

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет  
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**РАФАЛЬСЬКИЙ ВАДИМ ВІКТОРОВИЧ**

**УДК 631.559:631.53.01:633**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

### **ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ФГ «СТАРТ» ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання  
на відповідне джерело \_\_\_\_\_ В. В. Рафальський

**Керівник роботи**

**Трембіцька О. І.**

канд. с.-г. наук, доцент

Житомир–2025

## **ЗМІСТ**

<i>АНОТАЦІЯ</i> .....	3
<i>ВСТУП</i> .....	5
<i>РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД</i> .....	8
<i>3.1 Значення кукурудзи в сільському господарстві</i> .....	8
<i>3.2 Значення азоту в живленні кукурудзи</i> .....	9
<i>3.3 Значення фосфору в живленні кукурудзи</i> .....	11
<i>3.4 Значення калію в живленні кукурудзи</i> .....	13
<i>РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБ'ЄКТИ ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ</i> .....	16
<i>2.1. Умови та база проведення досліджень</i> .....	16
<i>2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень</i> .....	17
<i>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</i> .....	19
<i>3.1. Агроекологічна ефективність вирощування кукурудзи</i> .....	19
<i>3.3 Економічна ефективність при вирощенні кукурудзи</i> .....	26
<i>ВИСНОВКИ</i> .....	29
<i>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</i> .....	30
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i> .....	31

## АНОТАЦІЯ

Рафальський В. В. Вплив систем удобрення на якість зерна кукурудзи в умовах ФГ «Старт» Житомирського району Житомирської області. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Кваліфікаційну роботу розміщено на 34 сторінках комп'ютерного тексту, яка включає 6 таблиць, 3 рисунки. Складається з 3 розділів: вступу, висновків, рекомендацій виробництву, додатків. 36 найменування включає список використаних джерел.

За результатами нашої роботи було зроблено наступні висновки, із збільшенням дози азоту у складі мінерального удобрення збільшується кількість рухомих форм азоту, калію та фосфору, завдяки чому покращуються агрохімічні властивості ґрунтів, які характеризують його родючість. Внесення мінеральних добрив також позитивно позначились на висоту рослин, протягом всього періоду вегетації, оптимальними нормами виявилися  $N_{120}P_{50}K_{80}$  та  $N_{150}P_{50}K_{80}$ , які забезпечили найкращі показники. Внесення добрив з оптимальною нормою становила 7,56 т/га, що на 73,4% вище відносно контролю, та найвища урожайність було отримано на варіанті  $N_{150}$ , який склав 7,74 т/га, що на 75,2% вище від контролю. За якісними показниками найкращою також виявилася сирого протеїну становив 12,1 %. Найвищу економічну ефективність отримано за внесення оптимальної норми  $N_{120}P_{50}K_{80}$  при якій умовно-чистий прибуток становить 5054 грн./га та економічна ефективність 0,15 грн. на 1 грн. затрат.

Проведені дослідження дозволять рекомендувати господарствам для одержання найбільшого врожаю зерна кукурудзи з кращими показниками якості використовувати  $N_{120}P_{50}K_{30}$ . Забезпечення даної дози мінеральних добрив показало найвищий економічний ефект і найкращу урожайність.

*Ключові слова:* кукурудза, система удобрення, родючість ґрунту, якість зерна.

## SUMMARY

Rafalskiy V. V. The influence of fertilization systems on the quality of corn grain in the conditions of the "Start" agricultural production facility of the Zhytomyr district of the Zhytomyr region. – Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for the degree of master in the specialty 201 – agronomy.  
– Polesie National University, Zhytomyr, 2025.

The thesis comprises 34 pages of typed text, consisting of 6 tables and 3 illustration. It encompasses an introduction, 3 main sections, conclusions, production recommendations, and practical applications. The reference list contains citations from 36 different sources.

Based on our findings, it was concluded that an increase in the nitrogen dosage within the complete mineral fertilizer enhances the quantity of mobile nitrogen, phosphorus, and potassium forms. This subsequently leads to an enhancement in the soil's agrochemical properties, which characterize its effective fertility. The introduction of mineral fertilizers also had a positive effect on biometric indicators, namely at plant height, throughout the growing season, the  $N_{120}P_{50}K_{80}$  and  $N_{150}P_{50}K_{80}$  were the best standards, which provided the best performance.

Fertilizer application also had a positive effect on yield, Fertilizer application with the optimum rate was 7,56 t / ha, which is 73,4% higher than the control, and the highest yield was obtained on variant  $N_{150}$ , which amounted to 7,74 t / ha. which is 75,2% higher than the control. In terms of quality, crude protein was also the best (12,1%). The highest economic efficiency was obtained by introducing the optimum rate of  $N_{120}P_{60}K_{80}$ , where the net income is 5054 UAH / ha and the economic efficiency is 0,15 UAH for 1 UAH cost.

The conducted researches and calculations allow to recommend to the farms on sod-podzolic soils for receiving of high corn grain yield with high quality indicators to make  $N_{120}P_{45}K_{30}$ . The use of this dose of fertilizers will provide the highest economic effect and the best yield.

*Keywords:* corn, fertilizer system, soil fertility, crop rotation, mineral fertilizers.

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Кукурудза є однією з провідних сільськогосподарських культур в Україні та світі. Вона має велике значення як для харчової, так і для кормової промисловості, а також активно використовується у біоенергетиці. Тому важливо не лише досягати високої врожайності цієї культури, а й забезпечувати високу якість зерна, яка визначає його цінність і придатність для різних видів переробки.

Одним із головних факторів, що впливають на якість зерна кукурудзи, є система удобрення. Від типу, доз та співвідношення добрив залежить вміст білка, крохмалю, жиру, а також здатність рослини засвоювати поживні речовини та протистояти стресовим умовам. Водночас надмірне або необґрунтоване внесення добрив може призвести до накопичення нітратів у зерні, забруднення ґрунтів і води, зниження природної родючості та погіршення екологічного стану агроєкосистем.

У сучасних умовах, коли ціни на добрива постійно зростають, ресурси обмежені, а вимоги до екологічно безпечного виробництва стають дедалі жорсткішими – особливо актуальним є пошук оптимальних систем удобрення, які б одночасно забезпечували: якісне й безпечне зерно, стабільну врожайність, економічну ефективність та збереження природних ресурсів.

Проведення дослідження, в якому розглядається вплив різних доз мінеральних добрив на якість зерна кукурудзи, є надзвичайно важливим для наукового обґрунтування ефективних технологій живлення рослин. Результати такого дослідження можуть бути корисними для агровиробників, фермерських господарств.

Таким чином, дана тема є актуальною, практично значущою і відповідає сучасним потребам аграрної науки та виробництва.

*Мета досліджень* – встановити вплив різних доз мінеральних добрив (азоту, фосфору та калію) на показники якості зерна кукурудзи та визначити оптимальну систему удобрення, яка забезпечує найкраще співвідношення між урожаєм і якістю продукції в умовах дослідження. Для вирішення поставленої мети передбачалося

вирішити наступні завдання:

- вивчити літературні джерела щодо впливу різних систем удобрення на врожайність і якість зерна кукурудзи;
- визначити вплив різних норм внесення добрив на основні показники якості зерна кукурудзи (вміст білка, крохмалю, олії тощо).
- проаналізувати отримані результати з точки зору ефективності використання поживних речовин.
- визначити оптимальний варіант системи удобрення для підвищення якості зерна кукурудзи.
- розробити рекомендації щодо застосування систем удобрення для практичного використання в агровиробництві.

