

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агробіотехнологічний факультет  
Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту  
завідувач кафедри рослинництва та  
цифрових технологій в агрономії  
доцент \_\_\_\_\_ Панченко Т.В.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

НА ТЕМУ:

**Формування продуктивності  
кукурудзи на зерно залежно від  
основного обробітку ґрунту та системи  
удобрення в умовах дослідного поля  
НВЦ БНАУ**

**Рівень вищої освіти:** другий (освітній рівень)

**Кваліфікація:** «Магістр з агрономії»

Виконав (ла) \_\_\_\_\_ Первушин Вадим Валерійович

Керівник доцент \_\_\_\_\_ Панченко Т.В.

Я, Первушин Вадим Валерійович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква  
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
 Спеціальність: 201 «Агрономія»

**Затверджую**  
 Гарант ОП «201 Агрономія»

професор \_\_\_\_\_ М.Б. Грабовський  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу здобувачу**  
 Первушину Вадиму Валерійовичу  
*прізвище, ім'я та по батькові*

Тема: Формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно від основного обробітку ґрунту та системи удобрення в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ  
 Затверджено наказом ректора №06/З від 20.01.2025 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 01.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані:

- a. Дати характеристику ґрунтово-кліматичним умовам зони Лісостепу;
- b. Дослідити та визначити стан розвитку рослин кукурудзи за період вегетації;
- c. Визначити продуктивність гібридів кукурудзи за різного обробітку ґрунту та системи удобрення;
- d. визначити величину урожайності кукурудзи на зерно та силос за різної системи удобрення та обробітку ґрунту;
- e. Написати літературний огляд опрацювавши мінімум 50 літературних джерел.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	2024-2025 рр.	виконано
Методична частина	2024-2025 рр.	виконано
Дослідницька частина	2024-2025 рр.	виконано
Оформлення роботи	Жовтень 2025 р.	виконано
Перевірка на плагіат	Листопад 2025 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	Листопад 2025 р.	виконано
Подання на рецензування	Грудень 2025 р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ доцент Панченко Т.В.  
*підпис*

Здобувач \_\_\_\_\_ Первушин В.В.  
*підпис*

Дата отримання завдання «10» вересня 2025 р.

## РЕФЕРАТ

Первушин Вадим Валерійович. Формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно від основного обробітку ґрунту та системи удобрення в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ.

**Досліджено:** в умовах дослідного поля науково-виробничого центру БНАУ гібриди кукурудзи зернової та силосної Моніка 350 МВ (ФАО 350), S3825 (ФАО 380). Вивчено реакцію гібридів на зміну системи удобрення та обробітку ґрунту в сівозміні кафедри рослинництва, вплив факторів досліджень на висоту рослин, зміну елементів продуктивності, величину урожайності зерна та зеленої маси на слос.

**Використано:** лабораторні, польові та розрахункові методи досліджень, проведено дисперсійний аналіз результатів досліджень.

**Виявлено:** що добрива суттєво впливали на підвищення рівня урожайності кукурудзи, незалежно від прийомів обробітку ґрунту. Так на варіантах з обробітком дисковим агрегатом варіант удобрення 20 т/га гною +  $N_{60}P_{70}K_{60}$  поступався варіату 60 т/га гною +  $N_{140}P_{150}K_{140}$ .

**Зроблено висновок:** За вирощування кукурудзи на силос з кращими варіантами виявилось варіанти з максимальним рівнем удобрення  $N_{120}P_{130}K_{120}$  як на варіантах з дисковими обробітком ґрунту і за культурні оранки на глибину 25-27 см на даних варіантах прибуток становив 20047-20853 грн на гектар.

**Одержані результати:** можуть бути використані у сільськогосподарських господарствах різних форм власності.

Кваліфікаційна робота магістра містить 60 сторінок, 13 таблиць, 3 рисунків, список використаних джерел із 50 найменувань, 2 додатків.

**Ключові слова:** кукурудза на зерно, кукурудза на силос, система удобрення, обробіток ґрунту, висота рослин, елементи продуктивності кукурудзи, урожайність.

## ANNOTATION

Pervushin Vadym Valeriyovych. Formation of grain corn productivity depending on the main soil cultivation and fertilization system in the conditions of the experimental field of the Scientific and Technological Center of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Studied: in the conditions of the experimental field of the scientific and production center of the BNA, grain and silage corn hybrids Monika 350 MV (FAO 350), S3825 (FAO 380). The reaction of hybrids to a change in the system of fertilization and tillage in the crop rotation of the department of crop production, the influence of research factors on the height of plants, changes in productivity elements, the amount of grain yield and green mass per slos was studied.

Used: laboratory, field and computational research methods, dispersion analysis of research results was carried out.

It was found that fertilizers had a significant effect on increasing the level of corn productivity, regardless of soil cultivation techniques. Thus, on variants with disk unit cultivation, the fertilizer variant of 20 t/ha of manure + N60P70K60 was inferior to the variant of 60 t/ha of manure + N140P150K140.

The conclusion was made: For the cultivation of corn on silage with the best options, the options with the maximum level of fertilization N120P130K120 were found, both on the options with disk tillage and for cultural plowing to a depth of 25-27 cm on these options, the profit was UAH 20,047-20,853 per hectare.

The obtained results: can be used in agricultural farms of various forms of ownership.

The master's thesis contains 60 pages, 13 tables, 3 figures, a list of used sources of 50 names, 2 appendices.

Key words: corn for grain, corn for silage, fertilization system, tillage, plant height, elements of corn productivity, productivity.

## ЗМІСТ

	Ст.
Вступ	6
Розділ 1	10
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Система удобрення кукурудзи	10
1.2. Внесення мінеральних добрив та позакореневе підживлення кукурудзи за рекомендаціями фірми ЕРІДОН	19
Розділ 2	23
МЕТА, ЗАВДАННЯ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ	23
2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов у Лісостепу	23
2.2. Характеристика ґрунтів	24
2.3. Погодні умови в період проведення дослідів	26
2.4. Схема та строки проведення дослідів	32
Розділ 3	34
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
3.1. Комплексна оцінка дії прийомів механічного обробітку ґрунту та удобрення кукурудзи на елементи продуктивності, урожайність зерна і зеленої маси на силос	34
3.2. Елементи продуктивності та величина урожайності кукурудзи на зерно залежно від схем удобрення та обробітку ґрунту	36
3.3. Елементи продуктивності кукурудзи на силос та величина урожайності зеленої маси залежно від схем удобрення та обробітку ґрунту	42
Розділ 4	46
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА СИЛОС ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМ УДОБРЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	46
ВИСНОВКИ	52
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	54
ДОДАТКИ	59

## ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш високо-продуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується при-близно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15 - 20 %, на корм худобі 60 - 65 %.

У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою.

Найбільш цінний корм - зерно кукурудзи, яке містить 9 - 12 % білків, 65 - 70 % вуглеводів, 4 - 8 % олії, 1,5 % мінеральних речовин. У 100 кг його міститься 134 корм. од., до 8 кг перетравного протеїну. У вигляді кормового борошна, висівок воно добре перетравлюється і засвоюється організмом тварин. При годівлі свиней особливо ціниться жовтозерна кукурудза, в 1 кг якої міститься від 3,2 до 9 мг каротину, або провітаміну А (у білозерної - до 1,1 мг), який значно підвищує їх продуктивність. Завдяки високій енергетичній поживності (100 кг сухого зерна забезпечує 1600 МДж обмінної енергії) воно є незамінним компонентом комбікормів. Використовують зерно на корм також силосуванням качанів у фазі молочно-воскової стиглості, яке за поживністю мало поступається зерну повної стиглості. Із подрібненого зерна вологістю близько 25 % разом з подрібненими стрижнями качанів виготовляють зерно-стрижневу кормову масу, яку закладають у траншею, трамбують і вкривають плівкою, а тільки з подрібненого зерна з такою самою вологістю — такий новий вид корму, як корнаж.

Цінний силос для великої рогатої худоби виготовляють силосуванням усієї маси рослин — стебел, листя та качанів кукурудзи, зібраної у фазі молочно-воскової стиглості. У 100 кг такого силосу міститься 25 — 32 корм. од. і 1,4 — 1,8 кг перетравного протеїну.

У 100 кг силосу із стебел з листками міститься 16 — 20 корм. од. і 1,3 кг перетравного протеїну.

Для згодовування тваринам придатні також подрібнена маса су-хих стебел, листків та обгорток качанів, яку здобрюють кормовою мелясою і сіллю або силосують з буряковою гичкою чи гарбузами.

Стрижні качанів у вигляді борошна використовують як компонент комбікормів.

Кукурудза займає важливе місце в зеленому конвєсєрі, забезпе-чуючи тваринництво зеленою масою, багатою на вуглеводи й каро-тин. У 100 кг зібраної до викидання волотей зеленої маси міститься 16 корм. од.

Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з по-бічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га по-над 6,5 тис. кг корм. од. і до 400 кг перетравного протеїну (що дорів-нює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами. Проте кукурудза містить недостат-ню кількість перетравного протеїну — від 60 — 65 г у силосі до 75 - 78 г у зерні на 1 корм. од. при нормі 110 - 120 г. Тому при зго-довуванні тваринам тільки однієї кукурудзи вони погано засвоюють інші органічні речовини (вуглеводи, жири). Крім того, у складі біл-ків кукурудзи замало незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану та ін.), тому годівля тварин лише кукурудзою спричи-нює порушення в організмі тварин обміну речовин і різке зниження їх продуктивності. Щоб збалансувати раціон за протеїном, тваринам згодовують кукурудзу у суміші з бобовими кормовими культурами, в яких на 1 корм. од. припадає 130 — 250 г перетравного протеїну з достатньою кількістю незамінних амінокислот.

З давніх часів людина використовує кукурудзу як продовольчу культуру. У багатьох країнах світу (Китай, Індія, Мексика, Україна, Грузія) із зерна кукурудзи виготовляють різні традиційні націона-льні хлібні вироби: у Молдові, Закарпатті і на півдні України — смачну мамалигу, в Грузії — мчаді, що нагадує коржі, та ін.

Кукурудзяне борошно широко використовують у кондитерській промисловості — для виготовлення бісквітів, печива, запіканок. Із зерна виробляють харчові пластівці, повітряну кукурудзу, крупу. Причому за вмістом білків (12,5 %) кукурудзяна крупа переважає інші крупи (пшоно, ячмінну, гречану).

Із зерна виробляють харчовий крохмаль, сироп, цукор, мед. Вживають у їжу недостигле зерно, особливо цукрової кукурудзи, у вигляді варених качанів. Із зародків зерна добувають рослинну олію, яка є не тільки висококалорійним продуктом харчування, а й має лікувальні властивості: містить лецитин, який знижує вміст хо-лестерину в крові і запобігає атеросклерозу.

Зерно кукурудзи використовують для виробництва різних прохолодних напоїв, піностійких сортів пива, етилового спирту, гліцерину, органічних кислот (молочної, лимонної, оцтової та ін.). Із стебел та стрижнів качанів виробляють папір, целюлозу, ацетон, метил-овий спирт та ін. Із стовпчиків маточок незрілих качанів готують відвари, які вживають при гострих захворюваннях і хронічних запаленнях печінки, нирок та сечового міхура.

Підраховано, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних виробів, значна частина яких, у свою чергу, є сировиною для виготовлення іншої продукції. Наприклад, з кукурудзяного сиропу виробляють каучук, фарби, різні антисептики, розчинники олії та ін.

Селекціонери працюють над виведенням високоолійних форм кукурудзи. Вже є форми із вмістом олії в зерні понад 15 %.

Як просапна культура кукурудза має агротехнічне значення: є добрим попередником під ярі культури, а при своєчасному збиранні — і під озимі.

