншої кількості генеративних органів, що безпосередньо впливає на врожайність та якість зерна. Водночас надмірне або незбалансоване застосування мінеральних добрив може спричиняти погіршення агрохімічних властивостей ґрунту, зниження ефективності використання поживних речовин та підвищення витрат на виробництво продукції [3; 4].

Навіть за високої природної родючості ґрунт не здатний повністю забезпечити таку кількість елементів живлення у доступній для рослин формі, що зумовлює необхідність застосування систематичного та збалансованого удобрення.

Результати багаторічних досліджень свідчать, що застосування оптимальних норм мінеральних добрив здатне підвищувати врожайність кукурудзи на 30–60 % порівняно з варіантами без удобрення, однак ефективність різних систем удобрення значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, гібриду кукурудзи та рівня агротехніки [5; 7; 10].

У сучасних умовах зміни клімату, зростання вартості мінеральних добрив та необхідності збереження родючості ґрунтів особливої актуальності набуває питання оптимізації систем удобрення кукурудзи. Визначення ефективності різних варіантів застосування добрив дозволяє підвищити рівень використання поживних речовин рослинами, забезпечити формування високої врожайності та покращити показники якості зерна.

Таким чином, дослідження впливу різних систем удобрення на врожайність і якість зерна кукурудзи в умовах західного регіону України є важливим завданням, спрямованим на підвищення ефективності виробництва та забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Проблематика удобрення кукурудзи детально висвітлена у працях як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Ефективність застосування добрив визначається багатьма чинниками, зокрема погодними умовами, рівнем родючості ґрунту, біологічними особливостями сорту чи гібриду, видом і способом внесення, нормою добрив, а також співвідношенням поживних елементів тощо [14; 15].

За останні десять років в Україні площі посіву кукурудзи зросли майже вдвічі, а рівень її врожайності – утричі. Високі показники отримують господарства, що застосовують інтенсивні технології вирощування. Зокрема, валовий збір зерна становив 11,16 млн т із площі 1,76 млн га (32 % посівних площ) за середньої врожайності 6,34 т/га [1–4].

Питання оптимізації систем удобрення кукурудзи в умовах західного регіону України є предметом численних наукових досліджень, оскільки забезпечення рослин доступними формами поживних речовин безпосередньо впливає на формування врожайності та показники якості зерна. Сучасні наукові дослідження свідчать, що ефективність удобрення кукурудзи значною мірою залежить від поєднання органічних і мінеральних добрив, рівня родючості ґрунтів, погодних умов вегетаційного періоду та біологічних особливостей гібридів [18; 20; 24].

Добрива є одним із провідних чинників інтенсифікації рослинництва, оскільки істотно впливають на формування врожаю сільськогосподарських культур, у тому числі кукурудзи. Серед елементів живлення найбільше

значення для підвищення врожайності має азот. Його споживання кукурудзою відбувається нерівномірно. До фази 8 листків засвоюється лише 3 % загальної потреби, тоді як у період від 8 листків до фази висихання приймочок качана рослина поглинає близько 85 % азоту. Решта елементу засвоюється майже до повної стиглості зерна.

За даними досліджень українських учених, внесення повного мінерального добрива забезпечує істотне підвищення врожайності кукурудзи на зерно. Так, у дослідженнях на чорноземах типових Правобережного Лісостепу встановлено, що застосування удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяло підвищенню врожайності культури на 3,5–4,8 т/га порівняно з контролем [13].

У дослідженнях, проведених у різних ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України, визначено, що оптимальні норми мінеральних добрив можуть підвищувати врожайність кукурудзи до 10–12 т/га за умови збалансованого співвідношення основних елементів живлення. При цьому найбільший вплив на формування врожаю має азотне живлення, яке визначає інтенсивність ростових процесів, формування листкової поверхні та накопичення сухої речовини [11; 14].

Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{128}P_{128}K_{128}$ під передпосівний обробіток забезпечувало підвищення врожайності до 9,44 т/га. Найвищу зернову продуктивність гібриду SY Torino (12,88 т/га) отримано за поєднання основного внесення мінеральних добрив із підживленням у дозі N_{70}. Це підтверджує важливу роль удобрення в технології вирощування кукурудзи [5; 25].

Водночас у багатьох дослідженнях недостатньо враховано рівень родючості ґрунту, сформований унаслідок тривалого застосування добрив, а також особливості засвоєння поживних елементів як із ґрунту, так і з добрив.