*Об'єктом дослідження є процеси формування врожаю та якісних показників зерна кукурудзи під впливом різних систем удобрення..*

*Предметом дослідження є вплив норм та складу мінеральних добрив (азоту, фосфору, калію) на вміст білка, крохмалю, олії та інших показників якості зерна кукурудзи.*

*Методи досліджень.*

- польовий дослід – закладення експериментальних ділянок із різними варіантами систем удобрення з метою вивчення їхнього впливу на врожайність і якість зерна;
- спостереження – контроль за ростом і розвитком рослин, фіксація фенологічних фаз, визначення урожайності;
- лабораторні аналізи – визначення якісних показників зерна (вміст білка, крохмалю, олії, вологи) за допомогою стандартних методів хімічного та біохімічного аналізу;
- статистична обробка даних – застосування методів статистики для оцінки достовірності результатів, порівняння варіантів дослідів та виявлення оптимального способу удобрення.

*Перелік публікацій автора за темою досліджень:*

1. Трембіцька О. І., Білоцерківська Л. В., Рафальський В. В.,

Рафальський В. В. Оптимізація норми висіву для підвищення продуктивності гібридів кукурудзи в зоні Полісся. Аграрні інновації. 2025. № 32. Подано до друку.

*Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.* Роботу розміщено на 34 сторінках комп'ютерного тексту, яка включає 6 таблиць, 3 рисунки. Складається з 3 розділів: вступу, висновків, рекомендацій виробництву, додатків. 36 найменування включає список використаних джерел.

Кваліфікаційну роботу оформлено відповідно до вимог Положення про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті [12], затвердженому рішенням Вченої ради університету.



**Рис. 1** Поле кукурудзи гібрид ДКС 3730

## РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 3.1 Значення кукурудзи в сільському господарстві

Кукурудза – одна з найважливіших зернових культур у світі та Україні. Вона посідає друге місце за площею посівів після пшениці і є основною культурою, що використовується для виробництва кормів у тваринництві, харчових продуктів, а також у промисловості.

Зерно кукурудзи багате на крохмаль, білки, жири, вітаміни і мінерали, що робить її цінним джерелом харчування для людей і тварин. Кукурудзяне зерно широко застосовують у харчовій промисловості для виробництва борошна, круп, пластівців, олії, крохмалю, спирту та інших продуктів. У тваринництві кукурудза є основним компонентом кормів, який забезпечує високий рівень енергії для тварин [1,2].

Зерно є цінним джерелом поживних речовин, серед яких білки (9–12%), жири (4–8%), вуглеводи (65–70%), мінеральні солі та вітаміни. З нього виготовляють борошно, крупу, крохмаль, пластівці, мед, глюкозу, масло, аскорбінову кислоту й етиловий спирт. Маточкові стовпчики використовуються в медичній практиці. Крім того, залишки зерна застосовують для виробництва пластику, лінолеуму, паперу, віскози та інших матеріалів. В одному кілограмі зерна міститься приблизно 1,35 кормової одиниці та 80 г перетравного протеїну [3,4].

Крім харчового значення, кукурудза є важливою сировиною для біоенергетики – із неї виробляють біоетанол, який використовується як альтернативне паливо. Це сприяє розвитку екологічно чистої енергетики і зменшенню залежності від викопних видів палива.

Кукурудза також виконує важливу роль у сівозміні, оскільки її вирощування сприяє покращенню структури ґрунту, підвищенню родючості і зниженню захворювань інших культур. Правильне застосування технологій вирощування кукурудзи, включаючи системи удобрення, дозволяє не лише

збільшити врожайність, але й покращити якість зерна, що є важливим фактором для підвищення економічної ефективності аграрного виробництва.

З огляду на зростаючі вимоги ринку до якості продукції, підвищення екологічних стандартів і зміни клімату, роль кукурудзи в сільському господарстві стає ще більш ваговою. Виробники повинні постійно вдосконалювати технології її вирощування, особливо системи удобрення, щоб забезпечити стабільний врожай і високу якість зерна.

Таким чином, кукурудза – це не лише ключова культура для продовольчої безпеки, а й важливий економічний та екологічний ресурс, що потребує наукового підходу для ефективного і сталого виробництва.

### **3.2 Значення азоту в живленні кукурудзи**

Азот (N) є одним із найважливіших макроелементів, необхідних для нормального росту і розвитку кукурудзи. Він входить до складу амінокислот, які є структурними одиницями білків – основного будівельного матеріалу клітин рослини. Крім того, азот є складовою частиною нуклеїнових кислот (ДНК і РНК), які відповідають за спадковість і розвиток рослини, а також хлорофілу – речовини, що забезпечує фотосинтез [5,6].

Без достатньої кількості азоту процеси фотосинтезу гальмуються, що призводить до уповільнення росту рослини, слабкого розвитку листового апарату, який є головним джерелом виробництва органічних речовин. Особливо важливо забезпечити азотне живлення у фазах інтенсивного росту кукурудзи – від сходів до цвітіння, адже саме тоді формуються основні структурні елементи майбутнього врожаю.

Для кукурудзи, яка є інтенсивною і високоврожайною культурою, потреба в азоті є значною. Нестача цього елемента призводить до хлорозу (пожовтіння листя), зменшення площі листя, що суттєво знижує продуктивність рослин. Водночас оптимальне азотне живлення сприяє не тільки збільшенню врожаю, а й підвищенню стійкості рослин до посухи,

хвороб і інших несприятливих факторів [7,8].

*Вплив азоту на якість зерна кукурудзи.* Азотне живлення відіграє ключову роль у формуванні хімічного складу і якісних характеристик зерна кукурудзи. Головним показником, який залежить від рівня азотного забезпечення, є вміст білка. Азот стимулює синтез білкових сполук, що підвищує харчову цінність зерна, особливо важливу для тваринництва, де кукурудза використовується як кормова культура [9].

Однак, вплив азоту не обмежується лише білковим складом. Вміст крохмалю – основного енергетичного компонента зерна – також залежить від норм внесення азоту. При недостатньому азотному живленні рослини формують зерно з низьким вмістом крохмалю, що знижує його енергетичну цінність і погіршує технологічні властивості при переробці. З іншого боку, надлишок азоту може призводити до зменшення крохмалистості зерна, оскільки рослина направляє більшу частину поживних речовин на білковий обмін [10].

Крім білка і крохмалю, азот впливає на вміст олії в зерні, що важливо для харчової та технічної промисловості. Адекватне азотне живлення допомагає збалансувати співвідношення білка, крохмалю та жиру, що позитивно впливає на якість кінцевої продукції.

Важливим аспектом є і безпека зерна. Надмірне внесення азоту може викликати накопичення нітратів у зерні, які є шкідливими для здоров'я людини і тварин. Тому дуже важливо правильно дозувати азотні добрива, щоб уникнути таких негативних явищ.

