

УДК 635.21:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.18>

ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕЛЕНУ МАСУ

Фурман В.М. — к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Мороз О.С. — к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Солодка Т.М. — к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Лусак А.В. — к.т.н.,

доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель

та геоінформатики,

Національний університет водного господарства та природокористування

В результаті проведених досліджень по вивченню впливу добрив на процеси формування та продуктивність кукурудзи на зелену масу на чорноземі вилугуваному, неглибокому, малогумусному встановлено, що: застосування мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу, яке включає основне внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$, а також припосівне внесення фосфорних добрив в дозі P_{10} з подальшим підживленням азотом в дозі N_{20} дає можливість скоротити час проходження фаз росту та розвитку рослин кукурудзи (від сходів до збирання врожаю) на 12 днів; найвищі біометричні показники рослин кукурудзи при вирощуванні її на зелену масу відмічені на варіанті із основним внесенням $N_{80}P_{60}K_{60}$ та подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р.; а також підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. На цьому варіанті висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила 224 см, а площа листової поверхні – 35,1 м²/га, найкраще накопичення сирової (47,5 т/га) та сухої (32,2 т/га) біомаси кукурудзи сприяло застосування мінеральних добрив в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ для основного внесення з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р., найкращі показники хімічного складу зеленої маси кукурудзи були на варіанті із основним внесенням $N_{80}P_{60}K_{60}$ з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р. і становили: крохмаль – 37,1 %, сирий протеїн – 9,7 %, сира зола – 7,5 %, сира клітковина – 25,0 %, целюлоза – 29,2 %; найбільший рівень урожайності зеленої маси кукурудзи – 46,7 т/га, забезпечило застосування для основного удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ з подальшим внесенням при посіві P_{10} та підживленням N_{20} .

На чорноземі вилугуваному неглибокому малогумусному з метою отримання високого рівня урожаю зеленої маси кукурудзи на рівні 46,7 т/га нами рекомендується використовувати мінеральні добрива в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ для основного внесення з подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р.

Ключові слова: кукурудза, зелена маса, добрива, чорнозем вилугуваний, продуктивність, процеси формування.

Furman V.M., Moroz O.S., Solodka T.M., Lusak A.V. Influence of fertilizers on the processes of formation and productivity of corn on green mass

As a result of the conducted research on the influence of fertilizers on the processes of formation and productivity of corn for green mass on leached, shallow, low-humus chernozem, it was established that: the use of mineral fertilizers when growing corn for green mass, which

includes the main application of complete mineral fertilizer at a dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$, as well as the application of phosphorus fertilizers at a dose of P_{10} at sowing time with subsequent nitrogen fertilization at a dose of N_{20} , makes it possible to reduce the time of the growth and development phases of corn plants (from germination to harvest) by 12 days, the highest biometric indicators of corn plants when growing it for green mass were noted in the variant with the main application of $N_{80}P_{60}K_{60}$ and subsequent application of phosphorus fertilizers at a dose of 10 kg/ha d.r., as well as fertilization with nitrogen fertilizers at a dose of 20 kg/ha d.r. In this variant, the height of corn plants in the flowering phase was 224 cm, and the leaf surface area was 35.1 m²/ha, the best accumulation of raw (47.5 t/ha) and dry (32.2 t/ha) corn biomass was facilitated by the use of mineral fertilizers at a dose of $N_{80}P_{60}K_{60}$ for the main application with subsequent sowing phosphorus application at a dose of 10 kg/ha d.r. and nitrogen fertilization at a dose of 20 kg/ha d.r., the best indicators of the chemical composition of green corn mass were in the variant with the main application of $N_{80}P_{60}K_{60}$ with subsequent sowing phosphorus application at a dose of 10 kg/ha d.r. and nitrogen fertilization at a dose of 20 kg/ha d.r. and were: starch – 37.1%, crude protein – 9.7%, crude ash – 7.5%, crude fiber – 25.0%, cellulose – 29.2%, the highest level of yield of green mass of corn – 46.7 t/ha, provided the use of $N_{80}P_{60}K_{60}$ fertilizer for the main application with subsequent application at sowing P_{10} and top dressing N_{20} .