Кукурудза особливо чутлива до азотного живлення. Для ефективного використання азотних добрив і оптимізації їх норм необхідно враховувати не лише заплановану врожайність, а й фактичний вміст азоту в ґрунті, який залежить від попередника та системи удобрення і може коливатися в межах 20–100 кг/га [7– 9].

Результати досліджень Г. С. Сіам [23] показали, що застосування аміачної селітри сприяло істотному підвищенню висоти рослин кукурудзи, сирої та сухої маси, маси качана, маси 1000 зерен, урожайності, а також вмісту NPK у рослинах. Підвищення дози азоту до 140 кг д.р./га зумовлювало значне збільшення висоти рослин, накопичення сухої речовини, маси качана, маси 1000 зерен і врожайності зерна. Водночас застосування сульфату амонію сприяло істотному зростанню концентрації заліза та марганцю в зеленій масі кукурудзи, тоді як на вміст цинку цей фактор істотно не впливав. Разом з тим саме внесення сульфату амонію забезпечило найвищий вміст заліза, марганцю та цинку у зерні кукурудзи [19].

Дослідженнями встановлено, що ефективність азотних добрив залежить від їх виду, фази розвитку кукурудзи та кількості позакореневих підживлень. Найбільшу масу 1000 зерен у гібриду ЕС Конкорд (320 г) отримано за застосування КАС-32 у поєднанні з позакореневим підживленням препаратом Гумілін Стимул у фазі 5–7 листків (ВВСН 15–17), тоді як на контролі цей показник становив 280 г. Найменші показники зафіксовано за використання аміачної води. Найбільшу кількість зерен у ряду (36 шт.) і в качані (504 шт.) сформовано за внесення КАС-32 та одноразового підживлення Гумілін Стимул (3 л/га) [1; 2].

За даними О. В. Трубілова [17], внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ під першу культивацію забезпечило приріст урожайності зерна на рівні 0,40 т/га. Подібний результат отримано і за внесення добрив під час сівби у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$, де приріст становив 0,41 т/га. Найвищу ефективність відзначено за комбінованого внесення добрив: $N_{45}P_{45}$ під культивацію та $N_{15}P_{15}K_{15}$ під час сівби, що забезпечило збільшення врожайності зерна на 0,80 т/га.

Застосування мінеральних добрив і позакореневих підживлень загалом підвищує врожайність кукурудзи. Післясходове внесення комплексних мінеральних добрив Plantonit Frumentum і Plantonit Grain підвищувало продуктивність кукурудзи в середньому на 6,0 та 5,4 % відповідно порівняно з варіантом застосування лише $N_{60}P_{60}K_{60}$. За поєднання $N_{60}P_{60}K_{60}$ із Plantonit Grain урожайність зерна збільшувалася на 1,76 т/га: у ранньостиглих гібридів, у середньоранніх – на 2,11 т/га, у середньостиглих – на 1,96 т/га відносно варіанту без удобрення [2; 21; 22].

Окремі дослідження присвячені вивченню ефективності поєднання органічних та мінеральних добрив. Встановлено, що застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяє не лише підвищенню врожайності, а й покращенню агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунту. Зокрема, внесення гною у поєднанні з мінеральними добривами забезпечувало приріст урожайності кукурудзи на 4,0–5,5 т/га порівняно з контролем [4; 16; 17].

Важливим аспектом сучасних досліджень є також вплив систем удобрення на показники якості зерна кукурудзи. Наукові дослідження показують, що оптимальні норми азотних добрив сприяють підвищенню вмісту білка в зерні на 1,2–2,0 %, тоді як фосфорні та калійні добрива позитивно впливають на накопичення крохмалю та покращують енергетичну цінність зерна [5].

У дослідженнях, проведених у Правобережному Лісостепу, встановлено, що використання сучасних систем удобрення дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин рослинами кукурудзи та забезпечити стабільну врожайність навіть за умов нестійкого зволоження. При цьому найбільш ефективними виявилися системи удобрення, що передбачають диференційоване внесення азотних добрив упродовж вегетаційного періоду [1; 9; 10; 12].

Таким чином, аналіз сучасних наукових публікацій свідчить, що система удобрення є одним із найважливіших факторів формування врожайності та якості зерна кукурудзи. Разом із тим ефективність різних варіантів удобрення значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування та біологічних

особливостей гібридів, що обумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі для умов західного регіону України.