Ефективність азотного удобрення залежить не лише від норми внесення, а й від форми добрив (аміачна, нітратна, карбамідна), часу і способу внесення, а також агротехнічних умов – типу ґрунту, вологості, клімату, сорту кукурудзи [11-12].

Наприклад, азот у формі аміаку більш ефективно засвоюється рослинами при правильному внесенні, а карбамід потребує своєчасного загортання у ґрунт, щоб уникнути втрат азоту у вигляді аміаку в атмосферу.

Застосування ділення норми азоту на кілька підживлень під час вегетації також підвищує його ефективність і покращує якість зерна.

Азот є незамінним елементом для формування не лише врожайності, але й високої якості зерна кукурудзи. Правильне азотне живлення сприяє підвищенню вмісту білка і збалансованості хімічного складу зерна, що є важливим для харчової, кормової та технічної цінності культури. Однак необхідно враховувати оптимальні норми внесення, щоб уникнути негативних наслідків, таких як накопичення шкідливих нітратів та порушення балансу поживних речовин.

### **3.3 Значення фосфору в живленні кукурудзи**

Фосфор (P) є одним із трьох основних макроелементів, необхідних для росту і розвитку рослин, поряд з азотом і калієм. Він виконує життєво важливі функції на клітинному та фізіологічному рівнях, забезпечуючи нормальне функціонування біохімічних процесів у рослинах [13-14].

Фосфор є складовою частиною аденозинтрифосфату (АТФ), який відповідає за накопичення та перенесення енергії в клітині. Саме ця енергетична молекула забезпечує перебіг всіх процесів росту, розвитку, фотосинтезу, поділу клітин і синтезу органічних речовин. Без достатньої кількості фосфору енергетичний обмін сповільнюється, що негативно впливає на всі стадії росту кукурудзи.

Крім того, фосфор входить до складу нуклеїнових кислот – ДНК і РНК, які визначають спадковість і забезпечують нормальний поділ клітин, що є основою формування нових тканин рослини.

Фосфор відповідає за формування міцної і розвиненої кореневої системи. Корені забезпечують поглинання води і поживних речовин із ґрунту, тому їхній стан безпосередньо впливає на здатність рослини до стресостійкості (перенесення посухи, низьких температур, захист від хвороб). Добре розвинена коренева система також сприяє кращому закріпленню

рослини в ґрунті і підвищенню врожайності [15].

Фосфор активує багато ферментів, які беруть участь у синтезі і розподілі вуглеводів, білків і жирів у рослині. Це сприяє інтенсивному росту вегетативної маси та формуванню високоякісного зерна.

Кукурудза особливо гостро реагує на фосфорне удобрення у ранніх фазах розвитку – від проростання насіння до початку активного росту листя і стебел. В цей період фосфор забезпечує швидке формування міцної кореневої системи і активно стимулює обмін речовин. При нестачі фосфору ріст рослин уповільнюється, листя набуває фіолетового або синюватого відтінку, знижується загальна життєздатність.

Фосфор відіграє важливу роль у забезпеченні рослини енергією під час цвітіння і наливу зерна. Від його достатнього надходження залежить інтенсивність утворення і заповнення качана, що безпосередньо впливає на врожайність [16].

*Екологічне і агрономічне значення фосфору.* Фосфорні добрива підвищують ефективність використання інших елементів живлення, особливо азоту. Оптимальне співвідношення фосфору в системі удобрення забезпечує максимальну продуктивність кукурудзи без надмірних витрат ресурсів.

Фосфор є менш рухливим елементом у ґрунті порівняно з азотом, тому його внесення має бути раціональним і добре спланованим. Неправильне або надмірне внесення фосфорних добрив може призводити до забруднення водних джерел, тому сучасні технології удобрення передбачають точне дозування і врахування типу ґрунту.

*Вплив фосфору на урожайність та якість кукурудзи.* Адекватне забезпечення кукурудзи фосфором безпосередньо впливає на врожайність. Фосфорні добрива стимулюють енергетичний обмін, що сприяє активному росту рослин, формуванню і наливу зерна. За даними досліджень (Коваленко, 2020), підвищення рівня фосфору в ґрунті збільшує масу зерна, покращує його заповнення і сприяє більш рівномірному дозріванню.

Нестача фосфору призводить до уповільнення росту, блідішого

забарвлення листя, слабкої кореневої системи, що знижує здатність рослини протистояти стресам (посуха, низькі температури). У результаті врожайність різко падає [17].

Фосфорний режим живлення також впливає на хімічний склад зерна. Він сприяє підвищенню вмісту крохмалю, який є основним енергетичним компонентом кукурудзи. Високий вміст крохмалю покращує харчову цінність і технологічні властивості зерна, що важливо для виробництва продуктів харчування і кормів.

Крім того, фосфор впливає на вміст олії і білка в зерні. Оптимальний баланс поживних речовин, забезпечений фосфором, дозволяє отримати зерно з покращеними поживними властивостями. Фосфор підвищує стійкість рослин до хвороб і стресових факторів, що також позитивно відображається на якості продукції.

Отже, фосфор є життєво необхідним елементом для забезпечення високої врожайності і якісних характеристик зерна кукурудзи. Оптимальне фосфорне живлення сприяє формуванню міцної кореневої системи, активному обміну речовин і наливу зерна, підвищенню вмісту крохмалю, білка та олії. Відсутність або нестача фосфору призводить до значного зниження продуктивності і погіршення харчових властивостей кукурудзи, тому важливо правильно підбирати норми і способи внесення фосфорних добрив для досягнення найкращих результатів.

### **3.4 Значення калію в живленні кукурудзи**

Калій (K) є одним із трьох основних макроелементів, необхідних для повноцінного розвитку кукурудзи. Він не входить до складу органічних сполук рослини, але відіграє критично важливу роль у регуляції фізіологічних процесів, зокрема у водному балансі, транспортуванні поживних речовин, фотосинтезі та активації ферментів. За даними багатьох науковців, калій є незамінним для формування високої урожайності та покращення якісних

показників зерна [18,42].

Однією з ключових функцій калію є регуляція осмотичного тиску в клітинах. Це забезпечує ефективне використання вологи, що особливо важливо для кукурудзи як культури, чутливої до нестачі води. Наявність достатньої кількості калію підвищує стійкість рослин до посухи, знижує втрати води через транспірацію, а також посилює здатність до регенерації після стресових умов.

Крім того, калій активує численні ферменти, які беруть участь у синтезі вуглеводів і білків, що сприяє нагромадженню сухої речовини в зерні та покращує його якість. При достатньому калійному живленні кукурудза формує добре виповнене зерно з вищим вмістом крохмалю та краще зберігається у післязбиральний період. Як зазначають ряд авторів, калій також позитивно впливає на здатність рослин протистояти хворобам, зменшуючи ураження грибковими інфекціями [23,28].

Нестача калію призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, уповільнення росту, порушення формування генеративних органів і зменшення загальної врожайності. Зерно кукурудзи, вирощене при дефіциті калію, часто має менший розмір, погано наповнене, із зниженим вмістом крохмалю.

Дослідження також підтверджують, що калій взаємодіє з іншими елементами живлення. Наприклад, при його дефіциті ефективність використання азоту та фосфору знижується, що ускладнює загальне мінеральне живлення рослини. Це свідчить про необхідність збалансованої системи удобрення, у якій калій виконує одну з провідних ролей [25,38].