Походження. Кукурудза — одна з давніх землеробських культур. Її історія як землеробської культури налічує близько 4500 років, а вік — 60 тис. років. Батьківщиною кукурудзи вважають райони Центральної і Південної Америки (Мексика, Перу, Болівія). Найбільш вірогідно, що кукурудза походить від дикої форми, яка з часом шляхом природного схрещування з

одним із видів найближчих її диких родичів — тріпсакум і теосинте дала сучасну кукурудзу (П. М. Жуковський). Існує також думка, що її попередником була плів-часта кукурудза.

З Америки кукурудзу наприкінці XV ст. було завезено в Європу, а в XVI ст. — в Китай, Індію, Африку та інші країни. В Україні ку-курудзу вирощують з кінця XVII ст.

У світовому землеробстві кукурудза займає тепер близько 130 млн га, валові збори її зерна досягають 470 млн т і більше за рік.

Найбільші посівні площі кукурудзи зосереджені в США — близько 30 млн га, Бразилії (до 12 млн га), Індії (6 млн га), Румунії (3 млн га). В Україні кукурудзу вирощують залежно від року на площі 4,7 (1995 р.) - 5,9 (1990 р.) млн га, у тому числі на зерно до 1,2 млн га, на силос і зелений корм 3,5 — 4,6 млн га.

Основні посіви кукурудзи на зерно в нашій країні розміщені в Степу й Лісостепу, на силос і зелений корм — в усіх зонах.

В Україні кукурудза — одна з найбільш урожайних зернових культур. За середньою врожайністю зерна (35,4 ц/га в 1986 - 1990 рр.) вона поступається лише рису (47,4 ц/га) та озимій пшениці (40,2 ц/га).

Високі врожаї зерна кукурудзи одержують господарства, які вирощують її за інтенсивною технологією. Так, у Черкаському районі Черкаської області середня врожайність кукурудзи досягала 53,2 ц/га, у багатьох господарствах Криничанського району Дніпропетровської області 60 — 65 ц/га. Урожайність силосної маси кукурудзи в багатьох господарствах перевищує 500 - 700 ц/га.

Висока врожайність кукурудзи у кращих господарствах України — свідчення великих біологічних можливостей цієї культури, наявності реальних резервів значного збільшення її валових зборів.

## Розділ 1 Огляд літератури

### 1.1. Система удобрення кукурудзи

Кукурудза потребує значно вищих норм добрив, ніж інші зернові культури. За багатьма узагальненими даними на формування 1 т зерна з відповідною кількістю стебел і листя у середньому використовується 24-32 кг азоту, 10-14 кг фосфору, 25-35 кг калію, по 6-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза. Залежно від рівня урожайності засвоюється різна кількість поживних речовин.

#### Азот

Азот має найбільший вплив на рівень урожайності. На початкових фазах росту засвоєння азоту незначне (3-5 %). Зменшення засвоєння азоту через низькі температури навесні спричиняє пожовтіння рослин і гальмування їх росту. Інтенсивніше азот надходить у рослину, починаючи з фази 6-8 листків. Так, якщо до фази 8 листків засвоюється лише 2-3 % азоту, то від фази 8 листків до фази засихання квіткових стовпчиків (волосся) на качанах засвоюється приблизно 85 % загальної кількості азоту. Орієнтовно це припадає на період з другої декади червня до другої декади серпня. Ще 10-13

% азоту в рослину надходить у фазах досягання.



Кукурудза формує велику кількість біомаси, тому має підвищену потребу серед зернових культур у забезпеченні елементами живлення, особливо азотом.

За нестачі азоту формуються низькорослі рослини з дрібними світло-зеленими листками.

Критичний період засвоєння азоту - фаза цвітіння. У цей час висока температура сприяє проходженню процесів мінералізації і вивільнення азоту з ґрунту, який кукурудза використовує найкраще серед зернових культур. Тому норму внесення мінерального азоту орієнтовно встановлюють з розрахунку  $N_{15}$  на 1 т зерна на родючих ґрунтах і  $N_{20}$  на 1 т зерна на бідніших ґрунтах. За врожайності 8 т зерна необхідно внести  $N_{120}$  (8 т x 15 кг) -  $N_{160}$  (8 т x 20 кг). За врожайності 10 т зерна кукурудза використовує орієнтовно  $N_{150-200}$ .

Норму внесення азоту встановлюють балансовим методом на основі виносу з ґрунту та за даними експериментальних досліджень науково-дослідних установ.

Кукурудза добре реагує на внесення карбаміду або суміші карбаміду й аміачної селітри у співвідношенні 1:1. Вносять добрива за 10 днів до сівби під культивуацію. Спочатку засвоюється нітратний азот як найбільш рухомий і доступний. Амонійна форма азоту не вимивається з ґрунту, акумулюється в орному шарі і засвоюється рослинами пізніше. Частина трансформується у нітратну форму. Амідна форма азоту використовується рослинами в останню чергу, після переходу її в амонійну та нітратну форми.

За умови використання карбаміду під культивуацію немає потреби у проведенні підживлень. Карбамід - високоефективне азотне добриво для кукурудзи.

Для удобрення кукурудзи використовують також карбамідно-аміачну суміш (КАС) (табл.1).

**Таблиця 1.** Норми і строки внесення КАС-28 на кукурудзі  
(за Z. Poplawski, Pulawy)

Термін внесення	I* Перед сходами	II** До фази 4-го листка	III** До змикання міжрядь
Фаза розвитку	ЕС 03–09	ЕС 19–22	ЕС 22–32
Азот, кг/га	32–58	32–58	32–58
КАС, л/га	89–162	89–162	89–162
КАС, кг/га	114–207	114–207	114–207

\* перед сівбою або обприскування засіяного поля до сходів

\*\* розлив КАС за допомогою розливних труб

### Фосфор

Фосфор засвоюється кукурудзою у меншій кількості, ніж азот чи калій. Цей елемент живлення особливо важливий для рослини у двох фазах. У початковій фазі росту фосфор забезпечує оптимальний розвиток кореневої системи кукурудзи та інтенсивний початковий ріст рослини. Він входить до складу нуклеїнових кислот, впливає на енергообмін, відіграє важливу роль у нагромадженні вуглеводів, регулює процеси дихання, фотосинтезу тощо.

Друга фаза, коли найбільш потрібний фосфор, настає під час формування генеративних органів.

За нестачі цього елемента листки набувають фіолетово-вишневого кольору, затримуються фази цвітіння і досягання. Важливо враховувати, що нестачу фосфору в ранні фази росту неможливо компенсувати внесенням його у пізніші строки.

Засвоєння фосфору покращується при вапнуванні ґрунтів. Проте кукурудза на початкових фазах росту, за низьких температур (менше 10-12 °С) або браку вологи слабо засвоює фосфор. Тому вищу ефективність забезпечують добрива, що містять легкодоступні форми фосфору (амофос у нормі 1,0-1,5 ц/га).

Серед зернових кукурудза засвоює калій найбільше з усіх елементів живлення. Якщо в ґрунті не вистачає калію, то молоді рослини сповільнюють

ріст, зменшується фотосинтез, листки спочатку стають жовто-зеленими по краях, а потім жовтими. Верхівки і краї листків засихають, ніби від опіків. Калій інтенсивно засвоюється від фази 5-6 листків до цвітіння. Він оптимізує водний режим рослин та покращує засвоєння азоту, підвищує стійкість до вилягання, до стеблової гнилі та інших хвороб, важливий для формування качанів, оскільки впливає на переміщення вуглеводів з листків до качанів.

Кількість засвоєного рослиною калію має прямий кореляційний зв'язок з урожайністю зерна. За даними W. Grzebisz (KukurudzaInformacie, 2008), за високої урожайності кукурудзи зростають обсяги засвоєння калію порівняно з іншими елементами. Урожайність вище 80 ц/га може формуватися за умови доброго забезпечення калієм (табл. 2). Співвідношення елементів живлення змінюється з N: P: K = 1:0,4:0,7 (для 50 ц/га) до N: P: K = 1:0,34:1,2 (для 80 ц/га).

**Таблиця 2.** Засвоєння елементів живлення за різних рівнів урожайності з розрахунку на 1 т зерна і відповідну кількість побічної продукції (за W. Grzebisz, 2008)

Урожай- ність зерна, ц/га	Обсяги засвоєння елементів живлення 1 т зерна та їх співвідношення						
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	MgO	B	Zn
	кг/т					г/т	
Серед- ня, 50 ц/га	26	10	18	2,6	5,0	20	50
	1,0	0,40	0,70	0,10	0,20	-	-
Висока, 80 ц/га	20	9	24	2,2	7,0	20	40
	1,0	0,34	1,2	0,10	0,25	-	-

Добра забезпеченість калієм сприяє ефективному використанню вологи, підвищує стійкість до посухи. Калій оптимізує водний режим рослини у фазі цвітіння. У засушливих умовах достатня кількість калію забезпечує добре озернення качанів. Із калійних добрив під кукурудзу вносять хлористий калій, калійну сіль, калімагnezію та ін.

### **Кальцій, магній**

Кукурудза дуже чутлива до нестачі кальцію і магнію. Особлива функція кальцію - нейтралізація органічних кислот, що утворюються у тканинах, насамперед щавлевої. Дефіцит кальцію проявляється за високих норм внесення NPK, на кислих ґрунтах.

Для більшості типів ґрунтів оптимальне значення рН знаходиться у межах 6,0-7,0. Кальцій покращує засвоєння внесених мінеральних добрив, нейтралізує важкі метали в ґрунті, пришвидшує розклад рослинних решток, поліпшує структуру ґрунту та мікробіологічну активність.

У системі удобрення культур застосовуються в основному фізіологічно- та хімічно-кислі мінеральні добрива, які сприяють витісненню кальцію з ґрунтового вбирного комплексу. Брак кальцію призводить до зростання втрат гумусу, і як результат - до погіршення фізичних, фізико-хімічних, біологічних властивостей ґрунту (збільшується його питома щільність, погіршується структура, буферність ґрунту, зменшується його забезпеченість елементами мінерального живлення та ступінь насичення ґрунту основами).

Повна норма вапнякових матеріалів (2-6 т/га) вноситься один раз на 7-8 років під оранку.

Нижчу врожайність формує кукурудза на ґрунтах, бідних на магній. Магній входить до складу хлорофілу, бере участь у синтезі амінокислот. Нестача магнію проявляється за несприятливих ґрунтових і погодних умов, у разі зруйнованої структури ґрунту і негативно впливає на процеси цвітіння та запилення, що обмежує зав'язування качанів, зменшує їх озерненість. Критична фаза - зав'язування і формування зерна.

### **Сірка**

За нестачі сірки гальмується ріст рослин. Знижується ефективність внесення азотних добрив. Качани можуть гірше виповнюватися зерном (череззерниця), листки набувають світло-зеленого або жовтого кольору внаслідок розпаду хлорофілу. Недобір 1 кг діючої речовини цього елемента

унеможлиблює використання майже 10 кг азоту. Компенсувати незначний брак магнію і сірки можна за допомогою листового внесення сірчаноокислого магнію одночасно з карбамідом (табл. 3). За значного дефіциту цих елементів живлення обов'язковим є основне внесення їх з добривами, що містять магній і сірку.

**Таблиця 3.** Листкове підживлення кукурудзи

Терміни обприскування	Концентрація карбаміду,%	Концентрація сірчаноокислого магнію,%	Мікродобрива для листового внесення
Фаза 7–8 листків	6	5	так
Через 7–8 днів після першого обприскування	6	5	так
Через 7–8 днів після другого обприскування	6	5	так

Норма внесення сірки під кукурудзу - орієнтовно  $S_{30-40}$ .

#### **Особливості внесення**

Норма мінеральних добрив розраховується на запланований урожай і змінюється залежно від типу ґрунту, попередника, наявності органічних добрив. Для Лісостепу вона становить орієнтовно  $N_{80-140}P_{80-100}K_{70-120}$ .