Key words: corn, green mass, fertilizers, leached black soil, productivity, formation processes.

Постановка проблеми. Кукурудза відрізняється не лише високою урожайністю, але і різнобічним використанням. Саме тому, вона займає одне з провідних місць серед кормових рослин і є основною силосною культурою. Підвищення її продуктивності в сучасних умовах є важливим резервом стабілізації кормовиробництва і продуктивності тваринництва.

Одним із головних факторів, що забезпечує підвищення продуктивності при вирощуванні кукурудзи на зелену масу є достатній рівень мінерального живлення. Хоча застосування мінеральних добрив підвищує загальні витрати на технологію вирощування, однак дає змогу суттєво збільшити урожай зеленої маси кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із пріоритетних напрямків заощадження виробничих та енергетичних витрат є обґрунтований підхід щодо вирощування сільськогосподарських культур і забезпечення мінеральним живленням впродовж всього періоду вегетації. В умовах глобальної зміни клімату, високої вартості мінеральних добрив важливе значення має оптимізація системи удобрення кукурудзи та забезпечення максимальної окупності витрат при її вирощуванні, зокрема при вирощуванні на силос [1, с. 220].

Урожайність кукурудзи значною мірою залежить від забезпечення макроелементами під час росту й розвитку рослин, зокрема азотом, фосфором та калієм [2, с. 39].

Кукурудза позитивно реагує на позакореневе підживлення азотними та азотно-фосфорними добривами в ранні фази росту та розвитку. Позакореневе внесення азоту може бути ефективнішим, ніж внесення азоту у ґрунт [3, с. 104].

Важливе значення при аналізі процесів росту, розвитку і формування урожаю зеленої маси кукурудзи має послідовність етапів індивідуального розвитку рослин кукурудзи впродовж періоду вегетації. В залежності від гідротермічних особливостей, а також рівня мінерального живлення рослин кукурудзи змінюється як тривалість окремих міжфазних періодів, так і тривалість періоду вегетації кукурудзи загалом.

Фотосинтетична діяльність листкового апарату рослин кукурудзи, її рівень, а також інтенсивність, визначає загальну продуктивність та кінцевий її врожай. Активність процесів фотосинтезу в рослинах залежить від генетичних та біологічних властивостей, а також від умов зовнішнього середовища (світло, температура, вологість, забезпечення елементами мінерального живлення і т. д.) [5, с. 123].

Одним із показників, який характеризує діяльність фотосинтетичного апарату, є процес накопичення сухої речовини в надземних та підземних частинах рослини на одиницю площі поверхні ґрунту [6, с. 48].

Досить важливим чинником інтенсифікації вирощування кукурудзи на зелену масу є збалансоване мінеральне живлення, яке базується на раціональному використанні мінеральних добрив. Саме без добрив продуктивність культур різко знижується. Правильне застосування добрив сприяє підвищенню стійкості рослин до низьких температур, збільшує частку качанів у врожаї зеленої маси, збільшує вихід сухої речовини з площі посіву [7, с. 27, 8, с. 30].

З вище проаналізованих літературних джерел стає зрозуміло, що застосування добрив безпосередньо впливає на розвиток та продуктивність кукурудзи при вирощуванні на зелену масу.

Постановка завдання. Метою роботи було вивчення впливу добрив на процеси формування та продуктивність кукурудзи на зелену масу на чорноземі вилугуваному неглибокому малогумусному.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- оцінити вплив застосування добрив на тривалість фаз росту та розвитку і біометричні показники рослин кукурудзи за вирощування її на зелену масу;
- визначити фотосинтетичний потенціал кукурудзи за різного рівня застосування мінеральних добрив та провести оцінку впливу застосування добрив на процеси накопичення сирої та сухої біомаси кукурудзи;
- проаналізувати рівень урожайності зеленої маси кукурудзи під впливом використання мінеральних добрив.

Дослідження щодо оцінки ефективності використання мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу проводилися на землях ТОВ «Акріс Агро Груп» на території Житомирського району Житомирської області упродовж 2022–2024 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем вилугуваний, неглибокий малогумусний.