Наукові джерела підтверджують, що калій є критично важливим для підвищення продуктивності кукурудзи, її адаптивної здатності до стресових умов і формування якісного врожаю. Забезпечення рослин калієм у достатній кількості сприяє інтенсивному росту, покращує фізіологічні функції, підвищує вміст крохмалю в зерні та забезпечує його краще зберігання. Оптимізація калійного живлення є необхідною умовою для ефективного ведення сучасного

кукурудзівництва [34,39].

Використання мінерального живлення дозволяє впливати на його стійкість до стресів та величину продуктивності посіву. Повне мінеральне добриво збільшує вміст зв'язаної води та ступінь обводнення клітинних колоїдів, які для підвищення врожайності створюють сприятливу фізіологічну основу [31,35].

Науково обґрунтоване використання органо-мінеральних добрив дозволить стрімко підвищити урожайність культур, збільшити стійкість рослин від посухи, несприятливих умов для перезимівлі, проти хвороб та шкідників та покращити якість сільськогосподарської продукції [33,44].

Проведено багато досліджень з питань удобрення та якості зерна кукурудзи. Проте аналіз літературних джерел показав, що до даного питання не існує однієї думки в ряду науковців. Результати досліджень, показують, що навіть в одній зоні на одному і тому ж ґрунті, не співпадають, і іноді і суперечать, один одному. Це і дало нам підставу, щоб провести дослідження в даному напрямку.

## **РОЗДІЛ II. УМОВИ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБ'ЄКТИ ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **2.1. Умови та база проведення досліджень**

*Місце проведення досліджень.* Дослід проводили в ФГ «Старт» Житомирського району Житомирської області.

Житомирський сільськогосподарський ґрунт розташований на Поліссі в центрі акумуляційно-денудаційної рівнини, що виходить на поверхню масивної кристалічної породи. Докембрійські кристалічні породи не тільки виникли на поверхні вздовж річок, а й виникли на вододілах. Ґрунтоутворюючі породи в основному представлені моренними суглинками. На цих породах утворилися грубі середні та сильні підзоли [6].

За кліматом провінція середньоконтинентальна з низькою вологістю. Клімат м'який і вологий. На нього впливає велика кількість річок, водно-болотних угідь і лісів, які підвищують вологість і тим самим сприяють зменшенню континентального характеру клімату.

Середня температура січня становить близько  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , липня –  $+17\dots+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний максимум температури досягає  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , абсолютний мінімум сягає  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Річна кількість опадів варіюється в межах 480 – 550 мм. Коефіцієнт теплоти води (ККВ) дорівнює 1,2. В літній період на високогірних ділянках спостерігаються випадки ґрунтової посухи, основним методом боротьби з якою є промивання ґрунту водою. Взимку клімат нестійкий, з частими відлигами, товщина снігового покриву становить 10 – 15 см. За рівнем зволоження регіон Полісся відноситься до добре зволених районів, іноді з надмірним зволоженням у окремі роки. Тривалість вегетаційного періоду складає 220–230 днів. Період з температурою вище  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  триває з третьої декади березня до третьої декади листопада, температура вище  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  – з другої декади квітня до кінця жовтня, а температура вище  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – з початку травня до кінця вересня. Останні весняні заморозки припадають на початок червня, найраніші – на першу декаду квітня. Найраніші осінні заморозки фіксуються на початку жовтня, останні – у середині листопада. Тривалість холодного

періоду становить 160 днів, з яких 145 днів спостерігається мороз на поверхні ґрунту. Тепловий режим сприяє вирощуванню усіх основних сільськогосподарських культур у регіоні.

## **2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень**

*Програма проведення досліджень.* Протягом 2023-2024 рр. вивчали ефективність різних норм висіву на ріст, розвиток та формування продуктивності сучасних гібридів кукурудзи. Дослід закладався методом систематичної повторності, у триразовому повторенні. Площа облікової ділянки – 30 м<sup>2</sup>, розміщення посівів – суцільне рядкове з міжряддям 60 см. Попередник – озима пшениця. Усі агротехнічні заходи здійснювалися згідно з технологічною картою вирощування кукурудзи для відповідної зони.

Таблиця 2.1.

### **Схема досліду**

<b>№ варіанту</b>	<b>Варіанти удобрення</b>
1	Контроль (без добрив)
2	N <sub>90</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;
3	N <sub>120</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;
4	N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> .

Протягом всього вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за розвитком та ростом кукурудзи, структурний аналіз, облік асиміляційної поверхні, оцінка якості, супутні дослідження, які були передбачені робочою програмою. Числові дані були оброблені за допомогою методу дисперсійного аналізу для визначення показників структури урожаю. Ці вимірювання проводилися на зразках зібраних із двох місць збору, які знаходилися на відстані один від одного, в різних ділянках з використанням методики Майсюряна. Масу 1000 зерен і його натуру визначили за показниками ГОСТу, та якісні показники в лабораторії хімічних аналізів університету.

Збір урожаю проводили у фазу повної стиглості зерна. Відібрані зразки зерна сушили до стандартної вологості (14%), після чого визначали вміст

сирого протеїну за стандартною методикою ДСТУ 7169:20100.

Отримані дані обробляли методами математичної статистики з використанням стандартних програм Excel.

#### *Особливості вирощування кукурудзи в досліді*

*Сорт.* Кукурудзи ДКС 3730. Гібрид із зубоподібном типом зерна має середню тривалість вегетаційного періоду: 108 днів у Степу, 126 днів у Лісостепу та 130 днів у Поліссі. Відзначається чудовою адаптацією до прохолодних умов, має потужну кореневу систему, міцне стебло та широке листя, що забезпечує ефективне використання фотосинтезу. Відзначається здоровими, міцними рослинами з ремонтантним типом росту. Характеризується дуже високим потенціалом урожайності як зерна, так і силосної маси, добре витримує загущення посівів. Зерно якісне, придатне для переробки на борошно та крупу. Добре пристосовується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, висока стійкість до основних хвороб, характерних для кукурудзи. Висота рослин від 230 до 250, кількість рядів від 14 до 16. Кількість зерен у ряду від 28 до 30. Вміст крохмалю до 73%. Маса 1000 зерен від 270 до 380 гр. Рекомендована густина рослин при збиранні: у зонах достатнього зволоження – 75 – 85 тис. рослин/га, у зонах недостатнього зволоження – 65 – 70 тис. рослин/га.

*Обробіток ґрунту.* Обробіток ґрунту оранка. Ураховавши попередника і ґрунтово-кліматичні умови, проводили догляд за посівами. Фосфорні та калійні добрива вносили під оранку ( $P_2O_5$  гранульованого суперфосфату – 19,5,  $K_2O$  хлористого калію – 60 %). В допосівну культивуацію вносили азотні добрива – 1/3 норми азоту, а залишок у весняне підживлення аміачною селітрою (N – 34%).

Сіяли кукурудзу 2 травня 2023 р. з нормою висіву 80 тис. шт./га (27,2 кг/га) на глибину 6-7 см.