Всю норму фосфорних і калійних добрив необхідно внести восени під оранку, азотні вносять під весняну культивуацію. Складні добрива (нітроамофоска та інші) найбільш ефективні при внесенні навесні під культивуацію за 10-14 днів перед сівбою і ретельному вимішуванні гранул добрив із ґрунтом. Норма внесення 5-8 ц/га.

Кукурудза добре реагує на листове підживлення 6 % розчином карбаміду (6 кг карбаміду на 100 л води). Обприскують посіви зранку або ввечері, коли температура є нижчою. Найкраще підживити рослини від фази 7-8 листків впродовж трьох тижнів 1-3 рази через 7-8 днів. Одночасно вносять

мікроелементи та водорозчинний сірчаноокислий магній ( $MgSO_4$  5 % концентрації) (табл. 3).

### **Вплив добрив на якість зерна**

Оптимальне забезпечення рослин фосфором і калієм збільшує стійкість кукурудзи до термічного стресу і нестачі води, поліпшує амінокислотний склад білка. Фосфор і магній сприяють кращому виповненню зерна, забезпечують рівномірне і швидше досягання урожаю. Найбільший вплив на якість зерна має азот, який, крім збільшення урожайності, сприяє підвищенню вмісту білка і жиру в зерні.

### **Мікроелементи**

Роль мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B) у мінеральному живленні рослин як складової ферментативних систем - біокаталізаторів важко переоцінити.

За даними Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. А. Н. Соколовського УААН, із 32 млн га орних земель в Україні 18 млн га (56 %) мають низький вміст рухомого цинку (близько 0,20 мг/кг), 2,5 млн га (8 %) рухомої міді (1,5-1,9 мг/кг), 8 млн га (25 %) рухомого бору (0,3-0,5 мг/кг).

**Таблиця 4.** Оптимальна кислотність ґрунту для найкращого засвоювання мікроелементів рослинами

<b>Елемент</b>	<b>Бор</b>	<b>Мідь</b>	<b>Залізо</b>	<b>Марганець</b>	<b>Молібден</b>
pH	5,0–7,0	5,0–7,0	4,0–6,5	5,0–6,5	7,0–8,5

Мікроелементи не можуть бути замінені іншими поживними речовинами. Рослини засвоюють з ґрунту незначну частину мікроелементів, які знаходяться у рухомій легкодоступній формі, а нерухомі валові запаси мікроелементів можуть бути доступні для рослин після проходження складних мікробіологічних процесів у ґрунті за участю гумінових кислот і корневих

виділень. Тому валовий вміст мікроелементів не відображає реальної картини забезпечення рослин мікроелементами.

Мікроелементи у формі неорганічних солей доступні для рослин у дуже незначних кількостях і переважно на кислих ґрунтах, лише молібден засвоюється рослинами на слабколужних ґрунтах.

Рослини кукурудзи потребують для свого живлення мікроелементи. У процесі вегетації вони поглинають до 800 г/га марганцю, 350-400 г/га цинку, 70 г/га бору, 50-60 г/га міді. Дуже чутливі до нестачі цинку, середньо чутливі до браку бору і міді, а на лужних ґрунтах - до марганцю.

**Цинк** - основний мікроелемент для кукурудзи. Він бере активну участь в ензиматичних та процесах обміну, а також синтезі протеїнів, хлорофілу і вітамінів В, Р, С, впливає на процеси росту і розвитку, підвищує стійкість до несприятливих умов, зокрема приморозків. Підвищений вміст сполук фосфору у ґрунті призводить до нестачі цинку. За значного дефіциту цинку на рослинах можуть не зав'язуватися качани. Зменшується ріст рослин через скорочення довжини міжвузлів. Ознакою нестачі цинку є жовті смуги на молодих листках з обох боків між жилками, а також жовтий або білий колір всієї поверхні молодого листя.

**Бор** позитивно впливає на цвітіння і зав'язування качанів, процеси дихання. Нестача бору гальмує ріст рослин. Через нестачу бору, особливо на легких ґрунтах, спостерігається кущення рослин кукурудзи, скорочення міжвузлів, качани деформовані і частково не містять насіння, на листі з'являються сірі, довгасті некротичні плями, молоде листя скручується, поверхня листа набагато менша. Завдяки бору покращується склад поживних речовин у рослинах та їх стан, підвищується якість та кількість пилку, утворюється більше насіння в качані, підвищується урожайність.

**Мідь** впливає на збільшення вмісту білка і цукру в зерні, підвищує урожайність, стійкість до ураження хворобами. Нестача міді може з'явитися при внесенні великих норм азоту і фосфору під час сухої і теплої погоди.



Ефективним способом забезпечення рослин мікроелементами є листкове підживлення, головним чином у фазах інтенсивного росту і розвитку, коли елементи живлення необхідні у великих кількостях, а коренева система не завжди здатна засвоїти їх у повному обсязі до потреби. У стресових ситуаціях (посуха, низькі температури тощо) позакореневе підживлення є практично єдиним способом забезпечення деякими елементами живлення, особливо мікроелементами. Навіть невелика їх кількість є дуже корисною, оскільки макро- і мікроелементи містяться у легкодоступній формі і швидко проникають у рослину.

Мікродобриво **«Нутривант Плюс зерновий»** на кукурудзі рекомендується застосовувати у критичні фази росту та розвитку (у фазі 3-5 листків та 6-8 листків) по 2 кг/га.

Мікродобриво **«Квантум-кукурудза»** використовується для перед-посівної обробки з нормою 3,5 л/т та для листкового внесення: 1 л/га «Квантум-кукурудза» у фазі 2-4 справжніх листків + 3 л/га у фазі 6-8 листків.

**Інтермаг-кукурудза** (2 л/га) вносять у фазі 3-6 листків та з такою ж нормою плюс Хелат цинку профіт маг (0,5 кг/га) вдруге у фазі 6-10 листків.

## 1.2. Внесення мінеральних добрив та позакореневе підживлення кукурудзи за рекомендаціями фірми ЕРІДОН

Кукурудза вважається справжньою «царицею» полів. У структурі посівних площ вона займає третє місце та перше місце – по експорту зерна. У структурі окремих господарств доля кукурудзи у сівозміні може досягати 30 і більше відсотків.

Ключові фактори отримання високих врожаїв кукурудзи:

- Посів у зволожений та прогрітий ґрунт;
- Проведення агрохімічного аналізу ґрунту;
- Застосування стартових добрив;
- Позакореневе підживлення у найбільш критичні фази розвитку;
- Збирання врожаю у оптимальні агротерміни.

Посів у зволожений та прогрітий ґрунт

- Оптимальна температура ґрунту для посіву кукурудзи 8-10 °С;
- Глибина посіву – від 4 до 8 см залежно від гранулометричного складу ґрунту;
- Для швидкого росту та розвитку рослин бажаним є відсутність весняних приморозків та заморозків після отримання сходів культури.

Проведення агрохімічного аналізу ґрунту

Агрохімічний аналіз ґрунту дає можливість виявити основні обмежуючі елементи в ґрунті, на які слід зробити акцент при запровадженні системи застосування добрив.

Застосування добрив при вирощуванні кукурудзи та їх пріоритетність

- Азотні добрива
- Зазвичай основний вид добрив, які застосовують під кукурудзу – азотні. Важливим є застосування добрив з пролонгованим ефектом,

таких як карбамід, карбамід-аміачна суміш. При використанні рідких азотних добрив (КАС, аміачна вода) доцільним є використання інгібіторів амоніфікації та нітрифікації. Одним з найдешевших та простих варіантів пролонгації азоту є додавання **Thio-sul<sup>®</sup>** (розчину тіосульфату амонію).

**Thio-Sul<sup>®</sup>** (розчин тіосульфату амонію) - інноваційне рідке азотно-сірчане добриво від бельгійської компанії **Tessenderlo Kerley**. Це добриво з властивостями інгібітора, яке збільшує **ефективність рідкого добрива КАС (карбамід-аміачна суміш)** та покращити майбутні врожаї за рахунок пролонгації азотного та сірчаного живлення кукурудзи.

- Фосфорні добрива

На другому місці по важливості у результатах агрохімічного аналізу ґрунту йде фосфор. Зазвичай при середньому та високому вмісті рухомого фосфору в ґрунті достатнім є припосівне внесення добрива **Росаферт NPK**.

- Сірчані добрива

На третьому місці по важливості стоїть сірка. Частково потребу у сірці можна задовільнити внесенням **Thio-sul<sup>®</sup>**. Якщо фактичний вміст рухомої сірки складає <5 мг/кг ґрунту – доцільним є внесення перед посівом сульфату амонію або сульфату магнію.

- Калійні добрива

На четвертому місці по значенню для кукурудзи в агрохімічному аналізі ґрунту знаходиться вміст рухомого калію. Зазвичай в основних регіонах висівання кукурудзи, на ґрунтах чорноземного ряду, вміст доступного калію коливається в межах від 80 до 120 мг/кг ґрунту, що є цілком достатнім для забезпечення потенціалу врожаю на рівні 10-12 т/га (по калію). При менших показниках вмісту калію у ґрунті та бажанні отримати високий врожай доцільним є внесення з осені 100-150 кг/га калію хлористого під обробіток ґрунту.

- Інші показники агрохімічного аналізу ґрунту

Такі показники як вміст мезо- (магній, кальцій) та мікроелементів (цинк, бор, мідь, залізо, марганець, молібден, кобальт) є важливими і потрібно моніторити їх вміст у ґрунті. Втім повноцінний контроль за «нагодованістю» рослин поживними елементами дасть аналіз зразків рослин, які відбираються впродовж вегетації.

Припосівне застосування стартових добрив на кукурудзі

З метою забезпечити дружній швидкий стартовий ріст рослин кукурудзи оптимальним буде застосування припосівного гранульованих добрив **Росаферт NPK**, які за рахунок трьох форм фосфору забезпечують пролонговане стартове та післястартове мінеральне живлення. Це сприяє формуванню глибокої розгалуженої кореневої системи, яка здатна поглинати більше вологи та елементів живлення:

- Для ґрунтів легкого гранулометричного складу доцільним є внесення **Росаферт NPK 8-24-24 (120-140 кг/га)**
- Для ґрунтів важкого гранулометричного складу в умовах достатнього зволоження – **Росаферт NPK 12-24-12 (120-140 кг/га)**
- Для ґрунтів важкого гранулометричного складу в умовах Недостатнього зволоження – **Росаферт NPK 15-15-15 (150-175 кг/га)**
- Для екстремальних умов нестачі вологи допустимим є застосування добрива **Росаферт NPK 16-14-07 (100 кг/га)**.

Позакореневе підживлення кукурудзи

Визначальним для забезпечення рослин поживними елементами є їх вміст у ґрунті та динаміка споживання через коріння рослинами кукурудзи. Впродовж вегетаційного періоду налічується **3 основні критичні періоди** споживання елементів живлення рослинами:

- **період появи 5-7 листка** (V3 за американською класифікацією);
- **фаза викидання волоті** (VT);
- **період наливу врожаю** (R2-R3).

Ідеальна система застосування добрив має ставити за мету задоволення потреби кукурудзи у елементах живлення у вище наведені періоди росту та розвитку.

- У фазу **5-7 листка** кукурудзи ефективним є внесення рідкого позакореневого добрива **Розалік (Zn, P, N, S)** у нормі **2-3 л/га**. За низького вмісту у ґрунті доступного бору (<0,5 мг/кг ґрунту) доцільним є внесення **Розалік (B)** у нормі **0,5 л/га**.
- У фазу **8-10 листка** дієвим є внесення **Розалік (Zn)** у нормі **0,2-0,4 л/га**.
- Застосування позакорневих продуктів у фази **VT** та **R2-R3** з точки зору прийнятих методик не є можливим.