Схема дослідів по вивченню впливу добрив на урожай зеленої маси кукурудзи:

1. Контроль (без застосування добрив);
2. $N_{80}P_{60}K_{60}$ (основне внесення);
3. $N_{80}P_{60}K_{60}$ (основне внесення) + P_{10} (при посіві);
4. $N_{80}P_{60}K_{60}$ (основне внесення) + N_{20} (підживлення);
5. $N_{80}P_{60}K_{60}$ (основне внесення) + P_{10} (при посіві) + N_{20} (підживлення).

Загальна посівна площа ділянки становила 100 м² (5х20 м). Площа облікової ділянки становила 76 м², повторність в досліді триразова. В досліді вирощували гібрид кукурудзи ДН Орільський.

Виклад основного матеріалу досліджень. Результати досліджень щодо тривалості фаз росту та розвитку рослин кукурудзи за вирощування її на зелену масу під впливом застосування добрив представлені в таблиці 1. Як видно із таблиці застосування добрив забезпечує скорочення тривалості періоду від «сходів» до «воскової стиглості». Саме період «воскової стиглості» є оптимальним для збирання врожаю зеленої маси кукурудзи.

Якщо на контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, тривалість періоду «сходи-воскова стиглість» становила 107 днів, то застосування добрив дало можливість скоротити цей час до 95–101 днів. Основне внесення мінеральних добрив в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ прискорило настання часу від сходів до настання воскової стиглості на 6 днів у порівнянні із контролем.

За поєднання основного удобрення із припосівним внесенням фосфорних добрив у дозі P_{10} , а також основного удобрення з припосівним (P_{10}) та підживленням (N_{20}) дало можливість скоротити тривалість періоду від сходів до збирання врожаю зеленої маси кукурудзи аж на 12 днів, при цьому тривалість періоду «сходи-воскова стиглість» становила 95 днів.

Таблиця 1

Тривалість фаз росту рослин (середнє за 2022–2024 рр.)

№ п/п	Варіант	Фази росту та розвитку кукурудзи, тривалість (днів)							Тривалість періоду «сходи-воскова стиглість»
		сходи	3-5 листків	7 листків	15 листків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість	
1	Контроль	13	11	14	18	13	21	17	107
2	$N_{80}P_{60}K_{60}$	12	10	14	17	12	20	16	101
3	$N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві)	10	10	13	16	12	19	15	95
4	$N_{80}P_{60}K_{60} + N_{20}$ (підживлення)	11	11	13	16	12	19	15	97
5	$N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві) + N_{20} (підживлення)	10	11	13	16	12	181	15	95

Як вказують дані таблиці 2 застосування добрив мало позитивний вплив на висоту рослин кукурудзи (дослідження проводилися у фазу цвітіння). Так, якщо на контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила 204 см, то при застосуванні добрив цей показник складав 214–224 см. При застосуванні добрив в основне внесення в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ висота рослин кукурудзи у порівнянні із варіантом, де добрива не застосовувалися, була вищою на 10 см і становила 214 см. Додаткове припосівне внесення фосфорних добрив в дозі P_{10} забезпечило висоту рослин кукурудзи на рівні 219 см, а при підживленні азотом в дозі N_{20} висота рослин кукурудзи становила 222 см. Найбільшу висоту рослин кукурудзи – 224 см, забезпечив варіант із основним внесенням $N_{80}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із припосівним внесенням P_{10} та підживленням азотом в дозі N_{20} .

Аналогічна тенденція відмічається і стосовно площі листової поверхні (табл. 2).

За одного лише основного внесення мінеральних добрив площа листової поверхні кукурудзи становила 28,0 м²/га. За додаткового припосівного внесення фосфорних добрив в дозі P_{10} площа листової поверхні становила 30,1 м²/га. За поєднання основного внесення $N_{80}P_{60}K_{60}$ та підживлення азотними добривами в дозі N_{20} площа листової поверхні рослин кукурудзи становила 33,2 м²/га. Найвищою площа листової поверхні рослин кукурудзи – 35,1 м²/га була на варіанті із основним внесенням $N_{80}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із припосівним внесенням P_{10} та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р.

Застосування добрив мало вплив на чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи при вирощуванні її на зелену масу.