## **РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **3.1 Ріст та розвиток кукурудзи залежно від факторів, що вивчаються.**

Рослини отримують необхідні поживні речовини з ґрунту, який містить різний запас та різні властивості поживних речовин. З урахуванням цього різноманіття складу ґрунту, загальний запас та доступність поживних речовин можуть варіюватися. Щоб збільшити доступність поживних речовин в ґрунті, потрібно вносити добрива. В процесі живлення спостерігаються тісний взаємозв'язок і взаємодія між рослинами, ґрунтом і добривами.

Важливе питання, щодо особливостей живлення рослин, які обов'язково необхідно враховувати для правильно встановлювати способи та строків внесення добрив та їх норми. Зважаючи на важливість цього питання нами було вирішено, що для вирощуванні кукурудзи необхідно дослідити поживний режим ґрунту.

Кукурудза є однією з культур, яка потребує підвищеної кількості елементів речовин. Особливо вимоглива кукурудза до азоту, який входить в склад білка. Засвоює азот кукурудза, протягом всього вегетаційного періоду, а найбільшу кількість з фази 7-8 листочків. За нестачі у ґрунтах легкодоступних сполук азоту, можемо спостерігати, що ріст кукурудзи уповільнюється а листя її жовтіє, в результаті чого урожай, як зерна, так і зеленої маси може різко знизитися.

Негативно впливає однобічне азотне живлення на продуктивність посівів, а саме тоді спостерігаємо невідповідність між швидким ростом та уповільним розвитком рослин. Такі посіви часто вилягають, питома вага качанів в урожайності надземної маси значно знижується, затримується досягання рослин, а урожайність зерна, як правило, є невисокою [17].

Добрива, які потрапляють в ґрунт, піддаються різним біологічним, фізико-хімічним та хімічним перетворенням. В ґрунті поживні елементи, які потрапили з добрив, піддаються розчинності, потім збільшується здатність їх до пересування у ґрунті, в результаті доступність для рослин. По-різному ці

процеси проходять у різних ґрунтах. Разом з тим добрива дуже сильно впливають на ґрунт, а саме:, змінюють реакцію ґрунтового розчину, збагачують поживними речовинами, інтенсивність та характер мікробіологічних процесів і інші властивості ґрунту, що визначає його родючість. Тому знання складу ґрунту та його властивостей, хімічних та біологічних, фізико-хімічних процесів, які відбуваються в ньому, важливе для визначення характеру перетворення в ґрунті добрив, особливостей на різних ґрунтах дії їх, а отже, для найефективнішого та правильного застосування мінеральних добрив відповідно до вимог ґрунтових умов та рослини. [27].

Для досягнення високого врожаю зерна в сучасних сортів та гібридів кукурудзи важливо забезпечити оптимальну кількість рослин та продуктивних стебел на певній площі, що можна досягти за допомогою відповідної норми висіву. Навіть при занадто густому або розрідженому висіві урожай кукурудзи зменшується. Норми висіву кукурудзи залежать від умов ґрунту та клімату, попередників культури, застосування добрив, а також від біологічних особливостей конкретного сорту або гібриду. Відомо, що оптимальна густина рослин та належне забезпечення поживними речовинами у ґрунті є ключовими факторами, що впливають на врожай кукурудзи під час посіву [33]. Отже, дослідження впливу мінерального живлення на продуктивність сучасних сортів і гібридів кукурудзи має велике значення.

Біометричні спостереження показали, що проростання насіння, ріст і розвиток рослин відбувалися нормально у всіх дослідних варіантах, хоча й мали певні відмінності залежно від умов. Зокрема, у варіанті без внесення добрив (контроль), при лабораторній схожості насіння на рівні 95,5%, польова схожість становила лише 78,8%. (табл. 3.1).

Внесення під кукурудзу самих найменших норм мінеральними добрив підвищило польову схожість на 6,2% (до 85%); при внесенні мінеральних добрив за оптимальної норми польова схожість підвищилась до 85 % або на 7,9 відносно контролю, а при використанні найвищої норми до 94%, що на 19,3% вище контролю.

**Вплив систем удобрення на польову схожість та густоту стеблостою  
рослин кукурудзи**

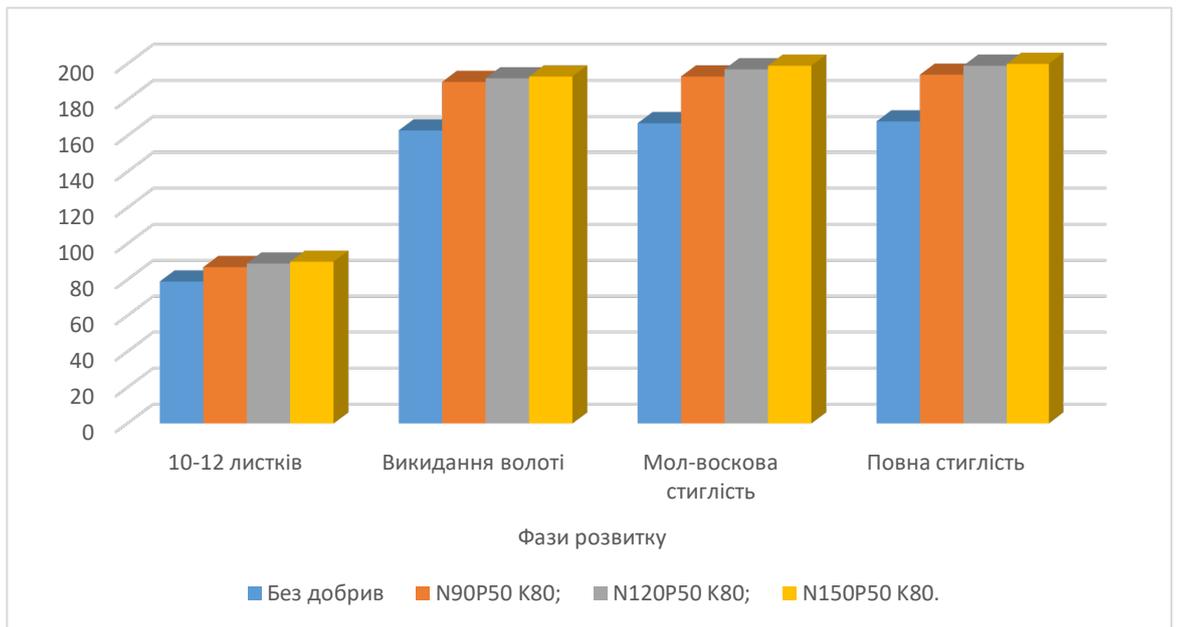
№ п/п	Варіанти	Польова схожість та густота стеблостою			
		густина стеблостою у фазі повних сходів		густина стеблостою перед збиранням	
		шт./м <sup>2</sup>	польова схожість, %	шт./м <sup>2</sup>	%
1	Без добрив	6,3	78,8	5,5	68,8
2	N <sub>90</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	6,8	85,0	6,1	73,6
3	N <sub>120</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	7,5	94,0	6,8	85,0
4	N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> .	7,3	91,5	6,6	82,5

Таким чином, найвищу польову схожість насіння кукурудзи на середньо забезпеченому поживними речовинами (NPK) дерново-підзолистому ґрунті в умовах 2023-2024 роках 91,5 – 94,0 % забезпечила мінеральна система удобрення з оптимальними та високими нормами NPK .