Мета дослідження – встановлення впливу різних систем удобрення на формування врожайності та показників якості зерна кукурудзи в умовах західного регіону України.

Дослідження впливу різних систем удобрення на врожайність та якість зерна кукурудзи проводили в умовах польового досліду на дерново-підзолистому ґрунті західного регіону України. Вони характеризуються відносно невисоким природним рівнем родючості, підвищеною кислотністю та обмеженим забезпеченням доступними формами азоту, фосфору і калію, що зумовлює необхідність раціонального застосування добрив для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Вміст гумусу орного шару (0–20 см) складав 1,8–2,1 %, що свідчить про помірну родючість ґрунту. Реакція ґрунтового середовища за pH сольової витяжки коливалася від 4,8 до 5,0, легкогідролізований азот у межах 70–85 мг/кг, рухомий фосфор (P_2O_5) – 60–75 мг/кг, а K_2O – 95–120 мг/кг, що забезпечує достатній запас макроелементів для нормального росту і розвитку культурних рослин.

Польовий дослід було закладено рендомізовано у трьох повтореннях. Площа облікової ділянки становила 50 м². У досліді вивчали вплив різних систем удобрення на продуктивність кукурудзи: контроль (без добрив); гній 30 т/га; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$

Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри, суперфосфату гранульованого та калійної солі. Основну частину фосфорно-калійних добрив та половину азотних вносили під основний обробіток ґрунту, решту азоту – у підживлення у фазі 5–6 листків кукурудзи.

Об'єктом дослідження – гібрид кукурудзи Мантікора середньостиглої групи стиглості. Сівбу проводили у третій декаді квітня при прогріванні ґрунту до 10–12 °С. Норма висіву становила 70–75 тис. схожих насінин на 1 га. Ширина міжрядь – 70 см. Технологія вирощування загальноприйнята, за винятком факторів, які вивчалися.

У процесі проведення досліджень здійснювали фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин кукурудзи. Облік урожайності проводили методом суцільного збирання зерна з облікових ділянок з подальшим перерахунком на стандартну вологість 14 %. Лабораторні аналізи проводили відповідно до стандартних методик агрохімічних досліджень (ДСТУ 4117:2007 Зерно та продукти його переробки. Методи визначення якості).

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування врожайності кукурудзи значною мірою залежить від рівня мінерального живлення рослин, оскільки ця культура характеризується високим споживанням поживних речовин упродовж вегетаційного періоду. На дерново-підзолистих ґрунтах, які відзначаються низьким вмістом гумусу та обмеженою забезпеченістю доступними формами азоту, фосфору і калію, застосування добрив є одним із головних факторів підвищення продуктивності культури. Як зазначає Г.М. Господаренко, ефективність мінерального живлення кукурудзи значною мірою залежить від оптимального співвідношення основних елементів живлення та їх доступності для рослин протягом критичних фаз розвитку [3].

Результати досліджень українських учених свідчать, що кукурудза використовує з ґрунту значну кількість елементів живлення. Для формування 1 т зерна разом із відповідною кількістю побічної продукції рослини засвоюють у середньому 20–25 кг азоту, 8–10 кг фосфору та 25–30 кг калію [11]. За недостатнього забезпечення цими елементами суттєво знижується інтенсивність ростових процесів, зменшується площа листкової поверхні та погіршується формування генеративних органів.

Отримані результати досліджень свідчать про суттєвий вплив різних систем удобрення на формування врожайності культури. Найнижчий рівень продуктивності спостерігався на контрольному варіанті без внесення добрив, де урожайність становила 4,82 т/га (табл. 1). Такий показник зумовлений використанням рослинами переважно природної родючості ґрунту та обмеженою доступністю основних елементів живлення, насамперед азоту, фосфору та калію.

Таблиця 1. Врожайність зерна кукурудзи залежно від удобрення (середнє 2023-2025 рр.)

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Приріст до контролю, т/га	Приріст, %
Контроль (без добрив)	4,82	–	–
Гній 30 т/га	6,54	1,72	35,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,86	3,04	63,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,14	4,32	89,6
Гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	9,48	4,66	96,7
НІР 05	0,60		

У варіанті з внесенням гною у дозі 30 т спостерігалось підвищення врожайності до 6,54 т/га, що на 1,72 т/га перевищує контроль. Більш високі показники продуктивності зафіксовано у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, де урожайність досягла 7,86 т/га, а приріст відносно контролю становив 63,1 %. Поєднання азотного, фосфорного та калійного живлення створює більш збалансовані умови для росту й розвитку рослин.