## РОЗДІЛ 2. МЕТА, ЗАВДАННЯ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

### 2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов у Лісостепу

Дослідне поле розміщене в зоні Лісостепу, яка займає широку смугу між Полісся на півночі та Степом на півдні. До складу зони входять: Тернопільська, Хмельницька, Черкаська й Полтавська області, південна частина Львівської, Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська, Чернігівська та Сумська областей та північна частина Одеської та Кіровоградської областей, східна частина Івано-Франківської, північно-східна Харківської областей, майже вся Чернівецька область, за винятком західної частини, що входить у зону передгірських та гірських районів Карпат.

Південна межа Лісостепу проходить приблизно на лінії Балта – Кременчук – Чугуїв.

Рельєф зони переважно рівнинний з окремими висотами. Так, на заході він пересічений відрогами Карпат, далі на схід розташована Волино-Подільська височина, що сягає 400 – 450 м над рівнем моря, а з наближенням до Дніпра поступово знижується та переходить у дніпровські тераси заввишки 100 – 130 м над рівнем моря. На схід за Дніпром розташоване Лівобережне плато, яке піднімається над рівнем моря на 150 – 200 м.

Клімат Лісостепу помірно-континентальний з нестійким зволоженням. Порівняно з Поліссям зима тут коротка, а літо довше, в окремі роки мінімальна температура у січня знижується до мінус 40 °С. У липні середньомісячні температури становлять 18 – 22 °С, а максимальні можуть сягати 36 – 39 °С. Число днів з температурою вище 15 °С становить 110 – 120 днів, тобто на десять днів більше ніж у Полісся.

Кількість опадів коливається від 700 мм на заході до 450 мм на сході зони. Переважна їх кількість (до 70 %) випадає в теплий період року.

Сніговий покрив у зоні нестійкий, раніше настає у північно-східній частині, а потім в центральній та західній. Встановлюється він переважно у другій половині листопада і сходить у третій декаді березня. Висота снігового покриву в західній та південній частинах зони становить 19 – 20 см, у центральній та східній – 20 – 28 см, у північно-східній – 30 – 35 см.

У зоні Лісостепу бувають часті відлиги з наступним похолоданням, у зв'язку з чим в окремі роки умови для перезимівлі озимих культур та багаторічних трав бувають несприятливими. Останніми роками часто у зоні Лісостепу спостерігаються малосніжні або безсніжні зими. Річна сума опадів за середніми багаторічними даними, складає 510 мм з коливаннями від 450 до 640 мм, випаровуваність складає 500 – 700 мм, середньорічна температура повітря коливається у межах + 6,8 – 7,4 °С. Ґрунтовий покрив в зоні характеризується відомою одноманітністю й представлений, в основному, двома типами – чорноземами та сірими опідзоленими ґрунтами, що утворилися на карбонатних лесовидних материнських породах (Дубінов П.Г., Жадан І.І., Чайковський А.Ф., 1967).

За ґрунтово-кліматичними умовами Лісостеп сприятливий для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема зернових культур, особливо пшениці озимої, зернобобових: гороху, сої та технічних: буряків цукрових, картоплі; овочевих та інших продовольчих культур.

## **2.2. Характеристика ґрунтів**

Загальний запас поживних речовин в ґрунті і вміст їх у доступних для культурних рослин формах, інтенсивність процесів переходу елементів живлення з не засвоюваних форм у засвоювані та навпаки значною мірою визначають умови живлення рослин і потребу їх у добривах.

Тому інформація про стан агрохімічних показників родючості ґрунту дозволяє цілеспрямовано керувати процесом формування урожаю. [18].

Дослідження проводили методом лабораторного і багатофакторного польового стаціонарного дослідю.

Дослідне поле знаходиться в центральному Лісостепу України.

Клімат зони помірно континентальний з нестійким зволоженням. Річна сума опадів, за середніми багаторічними даними, становить 510 мм з коливаннями від 450 до 640 мм. Випаровуваність становить 500-700 мм.

Середньо-багаторічна температура повітря коливається в межах від плюс 6,8 до 7,4 °С.

Грунтовий покрив в зоні характеризується відомою одноманітністю і представлений, в основному, двома типами: сірими опідзоленими ґрунтами і чорноземами, що утворилися на карбонатних лесовидних материнських породах.

На дослідному полі Білоцерківського НАУ розповсюджені, в основному, чорноземи типові. Характерною їх особливістю є глибоке проникнення гумусових речовин (100-125 см і більше). Вміст гумусу за профілем поступово зменшується і навіть на глибині 100-120 см його кількість становить 20-21 відсоток від загальних запасів у орному шарі (0-30 см). У верхніх шарах типових чорноземів Лісостепу України міститься 4-6 відсотків гумусу.

Чорноземи типові крупнопилуваті легкосуглинкового механічного складу. Вони містять 11-19 відсотків мулових часток, 55-65 відсотків крупного пилу і біля 15 відсотків піску або піщанопилуватих частинок. Ємність вбирних основ 15-25 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами в шарі 0-20 см біля 83 відсотків, рН сольової витяжки - 5,5-6,3, гідролітична кислотність сягає 3 мг-екв. на 100 г ґрунту.

#### ***Фізико-агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок***

Рельєф дослідної ділянки рівний, спокійний з незначним північно-східним схилом.

Ґрунотворна порода – лес та лесовидний суглинок. Ґрунт – типовий чорнозем мало гумусний легкосуглинкового механічного складу. Карбонати кальцію та маґнію залягають на глибині 56-62 см. В орному шарі (0-30 см) міститься біля 17 відсотків мулуватих частинок і від 46 до 54 відсотків – крупного пилу.

Агрофізичні та агрохімічні властивості орного (0-30 см) шару характеризуються такими показниками: гумусу – 3,6 %, загального азоту – 0,307 %; рН (сольової витяжки) – 6,2; гідролітична кислотність – 2,9 мг-екв.; сума вбірних основ – 18,5 мг-екв.;  $P_2O_5$  – 4,08 мг,  $K_2O$  – 7,65 мг на 100 г ґрунту.

Питома маса твердої фази ґрунту – 2,61, максимальна гігроскопічність ґрунту – 5,5 %; польова вологоємність за об'ємної маси  $1,2 \text{ г/см}^3$  – біля 26 %, а при  $1,3 \text{ г/см}^2$  – 18 %. За ґрунтовим покривом дослідницька ділянка типова для Сквирського агроґрунтового району центральної частини Лісостепу.

### **2.3. Погодні умови в період проведення дослідів**

В Лісостепу України на ріст рослин і формування їх урожаю найбільший вплив мають тепло, кількість і характер випадання за часом атмосферних опадів.

Клімат зони помірно-континентальний, відрізняється достатньою кількістю тепла і помірним зволоженням. Сума активних температур складає  $2500\text{-}2616^\circ\text{C}$ . Тривалість періоду з середньодобовою температурою вище  $15^\circ\text{C}$  – 110 днів, безморозний період в середньому триває 170 днів. Середньорічна температура повітря за даними Білоцерківської метеорологічної станції складає біля  $8,5^\circ\text{C}$  (рис. 1, табл. 1).

Опадами й температурним режимом повітря визначається тривалість міжфазних періодів, настання та інтенсивність проходження окремих фаз розвитку озимої пшениці. Між тривалістю міжфазних періодів та опадами існує прямий кореляційний зв'язок, а температурою – зворотній.

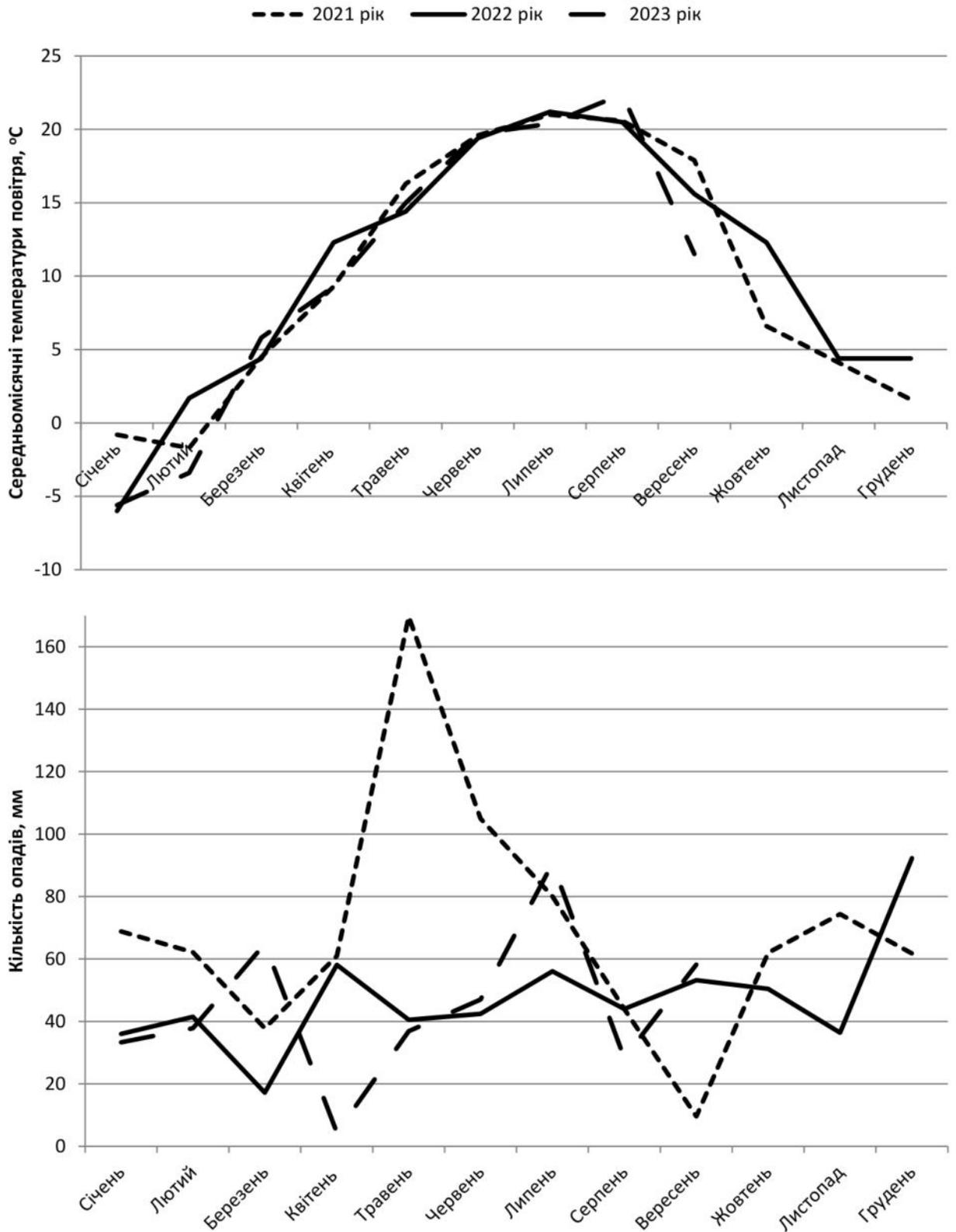


Рис. 1. – Дані метеорологічних спостережень Білоцерківської метеорологічної станції за 2023-2025 рр.

Опадами й температурним режимом повітря визначається тривалість міжфазних періодів, настання та інтенсивність проходження окремих фаз розвитку озимої пшениці. Між тривалістю міжфазних періодів та опадами існує прямий кореляційний зв'язок, а температурою – зворотній .

Таблиця 5. – Дані метеорологічних спостережень Білоцерківської метеорологічної станції за 2023-2025 рр.