У перші фази росту та розвитку поживний режим ґрунту відіграє значну роль у житті рослин. Ґрунтово-кліматичні умови суттєво впливають на початок росту, а також позначаються на подальшому розвитку та рівні врожайності. Коли ми проводили дослідження, ми вивчили вчення про закономірності росту і розвитку рослин, щоб потім на основі отриманих результатів розробити ще кращі агротехнічні умови для підвищення рівня продуктивності даної культури, а саме – визначення оптимальної дози мінерального добрива (рис.).

Результати досліджень свідчать, що висота рослин кукурудзи значною мірою залежить від рівня мінерального живлення. Упродовж усіх фаз розвитку – від формування 10–12 листків до повної стиглості – спостерігалось чітке зростання висоти рослин із підвищенням норми внесення добрив.

На фазі 10–12 листків найменшу висоту (65 см) мали рослини на контрольному варіанті без добрив. Із внесенням добрив висота зростала: до 80 см за норми N<sub>90</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub>, до 85 см при N<sub>120</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub>, і досягала максимуму – 87 см при внесенні N<sub>150</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub>.



**Рис. 3.1 Графічна залежність висоти рослин кукурудзи**

Подібна тенденція спостерігалася і в наступних фазах. У фазі викидання волоті найвища рослина – 242 см – також була зафіксована при нормі  $N_{150}P_{50}K_{80}$ , тоді як при  $N_{120}P_{50}K_{80}$  цей показник становив 240 см, а на контролі лише 180 см.

У фазі молочно-воскової стиглості максимальна висота – 246 см знову ж таки була досягнута за внесення  $N_{150}P_{50}K_{80}$ , що свідчить про збереження інтенсивного росту в умовах підвищеного азотного живлення. За повної стиглості, ріст припинявся, і висота стабілізувалася на рівні 240 см у варіантах із нормами  $N_{120}P_{50}K_{80}$  та  $N_{150}P_{50}K_{80}$ .

Таким чином, найбільшу висоту рослин кукурудзи на всіх фазах розвитку забезпечувало внесення добрив у нормі  $N_{150}P_{50}K_{80}$ . Це свідчить про суттєвий вплив підвищеного рівня азоту на лінійний ріст культури, особливо на ранніх і середніх етапах вегетації.

Однак варто зазначити, що приріст висоти між нормами  $N_{120}P_{50}K_{80}$  та  $N_{150}P_{50}K_{80}$  був незначним (1–2 см), що може свідчити про досягнення межі ефективного використання азоту. Тому остаточний вибір норми має враховувати не лише біологічні показники, а й економічну доцільність.

Після сходів рослини розвивались нормально, однак у контролі (без внесення добрив) вони на всьому протязі вегетації відставали в рості.

За нашими результатами удобрені варіанти у фазу викидання волоті висота рослин, де вносилися добрива перевищувала варіант без добрив на 16,5-22 %, у фазу молочно-воскової стиглості – на 15,5-18,4 %, а у фазу повної стиглості зерна – на 15,4-19,1 %. Найбільшу висоту рослин кукурудзи відмічено в фазу повної стиглості на варіанті, де норма N<sub>120</sub> і N<sub>150</sub>, яка становила 199 – 200 см.

Таблиця 3.2

**Вплив систем удобрення на врожай зерна кукурудзи**

Варіанти дослідів	Схема дослідів	Врожайність, т/га			
		Роки дослідження		середнє	± до контролю
		2023	2024		
1	Без добрив	4,15	4,57	4,36	100
2	N <sub>90</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	5,83	6,49	6,16	141,3
3	N <sub>120</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	7,28	7,84	7,56	173,4
4	N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> .	7,26	7,92	7,59	174,0
НІР <sub>0,5</sub>		0,33	0,28		

Облік врожайності проводився протягом двох років (2023–2024), що дозволило оцінити стабільність ефекту в різних погодних умовах.

У контрольному варіанті (без добрив) середня врожайність за два роки становила 4,36 т/га. Застосування мінеральних добрив суттєво підвищувало урожайність. Так, при внесенні N<sub>90</sub>P<sub>50</sub> K<sub>80</sub> урожайність зросла до 6,16 т/га, що на 1,80 т/га більше, ніж у контролі, або на 41,3%.

Застосування різних доз мінеральних добрив, як видно з таблиці 3.4, сприяло підвищенню урожайності зерна кукурудзи. Найнижчий показник урожайності було зафіксовано в контрольному варіанті – у середньому 4,36 т/га.

Внесення мінеральних добрив з найменшою нормою урожайність зерна кукурудзи в середньому за два роки становила 6,16 т/га, що на 41,3% вище контролю. Внесення добрив з оптимальною нормою становила 7,56 т/га, що на 73,4% вище відносно контролю, та найвища урожайність було відмічено на

варіанті з найвищою нормою азоту і становила 7,74 т/га, що на 75,2% вище від контролю.

Найвищий рівень урожайності спостерігався у варіантах із вищими нормами азоту. Так, при  $N_{120}P_{50}K_{80}$  середній показник становив 7,56 т/га, що перевищувало контроль на 3,20 т/га, або на 73,4%. Варіант із максимальною дозою  $N_{150}P_{50}K_{80}$  забезпечив урожайність 7,59 т/га, що на 3,23 т/га, що на 74,0% вище, ніж у контролі.

Найвищу врожайність кукурудзи в досліді було отримано при внесенні мінеральних добрив у нормі  $N_{150}P_{50}K_{80}$  – 7,59 т/га. Проте, враховуючи статистичні показники, оптимальною нормою удобрення з агрономічної та економічної точки зору слід вважати  $N_{120}P_{50}K_{80}$ , яка забезпечила практично аналогічний рівень урожайності 7,56 т/га, але з меншими витратами добрив.

Аналізуючи структури врожаю ми мали можливість встановити, що за рахунок даних елементів відбулася зміна врожаю кукурудзи завдяки різній умови мінерального живлення.

Нами було проведено дослідженнях, де вивчалися вплив різних норм мінеральних добрив на масу початків, кількості початків на рослині, вихід зерен, масу зерна з одного початку (табл. 3.4).

Таблиця 3.3

**Вплив добрив на показники продуктивності кукурудзи  
(середнє 2023-2024 рр.)**

Варіанти дослідів	На 1-й рослині початків	Маса одного початку, г	Вихід зерен, %	Маса зерна на 1-му початку, г
Без добрив	0,87	152	82	125
$N_{90}P_{50}K_{80}$ ;	0,98	163	83	135
$N_{120}P_{50}K_{80}$ ;	1,13	169	83	144
$N_{150}P_{50}K_{80}$ .	1,14	171	83	145

Дози мінеральних добрив вплинули на кількість початків на одній рослині та коливалися в межах – від 0,87 до 1,14. Найкращими були удобрені варіанти, які становили масу початку від 163 до 171 г та масу зерен в одному

початку 135 – 145 грамів. З даної таблиці видно, що два останні варіанти в нормі  $N_{120}P_{50}K_{80}$  та  $N_{150}P_{50}K_{80}$  суттєво не відрізнялися і мали майже однакову масу початку та масу зерен в одному початку.