Подальше підвищення рівня мінерального живлення до $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило урожайність 9,14 т/га, що на 4,32 т/га більше порівняно з контролем. Внесення підвищеної дози мінерального добрива сприяє покращенню водного режиму рослин, активізації ферментативних процесів та підвищенню стійкості до абіотичних і біотичних стресів.

Найвищу врожайність отримано у варіанті органо-мінерального удобрення (гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$) – 9,48 т/га, що перевищує контроль на 96,7 %. Висока ефективність цього варіанту зумовлена комплексною дією органічних і мінеральних добрив. Гній не лише забезпечує рослини додатковими елементами живлення, а й покращує агрофізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту.

Формування врожайності кукурудзи залежить не лише від кількості рослин на площі, а й від показників структури врожаю, зокрема маси 1000 зерен, довжини качана та кількості зерен у качані. Саме вони значною мірою визначають кінцевий рівень продуктивності культури. Встановлено, що найнижчі значення всіх досліджуваних показників спостерігалися на контрольному варіанті без внесення добрив. Довжина качана становила 16,4 см, кількість зерен у качані – 428 шт., а маса 1000 зерен – 256 г (табл. 2). Це пояснюється обмеженим забезпеченням рослин доступними елементами живлення, що стримує процеси формування генеративних органів та накопичення сухої речовини в зерні.

Таблиця 2. Вплив систем удобрення на основні елементи структури врожаю кукурудзи

Варіант удобрення	Довжина качана, см	Кількість зерен у качані, шт.	Маса 1000 зерен, г
Контроль (без добрив)	16,4	428	256
Гній 30 т/га	17,8	462	268
$N_{60}P_{60}K_{60}$	18,9	496	281
$N_{90}P_{90}K_{90}$	19,6	518	294
Гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	20,1	536	301

Внесення гною сприяло покращенню показників структури врожаю. Довжина качана збільшилася до 17,8 см, кількість зерен у качані – до 462 шт., а маса 1000 зерен – до 268 г. Позитивний вплив азоту зумовлений активізацією ростових процесів, підвищенням інтенсивності фотосинтезу та формуванням більш потужного листкового апарату, що забезпечує кращі умови для розвитку репродуктивних органів.

У варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ довжина качана досягла 18,9 см, кількість зерен у качані становила 496 шт., а маса 1000 зерен – 281 г, що суттєво перевищує показники на контролі та варіанті із внесенням гною. Найкращі показники структури урожаю зафіксовано на варіанті з органо-мінеральним удобренням, які перевищують інші варіанти від 8 до 25 %.

Система живлення рослин істотно впливає не лише на рівень урожайності, але й на біохімічний склад зерна кукурудзи. Результати проведених досліджень свідчать, що застосування різних систем удобрення суттєво впливає не лише на врожайність, але й на якісні показники зерна, зокрема вміст білка, крохмалю та масу 1000 зерен. Ці показники характеризують харчову та технологічну цінність продукції і значною мірою залежать від рівня забезпечення рослин елементами мінерального живлення.

На контрольному варіанті без внесення добрив вміст білка становив 8,6 %, крохмалю – 70,8 %, а маса 1000 зерен – 256 г (табл. 3). Такий рівень показників пояснюється обмеженим надходженням елементів живлення до рослин, що негативно впливає на синтез органічних сполук і накопичення запасних речовин у зерні.

Таблиця 3. Показники якості зерна кукурудзи

Варіант удобрення	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %	Маса 1000 зерен, г
Контроль (без добрив)	8,6	70,8	256
Гній 30 т/га	9,3	71,5	268
$N_{60}P_{60}K_{60}$	9,8	72,1	281
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,4	72,8	294
Гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	10,6	73,4	301

Як видно з наведених даних, внесення гною у дозі 30 т/га сприяло покращенню якісних характеристик зерна. Зокрема, вміст білка підвищився до 9,3 %, крохмалю – до 71,5 %, а маса 1000 зерен – до 268 г.