Місяць року	Середньобагаторічні дані середньодобової $t_1$ °С	Роки		
		2023	2024	2025
Січень	-3,7	-6	-5,6	-2,4
Лютий	-3,5	1,7	-3,4	-4,5
Березень	2,4	4,4	5,8	-1,8
Квітень	9,8	13,2	28,9	39,8
Травень	16,1	102	99,3	35,1
Червень	19,7	60,7	35,3	18,6
Липень	21,0	79,2	46,3	25,2
Серпень	20,0	44,9	56,0	75,1
Вересень	14,9	26,7	16,8	86,1
Жовтень	8,4	6,8	8	
Листопад	4,2	1,4	3,2	
Грудень	-1,1	-1,8	1,6	
Місяць року	Середньобагаторічні дані кількості опадів, мм	Роки		
		2023	2024	2025
Січень	31,1	68,8	36	33,3
Лютий	29,4	62,2	41,5	37,8
Березень	34,5	37,8	17,2	64,9
Квітень	36,7	13,2	28,9	39,8
Травень	50,3	102	99,3	35,1
Червень	62,8	60,7	35,3	18,6
Липень	69,9	79,2	46,3	25,2

Серпень	52,1	44,9	56,0	75,1
Вересень	53,2	26,7	16,8	86,1
Жовтень	24,0	62	50,4	
Листопад	34,6	74,4	36,4	
Грудень	37,2	61,8	92,3	

Відповідно до агрокліматичного районування території Київської області, землі дослідного поля Білоцерківського державного аграрного університету знаходяться в теплому, недостатньо зволоженому районі. За середньобагаторічними даними Білоцерківської метеостанції кількість опадів становить 572 мм за рік, за теплий період року – 346 мм, за період активної вегетації сільськогосподарських культур (період року з середньодобовою температурою повітря вище плюс 10 градусів) – 311 мм.

Мінімальний показник середньобагаторічної середньодобової температури повітря становить  $-5,9^{\circ}\text{C}$  в січні місяці, а максимальний в липні  $+19,0^{\circ}\text{C}$ .

Переважна кількість опадів в зоні проведення дослідів випадає в теплий період року під час короткочасних переважно грозових дощів, коли середня інтенсивність їх висока, а максимальна може досягти до 3 мм за хвилину. Зливовий період припадає на травень і червень місяці. Відносна вологість повітря змінювалась синхронно до кількості опадів за період.

Доведено, що кількість опадів у період вегетації кукурудзи неоднозначно впливає на урожайність і якість зерна.

Погодні умови в роки досліджень були неоднорідними за середньодобовою температурою та кількістю опадів. Протягом квітня та травня спостерігається зростання температури повітря з найменшими коливаннями у 2023 році та найбільшими у 2024 році де зафіксовано майже подвійний приріст температури (табл. 6).

Таблиця 6. Погодні умови у період вегетації кукурудзи 2023-2025 рр.

Місяць	Середньодобова температура, °С			Кількість опадів, мм		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Квітень	9,3	7,4	8,1	13,2	28,9	39,8
Травень	12,5	14,0	14,5	102	99,3	35,1
Червень	21,3	19,9	20,8	60,7	35,3	18,6
Липень	22,6	23,1	20,2	79,2	46,3	25,2
Серпень	19,8	20,0	21,1	44,9	56,0	75,1
Вересень	17,3	12,7	12,3	26,7	16,8	86,1

Найвищі температури повітря відмічено у 2023 та 2024 роках, найбільш жарким виявився місяць липень з середньодобовими температурами 22,6-23,1°C. У 2025 році літні місяці не були такими жаркими з максимумом у серпні – 21,1°C. У вересні спостерігаємо зниження температурних показників з мінімумом у 2025 р. – 12,3°C.

Наукові дослідження засвідчують, що оптимальна температура для росту та розвитку кукурудзи знаходиться в діапазоні від 20°C до 30°C. При таких умовах спостерігається найкращий розвиток кореневої системи, листків та наливу зерна. Висока температура може призвести до стресу рослин, що знижує їхню фотосинтетичну активність та здатність утримувати вологу. Низькі температури негативно впливають на ріст і розвиток рослин, уповільнюються фізіологічні процеси знижується продуктивність.

Johnson J.M. з співавторами (2018) відмічає, що високі температури в ранні фази вегетації кукурудзи сприяють формуванню більшої кількості качанів та зерен на рослину. Водночас, висока температура під час наливу зерна може призвести до його недорозвиненості та зниження ваги [12].

Harrison M.T. та ін. (2020) визначили, що оптимальна температура для наливу зерна кукурудзи становить 25°C. За такої температури спостерігається найбільший приріст маси зерна та його виповненість. Вищі та нижчі

температури призводять до зниження розмірів насіння та загальної врожайності [13].

Важливим фактором впливу температурних умов на продуктивність кукурудзи є тривалість періоду вегетації. Дослідження, проведені Brown P.J. (2019), показали, що короткий період вегетації при низьких температурах призводить до зниження урожайності зерна, оскільки рослини не мають достатньо часу для повноцінного розвитку та формування насіння [14].

Для отримання високої урожайності кукурудзи необхідний певний рівень вологості, її нестача чи надлишок може негативно впливати на її величину.

Нестача або надлишок вологості ґрунту негативно впливає на продуктивність кукурудзи. Smith S. (2019) стверджує, що перенасичення ґрунту вологою спричиняє погіршення доступу кисню до кореневої системи, що призводить до удушення рослин і зниження росту. Надлишкова вологість сприяє розвитку грибкових захворювань, фузаріозу та плісняви, що також негативно впливає на продуктивність [15].

Атмосферна вологість теж впливає на продуктивність кукурудзи. За даними Martinez-Bartolome M.A. (2020) висока атмосферна вологість може призвести до зниження ефективності фотосинтезу кукурудзи. Вологий клімат створює умови для забруднення листя, ускладнюється процес фотосинтезу та знижується продуктивність посівів [16].

Роки досліджень суттєво відрізнялися за кількістю опадів (табл. 2). Кращим за опадами у період вегетації кукурудзи з квітня по серпень виявився 2023 рік – 300 мм, у 2024 році маємо незначне зниження до 265,3 мм. Найменш оптимальним за вологістю виявився 2025 рік, де з квітня по серпень випало 193,8 мм опадів, навіть більша кількість вологи у серпні – 75,1 мм не допомогла розвитку рослин і це негативно вплинуло на величину урожайності (табл. 10).

## 2.4. Схема та строки проведення дослідів

**Мета дослідження.** Вивчити вплив прийомів основного обробітку ґрунту та варіантів удобрення на врожайність гібридів кукурудзи за вирощування на зерно та силос у зерно-просапній сівозміні з метою отримання високої урожайності зерна та зеленої маси для силосування в умовах центрального Лісостепу України.

**Методи дослідження:** польовий, лабораторний, порівняльний, аналіз, узагальнювальний, математично-статистичний.

**Матеріал і методи дослідження.** Досліди проводилися у 2023-2025 роках. Робота виконувалася в сівозміні кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин на дослідному полі НВЦ Білоцерківського національного аграрного університету. Вивчався глибокий дисковий обробіток агрегатом АГ-2,4 та культурна оранка ПЛН-3-35, які проводили у другій декаді жовтня, а також норми органічних і мінеральних добрив на продуктивність гібридів кукурудзи за вирощування на зерно та зелену масу (при збиранні на силос у молочно-восковій – восковій стиглості). На зерно вирощувався середньостиглий гібрид Моніка 350 МВ (ФАО 350), а на силос – середньостиглий гібрид S3825 (ФАО 380).

Дослідження проводилися у стаціонарному польовому досліді кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин у в'ятипільній сівозміні № 1 з наступним чергуванням культур:

- 1) соя на зерно;
- 2) озима пшениця м'яка
- 3) кукурудза на зерно та силос;
- 4) гірчиця біла на зерно;
- 5) озима пшениця м'яка;

Ґрунт сівозміні чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу.

У відповідності з проведеними аналізами вони характеризуються такими показниками в орному (0-30 см) шарі: вміст гумусу – 3,23%;

легкогідролізованого азоту – 7,6 мг; доступного фосфору – 13,9 мг; рухомого калію – 15,1 мг/100 г ґрунту; сума поглинутих основ 25,3 мг. екв.; гідролітична кислотність 2,15мг.екв./100 г ґрунту.

Наведені дані показують, що ґрунти сівозміни кафедри є достатньо родючими. За вмістом гумусу належать до малогумусних. Реакція ґрунтового розчину слабокисла.

Площа посівної ділянки – 500 м<sup>2</sup>, облікової 210 м<sup>2</sup>. Загальна площа сівозміни – 5 га. Органічні, фосфорні та калійні добрива вносили восени безпосередньо перед обробітком дисковим агрегатом чи культурною оранкою, азотні – під передпосівну культивуацію. Схема дослідів приведена у табл. 7.

Таблиця 7. Схема дослідів

№	Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення
Середньостиглий гібрид Моніка 350 МВ (ФАО 350)		
1	Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)
		Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>
		Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>
		Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>
2	Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)
		Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>
		Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>
		Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>
Середньостиглий гібрид S3825 (ФАО 380)		
1	Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)
		N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>
		N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>
		N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>
2	Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)
		N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>
		N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>
		N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>

Результати досліджень обробляли статистичним методом дисперсійного аналізу за В.А. Доспеховим [11].

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Комплексна оцінка дії прийомів механічного обробітку ґрунту та удобрення кукурудзи на елементи продуктивності, урожайність зерна і зеленої маси на силос

Кукурудза (*Zea mays* L.) має широке застосування в сільському господарстві. Вона використовується як корм для тварин, вирощується для отримання силосу, використовується в біопаливній промисловості, а також є традиційним продуктом харчування в багатьох країнах. З урахуванням великої популярності кукурудзи і значної площі її вирощування, досягнення високої продуктивності цієї культури є важливим завданням для сільськогосподарських виробників. Ефективний вибір прийомів обробітку ґрунту і раціональна система удобрення є ключовими факторами, що впливають на продуктивність кукурудзи. [1, 2].

Під впливом раціональної системи обробітку ґрунту цілеспрямовано змінюється співвідношення об'ємів газоподібної, рідкої та твердої фаз в орному шарі ґрунту – найбільш кореневмісному шарі культурних рослин. Внаслідок цього, сприятливо для кореневої системи, змінюються фізико-хімічні властивості ґрунту, а разом з цим водно-повітряний, тепловий і поживний режими; мікробіологічні процеси у ґрунті вивільняють рослинам доступні поживні речовини; знищуються бур'яни; створюються належні умови для реалізації генетичного потенціалу вирощуваних сортів та гібридів культурних рослин. За результатами досліджень J.L. Kovar (1992) та A.R. Sharma (2010) глибокий обробіток ґрунту під кукурудзу покращує його гранулометричний склад, зменшує ущільненість, сприяє проникненню води в глибші горизонти ґрунту, що призводить до кращого поглинання ґрунтової вологи, підвищенню стресостійкості рослин у посушливі періоди вегетації і потужному розвитку кореневої системи [3, 4].

Резервом зростання врожайності та покращення його якості є раціональне застосування органічних та мінеральних добрив. Використання економічно вигідних доз добрив та оптимального співвідношення елементів живлення позитивно впливає на розвиток рослини і урожайність кукурудзи [5, 6].

Кукурудза на силос, або фуражна кукурудза є важливою кормовою культурою для худоби, особливо для великої рогатої худоби, включаючи корів, телят, овець та кіз. Основне значення кукурудзи на силос полягає в її високій харчовій цінності та здатності забезпечувати енергію та поживні речовини для тварин. Це високо врожайна культура. За даними А. Ловелл з одиниці площі можливо отримати втричі більше кукурудзи силосної, а ніж трави з сіножаті [7].