Після закінчення періоду цвітіння починається формування зерна. Коли зерно наливається, воно насичене вуглеводами, цукрами, білками і спочатку має рідку консистенцію, так звану молочну зрілість. На цій стадії зрілості зародки майже повністю сформовані, а зерна на цьому етапі готові до проростання. При стиглості вміст сухої речовини збільшується, зерно набуває густої консистенції, зріла воскова фаза замінюється воском, а потім зерно повністю дозріває. На початку цієї стадії зерно має високу вологість (35-40%) і зневоднене до залишкової вологості 12-14% при повному дозріванні. Такі зерна можуть зберігатися тривалий час. В якості корму можна використовувати крупи з вологістю 35-40%. Зерно великої рогатої худоби подрібнюють разом із качанами. Якщо качани кукурудзи в малій кількості, його можна згодовувати свиням. У фазі молочної стиглості зерно кукурудзи використовують для харчової продукції. Заморожені качани являються дуже цінним продуктом харчування [3].

Якість товарного зерна кукурудзи також багато в чому залежить від часу збирання. Від молочного воску до повної зрілості вміст білка та незамінних амінокислот у зерні зменшується, а вміст жиру та крохмалю зростає і досягає максимуму на стадії повного дозрівання [39].

Вміст сирого протеїну є одним із важливих показників якості зерна кукурудзи. Внесення малих доз азоту перед посівом може підвищити вміст білка в зернах кукурудзи. За результатами наші дослідження показали, що вміст сирого протеїну в зернах кукурудзи підвищується у сортів з мінеральними добривами. Найменший вміст сирого протеїну був на контрольному варіанті і становив 9,2%. Найкращими були два варіанти удобрення з  $N_{120}P_{50}K_{80}$ , який становив 12,1, та  $N_{150}P_{50}K_{80}$  – 12,3, що на 131,5 та 133,7% вище відносно контролю. (табл. 3.5). При внесенні найбільших доз азоту ми помітили максимальний вміст сирого протеїну.

**Вплив мінерального удобрення на показники якості  
(середнє 2023-2024 рр.)**

Варіанти дослідів	Вміст у зерні, %				
	сирого жиру	сухої речовини	сирого протеїну	сирої клітковини	сирої золи
Без добрив	6,13	23,6	9,2	4,18	1,6
N <sub>90</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	6,70	25,0	10,4	4,84	1,7
N <sub>120</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	6,74	26,7	12,1	5,07	1,8
N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> .	6,74	27,1	12,3	5,37	1,8

Подібна тенденція виявилася по всіх інших показниках якості, а саме: сухої речовини, сирої золи, клітковини та жиру, і знову найкращими виявили два варіанти удобрення в нормі азоту N<sub>120</sub> та N<sub>150</sub>.

На підставі вищевказаного можна зробити наступний висновок, а саме внесення N<sub>120</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub> та N<sub>150</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub> збільшувало вміст протеїну, сухої речовини зерні кукурудзи та умовний збір з гектару посіву.

### **3.2 Економічна ефективність при вирощуванні кукурудзи на зерно**

Одним із ключових критеріїв оцінки доцільності агротехнічних заходів, зокрема застосування мінерального удобрення, є їхня економічна ефективність. Високі врожаї не завжди гарантують рентабельність виробництва, особливо за умов зростання цін на мінеральні добрива та інші ресурси. Тому надзвичайно важливо визначити не лише агрономічно ефективну, а й економічно доцільну норму удобрення, яка забезпечить оптимальне співвідношення між отриманою продукцією та понесеними витратами.

У проведеному досліді була здійснена економічна оцінка різних варіантів мінерального живлення кукурудзи. Аналіз включав розрахунок вартості врожаю, витрат на добрива, постійних виробничих витрат, а також

визначення чистого прибутку та рівня економічної ефективності кожного варіанта удобрення. Це дозволило об'єктивно оцінити не лише продуктивність, а й прибутковість застосування різних норм добрив у сучасних умовах господарювання.

Проведений економічний аналіз підтвердив, що застосування мінеральних добрив суттєво впливає не лише на врожайність кукурудзи, але й на рівень прибутковості виробництва. Було розраховано основні економічні показники за чотирма варіантами удобрення: без добрив (контроль) і три варіанти із внесенням мінеральних добрив.

Розрахунки проводилися з урахуванням середньої врожайності за два роки, вартості реалізації продукції, витрат на добрива та інших постійних витрат (табл.3.6)

Таблиця 3.5

**Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно,  
(середнє 2023-2024 рр.)**

№ п/п	Варіант	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн.	Вартість добрив, грн.	Інші витрати	Всього витрат, грн.	Одержано чист. прибутку, грн.	Економічна ефективн. грн. на 1 грн. затрат
1.	Без добрив	4,36	21800	-	20000	20000	1800	0,09
2.	N <sub>90</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	6,16	30800	10500	20000	30500	300	0,01
3.	N <sub>120</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> ;	7,56	37800	12755	20000	32755	5045	0,15
4.	N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>80</sub> .	7,59	37950	14620	20000	34620	3330	0,10

У контрольному варіанті без добрив урожайність становила 4,36 т/га, що забезпечило дохід у розмірі 21 800 грн/га. Витрати обмежувалися лише стандартними виробничими, без урахування добрив. Це дозволило отримати чистий прибуток у розмірі 1800 грн/га та рівень економічної ефективності 0,09 грн прибутку на 1 грн витрат.

Застосування добрив у нормі  $N_{90}P_{50}K_{80}$  забезпечило підвищення врожайності до 6,16 т/га з відповідним зростанням виручки до 30 800 грн/га. Проте через значні витрати на добрива загальна сума витрат зросла до 30 500 грн/га, що дало лише 300 грн чистого прибутку. Економічна ефективність цього варіанта склала лише 0,01 грн прибутку на 1 грн витрат, що є надзвичайно низьким показником.

Найвищий рівень економічної ефективності спостерігався за варіантом  $N_{120}P_{50}K_{80}$ . При врожайності 7,56 т/га і доході 37 800 грн/га, витрати на добрива склали 12 755 грн/га, а загальні витрати становили 32 755 грн/га. У результаті чистий прибуток становив 5045 грн/га, а економічна ефективність – 0,15 грн прибутку на 1 грн витрат, що є найвищим показником серед усіх варіантів.

Хоча при внесенні  $N_{150}P_{50}K_{80}$  була зафіксована найвища урожайність і відповідна виручка (37 950 грн/га), високі витрати на добрива (14 620 грн/га) призвели до зростання загальних витрат до 34 620 грн/га, що обмежило чистий прибуток до 3330 грн/га. Рівень економічної ефективності при цьому становив 0,10 грн/грн, що поступається варіанту з нормою  $N_{120}$ .



Отже, найбільш економічно ефективним варіантом удобрення кукурудзи в умовах проведення дослідів був варіант  $N_{120}P_{50}K_{80}$ , який забезпечив найкраще співвідношення між рівнем урожайності, витратами та отриманим прибутком. Внесення добрив у більших дозах ( $N_{150}$ ) не дало суттєвого приросту врожаю або прибутку, а вартість затрат суттєво зросла.

## ВИСНОВКИ

Висновки, отримані в результаті наших досліджень, включають наступне:

1. Протягом усього вегетаційного періоду мінеральні добрива, які використовуються для основного землеробства, забезпечують кращі умови живлення. Зі збільшенням дози азоту в повних мінеральних добривах збільшується кількість рухомих форм азоту, фосфору, калію.