Покращення показників якості зерна спостерігалося у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, де вміст білка досяг 9,8 %, крохмалю – 72,1 %, а маса 1000 зерен – 281 г. Мінеральне живлення забезпечує оптимальні умови для синтезу органічних речовин і розвитку кореневої системи. Фосфор бере участь у процесах енергетичного обміну та сприяє ефективнішому використанню азоту, що позитивно впливає на формування якісного зерна.

За внесення підвищеної дози удобрення $N_{90}P_{90}K_{90}$ відмічено подальше покращення досліджуваних показників, вміст білка становив 10,4 %, крохмалю – 72,8 %, а маса 1000 зерен – 294 г.

Найвищі показники якості зерна сформувалися у варіанті органо-мінерального удобрення (гній + $N_{60}P_{60}K_{60}$). За цих умов вміст білка досяг 10,6 %, крохмалю – 73,4 %, а маса 1000 зерен – 301 г. Висока ефективність цього варіанту пояснюється комплексною дією органічних і мінеральних добрив.

Висновки. Отримані результати досліджень засвідчили істотний вплив різних систем удобрення на формування врожайності кукурудзи. Застосування мінеральних добрив сприяло суттєвому підвищенню урожайності. Так, у варіанті із внесенням гною без мінерального удобрення урожайність зросла до 6,54 т/га, що

на 35,7 % більше порівняно з контролем. За використання $N_{60}P_{60}K_{60}$ вона зросла до 7,86 т/га, що забезпечило приріст 3,04 т/га (63,1 %) по відношенню до контролю.

Подальше підвищення норм мінерального живлення до $N_{90}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню врожайності до 9,14 т/га, що на 89,6 % перевищувало контрольний варіант. Найвищий показник урожайності сформувався за органо-мінерального удобрення (гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$) – 9,48 т/га, що забезпечило приріст 96,7 % порівняно з контролем.

Отримані результати підтверджують високу ефективність поєднання органічних і мінеральних добрив, яке забезпечує оптимізацію умов живлення рослин і сприяє максимальній реалізації їх продуктивного потенціалу.

Перспективним напрямом подальших досліджень є встановлення закономірностей формування продуктивності кукурудзи за тривалого застосування різних систем удобрення з урахуванням агрокліматичних умов вирощування. Особливого значення набуває дослідження впливу органо-мінерального удобрення на якісні показники зерна, коефіцієнти використання елементів живлення та агрохімічні властивості ґрунту. Результати таких досліджень сприятимуть науковому обґрунтуванню оптимальних рівнів органо-мінерального живлення кукурудзи.