Вибір правильного гібриду чи сорту кукурудзи для силосування починається з визначення ступеня зрілості продукту (ФАО, авт.). При виборі гібриду чи сорту варто враховувати кілька важливих факторів, таких як збереження листяної частини рослини на час збору врожаю і якісні характеристики. Вибір також буде залежати від типу корму, який необхідно отримати. Наприклад, вміст крохмалю є важливим критерієм для продукту, який буде використовуватися для годівлі м'ясної худоби. Зокрема, вміст крохмалю має значення і для виробництва молока, проте для високопродуктивних молочних тварин більш важливим параметром є високоперетравна клітковина [8].

Урожай кукурудзи, зібраної на силос, виводить з ґрунту вдвічі більше азоту, втричі більше фосфору та в 10 разів більше калію, ніж урожай, зібраний на зерно. Це пояснюється додатковими поживними речовинами, які виносяться з ґрунту не тільки з зерном, як при збиранні кукурудзи на зерно, але й усієї надземної маси, а саме – листя та стебел з качанами [9]. Тому визначення оптимальної ефективної дози добрив при вирощуванні кукурудзи на силос має важливе значення. Так дефіцит азоту у ґрунті під час вегетації кукурудзи може знизити врожайність силосної маси на 20-50% [10].

### 3.2. Елементи продуктивності та величина урожайності кукурудзи на зерно залежно від схем удобрення та обробітку ґрунту

Огляд літературних джерел показав суперечливі висновки, що до впливу обробітку ґрунту на висоту рослин кукурудзи. Так за даними Smith D.R. (2016), використання традиційного плугу при обробітку ґрунту сприяє більшому розростанню кореневої системи, більшій глибині проникнення коренів, що забезпечує більшу висоту рослин. Мінімальний обробіток із збереженням стерні, призводить до меншої висоти рослин через обмежену доступність поживних речовин та більшу конкуренцію з бур'янами [17]. На противагу Сміту китайські вчені на чолі з Лі У. (2020), вивчивши вплив глибини обробітку ґрунту на висоту рослин кукурудзи виявили, що мілкий обробіток сприяє збільшенню висоти рослин, оскільки формується більш розріджена коренева система і це сприяє поглинанню поживних речовин та води з поверхневих шарів ґрунту [18]. На наш погляд питання обробітку ґрунту та його впливу на показники продуктивності потрібно вивчати у розрізі типу ґрунту, гранулометричного складу, щільності, вологості, забур'яненості тощо.

Аналізуючи висоту рослин кукурудзи на зерно (табл. 8) за період вегетації виявлено що найнижча вона на контролі, як за обробітку дисковим агрегатом так і після оранки (40,05; 70,24; 145,12 та 40,48, 70,10; 145,15), розбіжності від обробітку ґрунту практично не спостерігається. Проте на варіантах удобрення з культурною оранкою ми спостерігаємо незначне зростання висоти рослин порівняно з дисковим обробітком. Найбільший приріст за вимірювань висоти 15 серпня (+2,39; +7,94; +4,35 см).

Значно сильніша дія на висоту рослин спостерігається за внесення добрив. Найвищі рослини формувалися за внесення (Гній 40 т/га+N<sub>100</sub>P<sub>110</sub>K<sub>100</sub>) на обох варіантах обробітку ґрунту 186,44 та 194,38 см, Приріст порівняно з контролем склав +41,32 см та +49,23 см.

Таблиця 8. Висота рослин кукурудзи на зерно у період вегетації за різних прийомів осіннього обробітку ґрунту та доз добрив (середнє 2023-2025 рр.)

Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення	Висота рослин 15 червня, см	Висота рослин 15 липня, см	Висота рослин 15 серпня, см
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	40,05	70,24	145,12
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	53,69	111,40	179,22
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	63,72	119,17	186,44
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	67,22	116,40	184,61
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	40,48	70,10	145,15
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	58,50	112,59	181,61
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	64,38	120,53	194,38
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	64,51	116,80	188,96

Формування елементів продуктивності кукурудзи регулюються багатьма факторами, серед яких особливе значення має ґрунт та його механічний обробіток. Обробіток впливає на фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, на що суттєво реагують рослини.

Різні методи обробітку мають вплив на елементи продуктивності рослин. За даними Huang S. (2015), безвідвальний обробіток ґрунту за допомогою дискових знарядь сприяє зростанню урожайності кукурудзи на 10-15% порівняно з традиційною оранкою. Такі результати він пояснює збереженням ґрунтової вологи та покращенням структури ґрунту, що впливає на розвиток кореневої системи рослин [19].

Обробіток ґрунту впливає на фізіологічний стан рослин, розвиток та висоту, фотосинтез та фізіологічну активність. Дослідження Carlson R.E. (2018), показали, що мінімальний обробіток ґрунту сприяє збільшенню розміру листя, кількості хлорофілу і розміру зерна кукурудзи [20].

Обробіток ґрунту суттєво впливає на забур'яненість. Smithson P.C. (2016), вказує, що використання мульчування ґрунту зменшує забур'яненість порівняно з традиційними методами обробітку [21].

Обробіток ґрунту також впливає на показники якості. Li Q., Zhang Z. та ін. (2019), виявили, що використання безвідвального обробітку сприяє зниженню вмісту нітратів у кукурудзі [22].

В наших дослідженнях спостерігається вплив обробітку ґрунту на всі елементи структури урожайності. У таких елементах структури урожайності як довжина качана, кількість рядів зерен у качані, кількість зерен у качані спостерігаємо незначні зміни від обробітку ґрунту, незначна перевага за культурною оранкою. Лише на варіантах без добрив довжина качана менша за культурної оранки -4,25%, за внесення добрив маємо перевагу +0,86-7,24%. Кількість рядів зерен та кількість зерен теж зростає за культурної оранки +1,25-6,24%; +2,40-7,33%. Більший позитивний вплив культурної оранки на кількість зерен у качані та масу качана, маємо приріст +5,08-11,77%; +7,09-12,12%. Приріст маси 1000 зерен +2,80-4,45%. Дія обробітку ґрунту на процент виходу насіння з качана незначна і маємо низьке варіювання даного показника від +1,35% до від'ємного -0,24%.

Сильні зміни у елементах структури урожайності спостерігаються на варіантах удобрення (табл. 9). За даними проф. Грабовського М.Б. кукурудза досить добре реагує на внесення мінеральних добрив [6, 23]. Органічні добрива є теж ефективними за вирощування кукурудзи на зерно, Linderman R.G. (2018) відмічає, що за їх внесення збільшується урожайність зерна, покращується структура ґрунту та зростає його родючість [24].

Приріст довжини качана залежно від варіанту удобрення порівняно з контролем зростає за обробітку дисковим агрегатом на 13,8-20,7%, за відвального обробітку на 23,3-25,3%. Маємо зростання і кількості рядів зерен у качані та кількості зерен у ряду за обробітку дисковим агрегатом на 4,3-7,0% та 14,9-19,9%, за культурної оранки на 4,9-7,6% та 16,7-20,0%. Показники які мають найвищий вплив на величину урожайності це кількість зерен у качані та маса качана, теж суттєво зросли, порівняно з контролем, приріст становить за обробітку дисковим агрегатом на 20,2-26,1% та 42,9-43,8%, за культурної оранки на 24,0-25,6% та 45,4-46,4%.

Таблиця 9. Зміна елементів структури урожайності кукурудзи на зерно у період вегетації за різних прийомів осіннього обробітку ґрунту та доз добрив (середнє 2023-2025 рр.)

Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення	Довжина качана, см	Кількість рядів зерен у качані, шт	Кількість зерен у ряді, шт	Кількість зерен у качані, шт	Маса качана, г	Маса 1000 зерен, г	% виходу зерна з качана
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	12,03	11,72	23,4	270,5	70,8	198,72	80,2
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	15,16	12,24	29,2	366,2	124,0	270,98	81,4
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	14,98	12,60	27,8	356,1	126,0	275,67	82,6
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	13,96	12,32	27,5	338,8	125,6	275,0	82,7
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	11,54	12,14	24,0	291,8	76,2	206,20	81,3
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	15,44	12,76	29,2	385,8	141,1	278,78	81,5
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	15,11	12,76	30,0	392,3	142,2	288,5	82,7
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	15,05	13,14	28,8	384,0	139,6	287,15	82,5

Кращим варіантом удобрення, що позитивно впливає на зростання елементів структури урожайності за обох обробітків ґрунту є варіант – Гній 40 т/га + N<sub>100</sub>P<sub>110</sub>K<sub>100</sub>.

Система обробітку ґрунту за інноваційних технологій вирощування кукурудзи мають базуватися на мінімалізації технологічних операцій. Це стосується і зяблевого обробітку ґрунту. Мінімалізація в системі обробітку ґрунту часто сприяє розвитку бур'янистої рослинності, а тому необхідно більше уваги приділяти агротехнічним заходам боротьби з бур'янами, особливо в системі основного обробітку ґрунту та догляду за посівами. За даними вчених, втрати урожайності зерна кукурудзи в забур'янених посівах можуть становити 2,4 т/га і більше [25].

Кукурудза відзначається високою вимогливістю до родючості ґрунтів та потребує внесення підвищених доз добрив, порівняно з іншими зерновими. При побудові системи живлення кукурудзи необхідно враховувати агрокліматичні умови вирощування, тип ґрунту, ступінь його забезпечення рухомими формами поживних речовин, а також фізіологічні потреби рослин в окремих мікроелементах протягом усього вегетаційного періоду [26].

Дослідженнями встановлено, що урожайність кукурудзи на зерно суттєво залежала від обробітку ґрунту і доз органо-мінеральних добрив, що вносилися на варіантах досліду (табл. 10).

Таблиця 10. Урожайність кукурудзи на зерно (т/га) за різних прийомів зяблевого обробітку ґрунту та доз добрив (середнє 2023-2025 рр.)

Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га			Середня урожайність, т/га	Відхилення (+/-) під впливом:	
		2023 р.	2024 р.	2025 р.		обробітку ґрунту	удобрення
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	5,02	5,01	4,37	4,80	-	-
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	8,06	8,12	7,24	7,81	-	+3,01
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	9,21	9,29	7,72	8,74	-	+3,94
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	9,26	9,06	7,61	8,64	-	+3,84
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	5,26	5,21	4,59	5,02	+0,22	-
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	8,69	8,78	7,82	8,43	+0,62	+3,41
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	9,55	9,78	8,59	9,31	+0,57	+4,29
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	9,57	9,46	8,51	9,18	+0,54	+4,16
НІР <sub>05</sub>		НІР <sub>АВ</sub> -0,38; НІР <sub>А</sub> – 0,19; НІР <sub>В</sub> - 0,27			0,21	0,29	

Порівнюючи варіанти з обробітком ґрунту встановлено, що культурна оранка на 25-27 см на усіх варіантах з добривами приводила до підвищення урожайності зерна кукурудзи. Лише на варіантах без добрив вплив обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи був несуттєвим і складав 0,22 т/га, або 24%. З підвищенням доз добрив від варіантів з внесенням гною 20 т/га +  $N_{60}P_{70}K_{60}$  до варіантів з внесенням гною 60 т/га +  $N_{140}P_{150}K_{140}$  на варіантах з культурною оранкою на 25-27 см спостерігалось збільшення урожайності зерна кукурудзи відповідно на 0,62; 0,57; і 0,64 т/га, або 0,51; 0,64% і 0,71 %.

Встановлено, що добрива суттєво впливали на підвищення рівня урожайності кукурудзи, незалежно від прийомів обробітку ґрунту. Так на варіантах з обробітком дисковим агрегатом варіант удобрення 20 т/га гною +  $N_{60}P_{70}K_{60}$  поступався варіату 60 т/га гною +  $N_{140}P_{150}K_{140}$ . Зростання урожайності зерна кукурудзи становило 41,9; 61,3 і 69,6 %, а на варіантах з культурною оранкою відповідно – 48,0; 65,5 і 74,9 %.