Так, на контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, чиста продуктивність фотосинтезу становила 6,2 г/м². При застосуванні добрив цей показник зріс до рівня 8,8–10,7 г/м². За одного лише основного внесення мінеральних добрив в дозі N₈₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу становила 8,8 г/м². Додаткове припосівне внесення фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. забезпечило чисту продуктивність фотосинтезу посівів кукурудзи на рівні 9,1 г/м². При поєднанні підживлення в дозі N₂₀ із основним внесенням мінеральних добрив в дозі N₈₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу складала 10,6 г/м².

Таблиця 2

Біометричні показники рослин кукурудзи при вирощуванні її на зелену (середнє за 2022–2024 рр.)

№ п/п	Варіант	Висота рослин, см (у фазу цвітіння)	Площа листової поверхні, тис. м ² /га
1	Контроль	204	24,4
2	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	214	28,0
3	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + P ₁₀ (при посіві)	219	30,1
4	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₂₀ (підживлення)	222	33,2
5	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀ + P ₁₀ (при посіві) + N ₂₀ (підживлення)	224	35,1

Застосування добрив сприяло накопиченню як сирової так і сухої біомаси кукурудзи. Якщо без застосування добрив вміст сирової біомаси в рослинах кукурудзи становив 39,3 т/га, то при застосуванні добрив сира біомаса рослин кукурудзи складала 44,1–47,5 т/га. Найвищим цей показник був на варіанті, де в основне внесення застосовували N₈₀P₆₀K₆₀ із подальшим припосівним внесенням фосфору (P₁₀) та підживленням (N₂₀). Суха біомаса рослин кукурудзи без застосування добрив становила 21,1 т/га. При застосуванні мінеральних добрив вона складала 24,2–32,2 т/га, будучи найвищою на варіанті N₈₀P₆₀K₆₀ + P₁₀ + N₂₀.

Дослідження вказують на те, що застосування добрив сприяло покращенню хімічного складу зеленої маси кукурудзи. Найбільш суттєвий вплив добрива мали на вміст крохмалю, сирого протеїну та целюлози. Якщо на контролі вміст крохмалю в зеленій масі кукурудзи становив 35,7 %, то при застосуванні добрив – 36,5–37,1 %. Без застосування добрив вміст сирого протеїну у зеленій масі кукурудзи становив 8,9 %, а під впливом добрив цей показник зріс до 9,4–9,7 %. Без використання добрив вміст целюлози в зеленій масі кукурудзи складав 28,4 %, а за використання добрив – 28,9–29,2 %.

Застосування добрив позитивно впливає на урожай зеленої маси кукурудзи (Таблиця 3). Якщо на контролі, де добрива не застосовувалися, урожайність зеленої маси кукурудзи в середньому за роки проведення досліджень становила 38,1 т/га, то застосування мінеральних добрив в дозі N₈₀P₆₀K₆₀ для основного внесення забезпечило урожайність зеленої маси на рівні 43,2 т/га, що на 5,1 т/га або на 13,4 % більше, ніж на контролі. Припосівне внесення фосфору в дозі 10 кг/га д.р. поряд із основним внесенням N₈₀P₆₀K₆₀ забезпечило урожайність зеленої маси кукурудзи на рівні 45,3 т/га (на 7,2 т/га або на 18,9 % більше, ніж на контролі).

Основне внесення мінеральних добрив в дозі N₈₀P₆₀K₆₀ з подальшим підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. дало можливість отримати

45,8 т/га зеленої маси кукурудзи, що більше у порівнянні із варіантом, де добрива не застосовувалися на 7,7 т/га або на 20,2 %.

Таблиця 3

Урожайність зеленої маси кукурудзи під впливом застосування добрив (т/га)

№ п/п	Варіант	Середня за 2022–2024 рр.	Приріст до контролю	
			т/га	%
1	Контроль	38,1	-	-
2	$N_{80}P_{60}K_{60}$	43,2	5,1	13,4
3	$N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві)	45,3	7,2	18,9
4	$N_{80}P_{60}K_{60} + N_{20}$ (підживлення)	45,8	7,7	20,2
5	$N_{80}P_{60}K_{60} + P_{10}$ (при посіві) + N_{20} (підживлення)	46,7	8,6	22,6

$HIP_{05} 0,45$

Найвищу урожайність отримали на варіанті, де застосовували добрива для основного внесення, припосівного, а також підживлення – 46,7 т/га. Це більше у порівнянні із контролем на 8,6 т/га або на 22,6 %.