Список використаних джерел

1. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Новак А. В. Вплив метеорологічних умов та удобрення на врожайність кукурудзи у Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Агрономія. 2023. Вип. 102, ч. 1. С. 26–34. https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-26-34
2. Говенько Р. В., Антал Т. В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. Аграрні інновації. 2022. Вип. 15. С. 22–29. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3
3. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2019. 560 с.
4. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М. Продуктивність кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та удобрення. Аграрні інновації. 2023. Вип. 21. С. 57–64. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.8
5. Грабовський М. Б., Вахній С. П., Лозінський М. В., Панченко Т. В., Басюк П. Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. Агробіологія. 2021. № 2. С. 33–42. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-33-42
6. Державна служба статистики України. Статистичний щорічник України. Київ : Державна служба статистики України, 2023.
7. Dovhelia O., Antonenko O., Bachinsky O., Melnychuk F., Alekseeva S. Effect of mineral nutrition and nitrogen-fixing agent on maize yield in the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2025. Vol. 21, No. 3. P. 37–48. DOI: https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2025.37
8. Дудка М. І., Якунін О. П., Ковтун О. В., Гладкий О. В. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від макро- і мікродобрив. Зернові культури. 2021. Т. 5. № 1. С. 45–51. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0157
9. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 122–128.
10. Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. Вісник ПДАА. 2021. № 2. С. 52–58. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06
11. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. Технологія вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу України. Вінниця : ВНАУ, 2017. 132 с.
12. Марініч Л. Г., Ласло О. О., Цуревський В. Ю. Вплив системи удобрення на продуктивність кукурудзи. Scientific World Journal. Bulgaria, Svishtov, Issue № 28, November, 2024. С. 39–45. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-28-00-005
13. Павліченко К. В. Формування елементів структури врожаю гібридами кукурудзи на силос під впливом макро- і мікродобрив. Аграрні інновації. 2022. № 12. С. 77–84. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.12
14. Паламарчук В. Д., Мазур О. В., Шевченко Н. В., Мазур О. В. Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи залежно від внесення біологічних препаратів в умовах Лісостепу правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 4 (23). С. 244–252. URL: http://repository.vsau.org/repository/getfile.php/30529.pdf
15. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алєксєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця : Друк, 2020. 536 с.
16. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив способів сівби на формування маси 1000 зерен у гібридів кукурудзи. Таврійський науковий вісник. 2023. № 133. С. 159–165. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.21
17. Трубілов О. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. № 3. С. 114–117.
18. Черняховський О. Сучасне удобрення кукурудзи. Agronomy.com.ua. URL: http://agronomy.com.ua/statti/zernovikultury/276suchasneudobrenniakukurudzy.html
19. Шинкарук Л. М. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: агрономія. 2021. № 25. С. 162–166. https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162
20. Budiastuti M. T. S., Purnomo D., Pujiasmanto B., Setyaningrum D. Response of Maize Yield and Nutrient Uptake to Indigenous Organic Fertilizer from Corn Cobs. Agriculture. 2023. Vol. 13, No. 2. Article 309. https://doi.org/10.3390/agriculture13020309
21. Infante P. A., Moore K. J., Lenssen A. W., Archontoulis S. V., Scott P., Fei S. Z. Phenology and Biomass Production of Adapted and Non-Adapted Tropical Corn Populations in Central Iowa. Agronomy Journal. 2018. Vol. 110, No. 1. P. 171–182. https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0666
22. Shcatula Yu., Matsera O., Zabarna T. The application of different fertilizer systems for the formation of corn hybrids grain productivity. Agriculture and Forestry. 2022. Vol. 27. P. 25–40. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-3
23. Siam H. S., Abd-El-Kader M. G., El-Alia H. I. Yield and Yield Components of Maize as Affected by Different Sources and Application Rates of Nitrogen Fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2008. Vol. 4, No. 5. P. 399–412.
24. Wang J., Yang X., Huang S. та ін. Long-term combined application of organic and inorganic fertilizers increases crop yield sustainability by improving soil fertility in maize–wheat cropping systems. Journal of Integrative Agriculture. 2025. Vol. 24, No. 1. P. 290–305. https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.07.003
25. Zuffo L. T., Luz L. S., Destro V., Silva M. E. J., Rodrigues M. C., Lara L. M., Faria S. V., De Lima R. O. Assessing genotypic variation for nitrogen use efficiency and associated traits in Brazilian maize hybrids grown under low and high nitrogen inputs. Euphytica. 2021. Vol. 217. https://doi.org/10.1007/s10681-021-02806-y

Karbivska U. M.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Head of the Department of Forestry and Agricultural Management,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
E-mail: *uliana.karbivska@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-0540-8887*

Dmytryk P. M.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Forestry and Agricultural Management,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
E-mail: *pavlo.dmytryk@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-1973-391X*

Husak V. V.
*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor***,**
Associate Professor at the Department of Biochemistry and Biotechnology
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
E-mail: *viktor.husak@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0001-9415-9837*

Zaika V. K.
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Professor at the Department of Forestry and Agricultural Management,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
E-mail: *volodymyr.zaika@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-2206-772X*

Shelenko D. I.
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor at the Department of Entrepreneurship, Trade and Applied Economics,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
E-mail: *diana.shelenko@cnu.edu.ua*
ORCID: *0000-0002-9214-7258*

EFFECT OF FERTILIZATION SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY OF ZEA MAYS UNDER THE CONDITIONS OF THE WESTERN REGION OF UKRAINE

Abstract

The article presents the results of a study on the influence of different fertilization systems on grain yield formation and grain quality parameters of maize under the conditions of the western region of Ukraine on sod-podzolic soil. It was established that the natural soil fertility is insufficient to ensure high crop productivity, as confirmed by the low grain yield of 4.82 t/ha in the unfertilized control treatment.

The application of both organic and mineral fertilizers significantly increased maize productivity. In particular, the application of farmyard manure at a rate of 30 t/ha increased grain yield to 6.54 t/ha, representing a 35.7% increase compared with the control. The use of mineral fertilizers at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ resulted in a grain yield of 7.86 t/ha (63.1% increase), while increasing the fertilizer rate to $N_{90}P_{90}K_{90}$ further enhanced yield to 9.14 t/ha (89.6% increase). The highest grain yield (9.48 t/ha) was obtained under the organo-mineral fertilization system (farmyard manure 30 t/ha + $N_{60}P_{60}K_{60}$), exceeding the control by 96.7%.