Варто відмітити, що з зростанням норм добрив їх ефективність знижується. Так на варіанті з культурною оранкою на 25-27 см прибавка урожайності зерна кукурудзи за внесення гною 40 т/га +  $N_{100}P_{110}K_{100}$ , порівняно з варіантом де норма добрив складала гною 20 т/га +  $N_{60}P_{70}K_{60}$  становила 0,88 т/га, а за внесення гною 60 т/га +  $N_{140}P_{150}K_{140}$  – лише 1,35 т/га.

### 3.3. Елементи продуктивності кукурудзи на силос та величина урожайності зеленої маси залежно від схем удобрення та обробітку ґрунту

Для вивчення впливу прийомів основного обробітку ґрунту та варіантів удобрення на урожайність кукурудзи на силос важливим є визначення висоти рослин та наростання асиміляційної поверхні листків кукурудзи (табл. 11). Встановлено, що варіанти дослідів мали вплив як на висоту рослин так і на наростання асиміляційної поверхні листків кукурудзи.

Таблиця 11. Висота рослин та наростання асиміляційної поверхні листків кукурудзи на силос за різних прийомів зяблевого обробітку ґрунту та доз добрив (середньостиглий гібрид S3825) (середнє 2023-2025 рр.)

Варіанти		Спостереження та строки їх проведення			
Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення	Друга декада червня	Друга декада липня		
		Висота рослин, см	Висота рослин, см	Середня площа листя на 1 росл., см <sup>2</sup>	Середня площа листя, тис. м <sup>2</sup> /га
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	50,7	81,3	4476,9	34,92
	N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	62,2	113,4	5289,7	41,26
	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>	66,5	124,1	5782,1	45,10
	N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>	67,2	125,1	6012,8	46,90
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	52,3	82,9	4611,0	36,20
	N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	63,6	114,5	5453,8	42,54
	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>	67,3	126,0	5935,9	46,30
	N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>	68,2	127,6	6115,4	47,70

Висота рослин кукурудзи на силос на варіанті з культурною оранкою на глибину 25-27 см мало відрізнялася від цього показника на варіанті з обробітком дисковим агрегатом АГ 2,4 на 15-17 см. Так в другій декаді червня на варіантах з культурною оранкою рослини кукурудзи були вищими ніж на варіантах з обробітком дисковим агрегатом на 0,8-1,6 см, або на 1,2-3,2 %. У липні ця залежність не змінилася і показники по варіантах становили відповідно 1,09-2,5 см або 1,0-2,0 %.

Аналіз розвитку асиміляційної поверхні листків кукурудзи на силос у липні однієї рослини і з 1 га показав, що загалом тенденції не змінилися. На варіантах з культурною оранкою на глибину 25-27 см асиміляційна поверхня листків кукурудзи була вищою ніж на варіантах з обробітком дисковим агрегатом АГ 2,4 на 102,6-164,1 см<sup>2</sup>, або 1,71-3,10 %.

Асиміляційна поверхня листків кукурудзи на 1 га на варіанті з культурною оранкою на глибину 25-27 см, порівняно з обробітком дисковим агрегатом на 15-17 см закономірно була більшою на 1,71 м<sup>2</sup>/га, або 1,71-3,67 %, що загалом позитивно вплинуло на урожайність зеленої маси кукурудзи, що вирощувалася у досліді на силос.

Встановлено, що вплив фактору «Удобрення» був більший, а ніж «Обробіток ґрунту». Так на варіанті з культурною оранкою в другі декаді червня приріст висоти рослин від доз добрив N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>100</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>130</sub>K<sub>120</sub>, порівняно до контролю без добрив, відповідно складав 11,3, 15,0 і 15,9 см, або 21,7, 28,8 і 30,5 %. Така ж залежність спостерігалася і у липні.

Середня площа листя на одній рослині кукурудзи також закономірно збільшувалася за збільшення дози добрив. Так на варіантах з культурною оранкою при внесенні N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>100</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>130</sub>K<sub>120</sub>, порівняно до контролю без добрив, середня площа листя на одній рослині кукурудзи збільшувалася відповідно на 842,8, 1324,9, 1504,4 см<sup>2</sup>, що було вище контролю на 18,3, 28,7 і 32,6 %.

Збільшення норм добрив у досліді позитивно впливало і на середню площу листя кукурудзи на 1 га. Так на варіанті з культурною оранкою внесення норм добрив N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>100</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>130</sub>K<sub>120</sub>, порівняно з неудобреним варіантом, приводило до збільшення асиміляційної поверхні листків кукурудзи відповідно на 6,3; 10,1; 11,05 тис. м<sup>2</sup>/га, або 17,5; 27,9 і 31,8 %.

Таким чином вплив фактора «Удобрення» був значно вагоміший, а ніж вплив фактора «Обробіток ґрунту», що не могло не вплинути на урожайність зеленої маси кукурудзи, що вирощувалася на силос.

Встановлено, що окрім факторів , що вивчалися у досліді, впливовим фактором був фактор «Погодні умови року». Як показали дослідження, рівень урожайності зеленої маси кукурудзи на силос був різним (табл. 12). 2025 рік виявився найменш сприятливим через більш посушливі умови частини весни та першої половини літа (табл. 1). Харрісон стверджує [13], що потреба у забезпеченні вологою залежить від стадії вегетації кукурудзи. Наприклад, на ранніх стадіях росту рослинам потрібна більша кількість води для формування кореневої системи та розвитку вегетативної маси. У період наливу зерна, достатня кількість води сприяє виповненості насіння та збільшенню його ваги.

Таблиця 12. Урожайність зеленої маси кукурудзи за різних прийомів зяблевого обробітку ґрунту та доз добрив (середньостиглий гібрид S3825) (середнє 2023-2025 рр.)

Варіанти		Урожайність, т/га			Середня урожайність, т/га	Відхилення від контролю (т/га) під впливом:	
Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення	2023 р.	2024 р.	2025 р.		обробітку ґрунту	удобрення
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	22,8	21,7	19,0	21,17	-	-
	N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	30,6	30,3	26,4	29,10	-	+7,93
	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>	42,0	40,4	35,1	39,17	-	+18,00
	N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>	45,5	43,6	41,2	43,43	-	+22,27
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	25,8	24,2	22,1	24,03	+2,87	
	N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	35,2	33,8	27,9	32,30	+3,20	+8,27
	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>	43,4	42,7	38,5	41,53	+2,37	+17,50
	N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>	47,5	46,9	43,2	45,87	+2,43	+21,83
NIP <sub>05</sub>		NIP <sub>AB</sub> -1,45; NIP <sub>A</sub> - 0,73; NIP <sub>B</sub> -1,03				1,64	2,06

Середня врожайність зеленої маси кукурудзи на силос у 2025 році була найнижчою за роки досліджень і склала 31,7 т/га. У 2023 році, більш сприятливому у весняний період, отримано у середньому по досліді 36,6 т/га

зеленої маси кукурудзи, що було вище попереднього року на 15,5 %. 2024 рік виявився дещо менш сприятливим за попередній і тому середня врожайність складала 35,5 т/га, що перевищувало 2025 рік на 11,8%.

Результатами досліджень встановлено, що у середньому за три роки обробіток ґрунту менше впливав на рівень врожайності зеленої маси кукурудзи на силос ніж удобрення. Однак культурна оранка на 25-27 см мала суттєву перевагу по рівню урожайності зеленої маси кукурудзи на силос, порівняно з обробітком дисковим агрегатом АГ 2,4 на 15-17 см. Так, залежно від варіанту удобрення, за культурної оранки додатково отримано 2,4-3,2 т/га (5,6-13,5 %) зеленої маси кукурудзи, а ніж за обробітку дисковим агрегатом. Таким чином можна вважати, що збільшення глибини шару ґрунту, що обробляється, сприяє підвищенню урожайності зеленої маси кукурудзи на силос.

Внесення високих норм мінеральних добрив приводило до підвищення врожайності зеленої маси кукурудзи на силос. Так, внесення  $N_{60}P_{70}K_{60}$  збільшувало врожайність зеленої маси кукурудзи на силос 7,9-8,3 т/га, або 34,6-37,3 %, внесення  $N_{90}P_{100}K_{90}$  і  $N_{120}P_{130}K_{120}$  – відповідно на 17,5-18,0 та 21,8-22,3 т/га.

Встановлена тенденція дещо ефективнішого впливу добрив на варіантах з обробітком ґрунту дисковим агрегатом АГ 2,4. На варіанті з внесенням  $N_{120}P_{130}K_{120}$  та обробітком ґрунту дисковим агрегатом прибавка від добрив, порівняно з оранкою становила 0,5 т/га. Така ж тенденція спостерігалася і на варіанті з внесенням  $N_{90}P_{100}K_{90}$ .

Аналізуючи варіанти удобрення видно, що найвища ефективність добрив спостерігалася на варіанті з внесенням  $N_{90}P_{100}K_{90}$ , а на варіанті з внесенням  $N_{120}P_{130}K_{120}$  – помітно знижувалася.

## **РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА СИЛОС ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМ УДОБРЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Економічно ефективні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні забезпечувати високі показники врожайності, прибутку і рентабельності за найнижчих витрат. Проте, як відомо, у сільськогосподарському виробництві максимальна реалізація потенціалу продуктивності досягається за рахунок значних вкладень матеріальнотехнічних ресурсів, що часто не окуповуються відповідними приростами врожаю. Це нерідко спостерігається й за вирощування кукурудзи (*Zea mays L.*) – культури інтенсивного типу, яка за показником виробничих витрат на 1 га посіву значно перевищує інші зернові культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За розроблення технологій вирощування кукурудзи з метою запобігання неефективному використанню виробничих ресурсів необхідно враховувати стратегію виробництва, його цілі та ресурсний потенціал сільськогосподарських підприємств, що обумовлюють їх спрямованість на інтенсифікацію чи ресурсозбереження. Так, інтенсивні моделі технології направлені насамперед на забезпечення максимального прибутку за достатньої окупності витрат, а технології ресурсозберігаючого типу мають на меті досягнення найвищої окупності витрат отриманим прибутком [27].

З урахуванням типу та спеціалізації сільськогосподарських підприємств необхідно розробляти і впроваджувати технології вирощування, які гарантуватимуть можливість формування однорідних партій зерна, що важливо для великотоварних виробників. До того ж, на ефективність зерновиробництва значний вплив має рівень ресурсного забезпечення підприємств.

Так, за низького рівня рентабельність виробництва зерна кукурудзи не досягає і 50%, а підприємства з високим рівнем ресурсного забезпечення можуть мати значно вищу прибутковість – понад 74% [28].

Відомо, що досягнення високої врожайності кукурудзи можливе лише за рахунок зростання рівня інтенсивності виробництва [29]. Найбільшу частку в структурі змінних витрат за інтенсивних технологій вирощування кукурудзи займають витрати на добрива, адже ця культура відзначається підвищеною потребою в елементах живлення і для формування 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції використовує 24–32 кг азоту, 10–14 кг фосфору і 25–35 кг калію [30].

Важливе значення для реалізації потенціалу продуктивності кукурудзи має створення сприятливого фітосанітарного стану у посівах, особливо за показником забур'яненості [31]. Разом з тим, зважаючи на широкорядний спосіб сівби, контролювання забур'яненості посівів вимагає значного збільшення витрат, насамперед при вирощуванні за інтенсивними технологіями, де втрати врожаю від шкідників, хвороб і, особливо, бур'янів досить помітно впливають на рівень їх окупності.

Хоча гербіциди в сучасних агротехнологіях є істотним елементом затрат, проте вартісна величина приросту урожаю і оплата одиниці виробничих витрат додатковим прибутком зазвичай окуповуються. Дослідженнями в умовах лісостепової зони встановлено, що загальна частка витрат на хімічні засоби захисту рослин у технології вирощування кукурудзи на зерно становить 8,5–23,1% [32].