2. Внесення мінеральних добрив також позитивно позначились на біометричних показниках, а саме на висоті рослин, протягом всього періоду вегетації, оптимальними нормами виявилися  $N_{120}P_{50}K_{80}$  та  $N_{150}P_{50}K_{80}$ , які забезпечили найкращі показники.

3. Внесення мінеральних добрив також позитивно впливало на урожайність, Внесення добрив з оптимальною нормою становила 7,56 т/га, що на 73,4% вище відносно контролю, та найвища урожайність було отримано на варіанті  $N_{150}$ , який склав 7,74 т/га, що на 75,2% вище від контролю.

4. Аналіз якісних показників показав, що найкращою також виявилася мінеральна система удобрення з оптимальною нормою  $N_{120}P_{50}K_{80}$ , а саме вміст умовного збіру протеїну – 9,09 ц/га, протеїн становив 12,1 %, 48,4 ц/га становить збір кормопропротеїнових одиниць на один гектару посіву.

5. Найвищу економічну ефективність отримано за внесення оптимальної норми  $N_{120}P_{50}K_{80}$  при якій умовно-чистий прибуток становить 5045 грн./га та економічна ефективність 0,15 грн. на 1 грн. затрат.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Проведені дослідження та розрахунки дозволили дати рекомендацію отримувати  $N_{120}P_{50}K_{80}$  з господарств на дерновому ґрунті для отримання високоврожайних зерен кукурудзи з високими показниками якості. Використання такого дозування мінеральних добрив забезпечить найвищий економічний ефект і найкращий урожай.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сучасні основи агропромислового виробництва зони Полісся України : наукове видання / за ред. Ф. Д. Зубецького. Київ : Урожайність, 2015. 400 с.
2. Карпов В. Б. Вплив агротехніки на урожай та якість зернових культур / В. Б. Карпов. Вісник аграрної науки. 2014. № 5. С. 11–16.
3. Коваленко Н. І. Продуктивність рослин та їх фізіологія фотосинтезу. Київ, 2020. С. 16–22.
4. Косак С. Д. Біохімічні та фізіологічні аспекти в адаптації рослин до різних стресів. Ніжин : КНО, 2014. – 200 с.
5. Корніюк Б. П. Гібриди кукурудзи. Вісник аграрної науки. – 2018. – № 1. – С. 10–15.
6. Кушнір М. У. Управління витратами в сільському господарстві : навч. посіб. Миколаїв : МАУ, 2018. – 195 с.
7. Лісовал Ф. К., Макаренко В. М., Кравчук Т. М. Система застосування добрив. Житомир, 2017. – 256 с.
8. Мединецький Л. З. Сучасні знання про онтогенез рослин : наукова праця. Львів, 2018. 100 с.
9. Мисько А. П. Кукурудза та проблеми її вирощування. Пропозиція. 2019. № 4. – С. 23–28.
10. Назаренко П. Л. Ґрунтознавство : підручник. Харків, 2019. 450 с.
11. Пивовар Ю. Н. Впровадження новітніх регуляторів росту для сільськогосподарських культур в аграрному комплексі України. *Збірник наукових праць Сумського НАУ*. 2019. Вип. 47. С. 10–16.
12. Положення про кваліфікаційні роботи у Житомирському національному агроекологічному університеті [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://znau.edu.ua/m-universitet/m-publichna-informatsiya>
13. Приймак Д. О., Рошков С. Г. та ін. Раціональність сівозмін в сучасному землеробстві. Київ, 2017. 290 с.
14. Пунчак Р. Д., Климова К. Ф. Сучасні основи різних біологічних методів захисту сільськогосподарських рослин. Вінниця : ПАН, 2021. – 276 с.

15. Самчук О. Геохімічний аналіз покриву ґрунту. Черкаси : РАТ, 2012. – 225 с.
16. Сташук В. С. Урожайність кукурудзи в зоні Полісся України. Вісник аграрної науки Полісся. – 2017. – Вип. 1. – С. 20–24.
17. Теріяк Ф. І. Ріст сільськогосподарських рослин : навч. посіб. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2006. 250 с.
18. Федорчук І. Д. Виробництво зерна в Україні. І. Д. Федорчук. Вісник аграрної науки. 2017. № 7. С. 20–28.
19. Шевченко П. Д. Вирощування кукурудзи залежно від різних систем удобрення // Сільське господарство України. 2020. № 7. С. 15–19.
20. Смаглій О. Ф., Кардашов А. Т., Литвак П. В. [та ін.] Агроекологія. Київ : Вища освіта, 2006. 671 с.
21. Смаглій О. Ф., Дереча О. А., Рябчук П. О. [та ін.] Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур : навч. посіб. Житомир : ДВНЗ "Державний агроекологічний університет", 2007. С. 22–27.
22. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. 730 с.
23. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
24. Міщенко О. В., Гангур В. В., Даніленко Є. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. Т. 27, № 2. С. 16–22. URL: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.03>.
25. Маслійов С. В. Вплив густоти рослин на урожайність кременистої кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2016. № 2. С. 11–16.

26. Гангур В. В., Пелих М. А. Вплив строків сівби та густоти рослин на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. 28(1). С. 75–80.
27. Формування продуктивності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву / Г. П. Жемела та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. № 1. С. 97–105.
28. Білявська Л. Г., Ванжула Д. В. Урожайність гібридів (*Zea mays* L.) різних ФАО та груп стиглості в умовах Лівобережного Лісостепу України залежно від норми висіву та вологості зерна. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 13–22.
29. Білявська Л. Г., Волошин Д. Р., Ванжула Д. В. Вплив норми висіву та вологості зерна на врожайність гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) в умовах Полтавщини // *Сучасні технології агропромислового виробництва: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф.* 2024. С. 40–42.
30. Wang F., Wang L., Yu X., Gao J., Ma D., Guo H., Zhao H. Effect of planting density on the nutritional quality of grain in representative high yielding maize varieties from different eras // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13, No. 9. – Article 1835.
31. Qin H. N., Cai Y. L., Sun H. Y., Wang J. G., Wang G. Q., Liu Z. Z. Effects of planting density on sucrose metabolism and activities of enzymes related to starch synthesis in maize hybrids with different plant types // *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. – 2010. – Vol. 18, No. 6. – P. 1183–1188.
32. Kumar R., Singh M., Meena B. S. [et al.] Quality characteristics and nutrient yield of fodder maize (*Zea mays*) as influenced by seeding density and nutrient levels in Indo-Gangetic Plains // *The Indian Journal of Agricultural Sciences*.
33. Zhao P. [et al.] Effect of planting densities on grain filling and kernel dehydration of maize (*Zea mays*) // *The Indian Journal of Agricultural Sciences*. – 2020.

34. Effects of planting density on starch particle size distribution and pasting properties of maize kernels along Huaihe River // Liang You Shipin Ke Ji. – China.
35. Sydiakina O., Shpyrka A., Khandii O. [et al.] Formation of maize grain oil content depending on technological elements and variable agroclimatic conditions // Journal of Ecological Engineering. – 2026. – Vol. 27, No. 1.
36. Yang X., Li Q. Influence of agronomic practices on maize protein and starch contents // Field Crop. – 2024. – Vol. 7, No. 3.