It was established that fertilization systems significantly affected the yield structure components. Under the organo-mineral fertilization system, ear length reached 20.1 cm, the number of kernels per ear was 536, and the 1,000-kernel weight was 301 g, whereas in the unfertilized control these values were 16.4 cm, 428 kernels, and 256 g, respectively.

The influence of fertilization on maize grain quality characteristics was also investigated. The protein content increased from 8.6% in the control treatment to 10.6% under the organo-mineral fertilization system, while the starch content increased from 70.8% to 73.4%. The application of mineral fertilizers at the rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ resulted in a protein content of 10.4% and a starch content of 72.8%.

The obtained results indicate that the combined application of organic and mineral fertilizers is the most effective fertilization strategy, ensuring not only the highest maize grain yield but also improved grain quality. The organo-mineral fertilization system promotes balanced plant nutrition and enhances the efficiency of soil resource utilization.

Key words: *maize, yield, yield composition, fertilisation, sod-podzolic soil.*

References

1. Hospodarenko, H. M., Cherno, O. D., & Novak, A. V. (2023). Vplyv meteorolohichnykh umov ta udobrennia na vrozhainist kukurudzy u Pravoberezhhnomu Lisostepu [Influence of meteorological conditions and fertilization on maize yield in the Right-Bank Forest-Steppe]. *Collection of Scientific Papers of Uman National University of Horticulture: Agronomy*, (102, Pt. 1), 26–34. https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-26-34 [in Ukrainian].

2. Hovenko, R. V., & Antal, T. V. (2022). Produktyvnist kukurudzy zalezhno vid vydu azotnykh dobryv, pozakorenevoho pidzhyvlennia ta pohodnykh umov [Maize productivity depending on the type of nitrogen fertilizer, foliar feeding, and weather conditions]. *Agrarian Innovations*, (15), 22–29. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3 [in Ukrainian].

3. Hospodarenko, H. M. (2019). *Ahrokhimiia* [Agrochemistry]. SIK HRUP Ukraina. [in Ukrainian].

4. Mashchenko, Yu. V., & Sokolovska, I. M. (2023). Produktyvnist kukurudzy zalezhno vid yii chastky v sivozmini ta udobrennia [Maize productivity depending on its share in the crop rotation and fertilization]. *Agrarian Innovations*, (21), 57–64. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.8 [in Ukrainian].

5. Grabovskyi, M. B., Vakhnii, S. P., Lozinskyi, M. V., Panchenko, T. V., & Basiuk, P. L. (2021). Zernova produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid zastosuvannia kompleksnykh mineralnykh dobryv [Grain productivity of maize hybrids depending on the application of complex mineral fertilizers]. *Ahrobiolohiia*, (2), 33–42. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-33-42 [in Ukrainian].

6. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. (2023). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy* [Statistical Yearbook of Ukraine]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. [in Ukrainian].

7. Dovhelia, O., Antonenko, O., Bachinsky, O., Melnychuk, F., & Alekseeva, S. (2025). Effect of mineral nutrition and nitrogen-fixing agent on maize yield in the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 21(3),37-48. https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2025.37 [in English].

8. Dudka, M. I., Yakunin, O. P., Kovtun, O. V., & Hladkyi, O. V. (2021). Formuvannia vrozhainosti zerna kukurudzy zalezhno vid makro- i mikrodobryv [Formation of maize grain yield depending on macro- and micronutrient fertilizers]. *Grain Crops*, *5*(1), 45–51. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0157 [in Ukrainian].

9. Kalenska, S. M., Taran, V. H., & Danyliv, P. O. (2018). Osoblyvosti formuvannia urozhainosti hibrydiv kukurudzy zalezhno vid udobrennia, hustoty stoiannia roslyn ta pohodnykh umov [Features of yield formation in maize hybrids depending on fertilization, plant stand density, and weather conditions]. *Taurian Scientific Bulletin*, (101), 122–128. [in Ukrainian].

10. 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 the fertilization system and primary tillage on the productivity of maize hybrids]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 52–58. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06 [in Ukrainian].