Висновки і пропозиції. 1. Застосування мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу, яке включає основне внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$, а також припосівне внесення фосфорних добрив в дозі P_{10} з подальшим підживленням азотом в дозі N_{20} , дає можливість скоротити час проходження фаз росту та розвитку рослин кукурудзи (від сходів до збирання врожаю) на 12 днів у порівнянні із варіантом, де добрива не застосовувалися.

2. Найвищі біометричні показники рослин кукурудзи при вирощуванні її на зелену масу відмічені на варіанті із основним внесенням $N_{80}P_{60}K_{60}$ та подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р., а також підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. На цьому варіанті висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила 224 см, а площа листової поверхні – 35,1 м²/га.

3. Найвищі чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал забезпечив варіант, де для основного внесення застосовували добрива в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ з наступним внесенням при посіві фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р. Ці показники склали відповідно 10,9 г/м² та 2,76 млн.м²хднів/га.

4. Найкраще накопиченню сирі (47,5 т/га) та сухої (32,2 т/га) біомаси кукурудзи сприяло застосування мінеральних добрив в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ для основного внесення з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р.

5. Найкращі показники хімічного складу зеленої маси кукурудзи були на варіанті із основним внесенням $N_{80}P_{60}K_{60}$ з подальшим припосівним внесенням фосфору в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотом в дозі 20 кг/га д.р. і становили: крохмаль – 37,1%, сирий протеїн – 9,7 %, сира зола – 7,5 %, сира клітковина – 25,0 %, целюлоза – 29,2 %.

6. Найбільший рівень урожайності зеленої маси кукурудзи – 46,7 т/га, забезпечило застосування для основного удобрення $N_{80}P_{60}K_{60}$ з подальшим внесенням при посіві P_{10} та підживленням N_{20} .

7. З економічної точки зору найбільш ефективним був варіант, де при вирощуванні кукурудзи на зелену масу для основного внесення застосовували мінеральні добрива в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ з подальшим припосівним внесенням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р. Так, на цьому варіанті вартість валової продукції становила 44832 грн/га, умовно чистий дохід – 12532 грн/га, собівартість зеленої маси кукурудзи – 692 грн/т, а рівень рентабельності – 38,8 %.

На чорноземі вилугуваному неглибокому малогумусному з метою отримання високого рівня урожаю зеленої маси кукурудзи на рівні 46,7 т /га нами рекомендується використовувати мінеральні добрива в дозі $N_{80}P_{60}K_{60}$ для основного внесення з подальшим припосівним застосуванням фосфорних добрив в дозі 10 кг/га д.р. та підживленням азотними добривами в дозі 20 кг/га д.р.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сатановська І. П. Використання регуляторів росту та хелатних добрив при формуванні продуктивності різностиглих гібридів кукурудзи на силос. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 218–224.
2. Квітка Г. Кукурудза – «за» євроінтеграцію! *Пропозиція*. 2013. № 12 (222). С. 38–40.
3. Городній М. М., Мельник С. І., Маліновський А. С. Агрохімія. Київ : Алефа, 2003. 778 с.
4. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Агроном*. 2009. № 2. С. 102–104.
5. Господаренко Г. М. Агрохімія мінеральних добрив. Київ : Науковий світ, 2003. 136 с.
6. Маренич М. М., Капленко В. О., Коба К. В., Голуб О. Р. Особливості управління врожайністю кукурудзи в умовах нестійкого зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 43–50.
7. Городній М. М., Павлик Р. М. Вплив систематичного використання добрив в сівозміні на формування асиміляційного апарату посівів та продуктивність кукурудзи на силос. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 54.
8. Грабовський М. Б., Павліченко К. В. Накопичення сухої маси рослинами кукурудзи залежно від удобрення та позакореневого підживлення. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів, молодих учених та спеціалістів, 3 грудня 2021 року, м. Харків. С. 26–27.