11. Mazur, V. A., Palamarchuk, V. D., & Polishchuk, I. S. (2017). *Tekhnolohiia vyroshchuvannia kukurudzy na zerno v umovakh Lisostepu Ukrainy* [Technology of growing maize for grain in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Vinnytsia National Agrarian University. [in Ukrainian].

12. Marinich, L. H., Laslo, O. O., & Tsurevskyi, V. Yu. (2024). Vplyv systemy udobrennia na produktyvnist kukurudzy [Influence of the fertilization system on maize productivity]. *ScientificWorldJournal*, (28-02), 39–45. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-28-00-005 [in Ukrainian].

13. Pavlichenko, K. V. (2022). Formuvannia elementiv struktury vrozhaiu hibrydamy kukurudzy na sylos pid vplyvom makro- i mikrodobryv [Formation of yield structure elements in maize hybrids grown for silage under the influence of macro- and micronutrient fertilizers]. *Agrarian Innovations*, (12), 77–84. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.12 [in Ukrainian].

14. Palamarchuk, V. D., Mazur, O. V., Shevchenko, N. V., & Mazur, O. V. (2021). Elementy struktury vrozhaiu hibrydiv kukurudzy zalezhno vid vnesennia biolohichnykh preparativ v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Yield structure elements of maize hybrids depending on the application of biological preparations in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Agriculture and Forestry*, (4), 244–252. http://repository.vsau.org/repository/getfile.php/30529.pdf [in Ukrainian].

15. Palamarchuk, V. D., Didur, I. M., Kolisnyk, O. M., & Alieksieiev, O. O. (2020). *Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho* [Aspects of modern technology for growing high-starch maize in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Druk. [in Ukrainian].

16. Stepanenko, M. V., & Grabovskyi, M. B. (2023). Vplyv sposobiv sivby na formuvannia masy 1000 zeren u hibrydiv kukurudzy [Influence of sowing methods on the formation of 1,000-kernel weight in maize hybrids]. *Taurian Scientific Bulletin*, (133), 159–165. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.21 [in Ukrainian].

17. Trubilov, O. V. (2012). Zernova produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid sposobiv obrobitku gruntu i mineralnoho zhyvlennia [Grain productivity of maize hybrids depending on tillage methods and mineral nutrition]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS*, (3), 114–117. [in Ukrainian].

18. Cherniakhovskyi, O. (2022). *Suchasne udobrennia kukurudzy* [Modern fertilization of maize]. *Agronomy.com.ua.* http://agronomy.com.ua/statti/zernovikultury/276suchasneudobrenniakukurudzy.html [in Ukrainian].

19. Shynkaruk, L. M. (2021). Vplyv makro- i mikrodobryv na vrozhainist kukurudzy [Influence of macro- and micronutrient fertilizers on maize yield]. *Visnyk of Lviv National Agrarian University: Agronomy Series*, (25), 162–166. https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162 [in Ukrainian].

20. Budiastuti, M. T. S., Purnomo, D., Pujiasmanto, B., & Setyaningrum, D. (2023). Response of maize yield and nutrient uptake to indigenous organic fertilizer from corn cobs. *Agriculture*, *13*(2), Article 309. https://doi.org/10.3390/agriculture13020309 [in English].

21. Infante, P. A., Moore, K. J., Lenssen, A. W., Archontoulis, S. V., Scott, P., & Fei, S. Z. (2018). Phenology and biomass production of adapted and non-adapted tropical corn populations in Central Iowa. *Agronomy Journal*, *110*(1), 171–182. https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0666 [in English].

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

23. Siam, H. S., Abd-El-Kader, M. G., & El-Alia, H. I. (2008). Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, *4*(5), 399–412. [in English].

24. Wang, J., Yang, X., Huang, S., Wu, L., Cai, Z., & Xu, M. (2025). Long-term combined application of organic and inorganic fertilizers increases crop yield sustainability by improving soil fertility in maize–wheat cropping systems. *Journal of Integrative Agriculture*, *24*(1), 290–305. https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.07.003 [in English].

25. Zuffo, L. T., Luz, L. S., Destro, V., Silva, M. E. J., Rodrigues, M. C., Lara, L. M., Faria, S. V., & De Lima, R. O. (2021). Assessing genotypic variation for nitrogen use efficiency and associated traits in Brazilian maize hybrids grown under low and high nitrogen inputs. *Euphytica*, *217*. https://doi.org/10.1007/s10681-021-02806-y [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: 08.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026