За використання ґрунтових і страхових гербіцидів складається вигідне співвідношення між вартістю валової продукції та затратами на хімічні засоби захисту рослин від бур'янів. До того ж, рівень забруднення агроландшафту за внесення зазначеного асортименту гербіцидів є малонебезпечним [33].

Напрямок ресурсозбереження у технології вирощування кукурудзи передбачає не лише зниження агрохімічного та пестицидного навантаження на агроценоз, а й обов'язкову компенсацію їх дії за рахунок заміни на новітні високотехнологічні продукти, що підвищують опірність рослин до стресових умов довкілля, мікродобрива, стимулятори росту рослин тощо.

У цілому інноваційні ресурсоощадливі технології вирощування кукурудзи направлені на зниження прямих затрат праці, матеріаломісткості продукції і виробничих процесів. У сільськогосподарських підприємствах застосування таких технологій сприяло зменшенню собівартості 1 т продукції на 15,2–23,8% [34]. Сортові ресурси у сучасному рослинництві є самостійним елементом ресурсозбереження, а використання гібридів різних груп стиглості за інтегрованого застосування забезпечує регулювання рівня врожайності та виробничих витрат у технологіях вирощування кукурудзи [35, 36].

Отже, комплексне поєднання високоефективних елементів технології вирощування в єдиному технологічному циклі забезпечує як зростання врожайності кукурудзи, так і прибутковості та рентабельності виробництва зерна. Тому опрацювання напрямів та пошук шляхів вирішення проблеми підвищення економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи є актуальним для сільськогосподарської науки і практики, сприятиме стабілізації зерновиробництва та нарощуванню валових обсягів зерна в державі.

Щоб віддати перевагу тій чи іншій системі обробітку ґрунту та удобрення необхідно ретельно проаналізувати її економічну ефективність. Для цього ми провели детальні економічні розрахунки (табл. 13) економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи в умовах НВЦ Білоцерківського НАУ.

Аналізуючи економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи виявлено, що за вирощування гібриду Моніка 350 МБ за дисковою обробітку на варіантах без добрив найнижчі затрати на вирощування і вони становлять 11920 грн. За внесення мінеральних добрив та гною затрати суттєво зростають від 16385 грн до 20149 грн. Прибуток на варіанті без добрив (контроль) і за обробітку диском агрегатом був мінімальний і становив 16880 грн за внесення органічних і мінеральних добрив маємо суттєве зростання прибутку майже в два рази від 30475 грн до 34176 грн.

Таблиця 13 – Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи залежно від обробітку ґрунту та системи удобрення (середнє за 2023-2025 рр. у цінах 2025 року)

Обробіток ґрунту	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га	Заграти на вирощування, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Рентабельність, %
<b>Вирощування кукурудзи на зерно, гібрид Моніка 350 МВ (ФАО 350)</b>							
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	4,80	11920,00	28800,00	16880,00	2483,33	141,61
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	7,81	16385,00	46860,00	30475,00	2097,95	185,99
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	8,74	18264,00	52440,00	34176,00	2089,70	187,12
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	8,64	20149,00	51840,00	31691,00	2332,06	157,28
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	5,02	12896,00	30120,00	17224,00	2568,92	133,56
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	8,43	17635,00	50580,00	32945,00	2091,93	186,82
	Гній 40 т/га + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>100</sub>	9,31	19802,00	55860,00	36058,00	2126,96	182,09
	Гній 60 т/га + N <sub>140</sub> P <sub>150</sub> K <sub>140</sub>	9,18	21664,00	55080,00	33416,00	2359,91	154,25
<b>Вирощування кукурудзи на силос, гібрид S3825 (ФАО 380)</b>							
Обробіток дисковим агрегатом, 15-17 см	Без добрив (контроль)	21,17	9979,07	17994,50	8015,43	471,38	80,32
	N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	29,10	13717,04	24735,00	11017,96	471,38	80,32
	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>	39,17	15290,08	33294,50	18004,42	390,35	117,75
	N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>	43,43	16868,15	36915,50	20047,35	388,40	118,85
Культурна оранка на глибину 25-27 см	Без добрив (контроль)	24,03	10796,15	20425,50	9629,35	449,28	89,19
	N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>60</sub>	32,30	14763,50	27455,00	12691,50	457,07	85,97
	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub> K <sub>90</sub>	41,53	16577,65	35300,50	18722,85	399,17	112,94
	N <sub>120</sub> P <sub>130</sub> K <sub>120</sub>	45,87	18136,46	38989,50	20853,04	395,39	114,98

Кращим варіантом за прибутковістю виявився варіант з внесенням гною 40 т/га та  $N_{100}P_{110}K_{100}$  на цьому варіанті також була найнижча собівартість 2089,70 грн. і найвищий рівень рентабельності 187,12%.

За культурної оранки на глибину 25-27 см витрати на вирощування зростають на всіх варіантах. На варіанті без добрив вони становили 12896 грн і на даному варіанті був найнижчий прибуток 17224 грн та найнижча собівартість 2568,92 грн.

За внесення добрив ми бачимо суттєве зростання затрат на вирощування, але також і суттєве зростання прибутку, де прибуток покриває всі затрати на вирощування. Кращим варіантом виявився варіант з внесенням 40 т гною та  $N_{100}P_{110}K_{100}$ . На даному варіанті прибуток становив 36058 грн також на даному варіанті зафіксовано найнижчу собівартість 2121 грн і високу рентабельність 182%.

У досліді вирощування кукурудзи на силос гібрид S3825 з ФАО 380 також низькі витрати зафіксовані на варіантах без добрив. За обробітку дисковим агрегатом вони найнижчі становлять 9979 грн. Прибуток на даному варіанті теж досить високий і становить 8015 грн/га, проте внесення мінеральних добрив досить ефективно впливає на зростання урожайності і зростання прибутку. Прибуток на даних варіантах становить від 11017 грн до 20007 грн/га.

Кращі результати економічної ефективності відмічено на варіантах з внесенням добрив у нормі  $N_{120}P_{130}K_{120}$ . На даному варіанті за дискового обробітку ми маємо найвищу врожайність 43,43 т/га, високі затрати 16868 грн але і найвищу прибутковість 20047 грн/га, найнижчу собівартість однієї тони 388 грн/т і високу рентабельність 118%.

За культурний оранки на глибину 25-27 см економічні витрати зростають проте і зростає і урожайність. Найвищий рівень урожайності 45,87 тон з гектара зафіксовано на варіанті з максимальним рівнем удобрення  $N_{120}P_{130}K_{120}$ , також на даному варіанті відмічено найвищий прибуток 20853 грн/га, низьку собівартість 395,39 грн/т та високу рентабельність 114,97%.

За результатами досліджень рекомендуємо вирощувати гібрид Моніка 350 МБ (FAO 350) заробітку дисковим агрегатом на глибину 15-17 см з використанням рівнів удобрення гною 40 т/га +  $N_{100}P_{110}K_{100}$ , а за культурної оранки також цей варіант бо на даному варіанті прибуток становив 34176 і 36058 грн/га.

За вирощування кукурудзи на силос з кращими варіантами виявилось варіанти з максимальним рівнем удобрення  $N_{120}P_{130}K_{120}$  як на варіантах з дисковими обробітком ґрунту і за культурні оранки на глибину 25-27 см на даних варіантах прибуток становив 20047-20853 грн на гектар.

## ВИСНОВКИ

1. Кращим за опадами у період вегетації кукурудзи з квітня по серпень виявився 2023 рік – 300 мм, у 2024 році маємо незначне зниження до 265,3 мм. Найменш оптимальним за вологістю виявився 2025 рік, де з квітня по серпень випало 193,8 мм опадів, навіть більша кількість вологи у серпні – 75,1 мм не допомогла розвитку рослин і це негативно вплинуло на величину урожайності.
2. Аналізуючи висоту рослин кукурудзи на зерно за період вегетації виявлено що найнижча вона на контролі, як за обробітку дисковим агрегатом так і після оранки (40,05; 70,24; 145,12 та 40,48, 70,10; 145,15), розбіжності від обробітку ґрунту практично не спостерігається. На варіантах удобрення з культурною оранкою ми спостерігаємо незначне зростання висоти рослин порівняно з дисковим обробітком. Найбільший приріст за вимірювань висоти 15 серпня (+2,39; +7,94; +4,35 см).
3. Суттєва дія на висоту рослин спостерігається за внесення добрив. Найвищі рослини формувалися за внесення (Гній 40 т/га+N<sub>100</sub>P<sub>110</sub>K<sub>100</sub>) на обох варіантах обробітку ґрунту 186,44 та 194,38 см, Приріст порівняно з контролем склав +41,32 см та +49,23 см.
4. Приріст довжини качана залежно від варіанту удобрення порівняно з контролем зростає за обробітку дисковим агрегатом на 13,8-20,7%, за відвального обробітку на 23,3-25,3%. Маємо зростання і кількості рядів зерен у качані та кількості зерен у ряду за обробітку дисковим агрегатом на 4,3-7,0% та 14,9-19,9%, за культурної оранки на 4,9-7,6% та 16,7-20,0%. Показники які мають найвищий вплив на величину урожайності це кількість зерен у качані та маса качана, теж суттєво зросли, порівняно з контролем, приріст становить за обробітку дисковим агрегатом на 20,2-26,1% та 42,9-43,8%, за культурної оранки на 24,0-25,6% та 45,4-46,4%.
5. Встановлено, що добрива суттєво впливали на підвищення рівня урожайності кукурудзи, незалежно від прийомів обробітку ґрунту. Так на варіантах з обробітком дисковим агрегатом варіант удобрення 20 т/га

- гною +  $N_{60}P_{70}K_{60}$  поступався варіату 60 т/га гною +  $N_{140}P_{150}K_{140}$ . Зростання урожайності зерна кукурудзи становило 41,9; 61,3 і 69,6 %, а на варіантах з культурною оранкою відповідно – 48,0; 65,5 і 74,9 %.
6. Висота рослин кукурудзи на силос на варіанті з культурною оранкою на глибину 25-27 см мало відрізнялася від цього показника на варіанті з обробітком дисковим агрегатом АГ 2,4 на 15-17 см. Так в другій декаді червня на варіантах з культурною оранкою рослини кукурудзи були вищими ніж на варіантах з обробітком дисковим агрегатом на 0,8-1,6 см, або на 1,2-3,2 %. У липні ця залежність не змінилася і показники по варіантах становили відповідно 1,09-2,5 см або 1,0-2,0 %.
  7. Середня площа листя на одній рослині кукурудзи також закономірно збільшувалася за збільшення дози добрив. Так на варіантах з культурною оранкою при внесенні  $N_{60}P_{70}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{100}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{130}K_{120}$ , порівняно до контролю без добрив, середня площа листя на одній рослині кукурудзи збільшувалася відповідно на 842,8, 1324,9, 1504,4 см<sup>2</sup>, що було вище контролю на 18,3, 28,7 і 32,6 %.
  8. Внесення високих норм мінеральних добрив приводило до підвищення врожайності зеленої маси кукурудзи на силос. Так, внесення  $N_{60}P_{70}K_{60}$  збільшувало врожайність зеленої маси кукурудзи на силос 7,9-8,3 т/га, або 34,6-37,3 %, внесення  $N_{90}P_{100}K_{90}$  і  $N_{120}P_{130}K_{120}$  – відповідно на 17,5-18,0 та 21,8-22,3 т/га.

#### **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

За результатами досліджень рекомендуємо вирощувати гібрид Моніка 350 МБ (FAO 350) заробітку дисковим агрегатом на глибину 15-17 см з використанням рівнів удобрення гною 40 т/га +  $N_{100}P_{110}K_{100}$ , а за культурної оранки також цей варіант бо на даному варіанті прибуток найвищий і становив 34176 і 36058 грн/га.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Blanco-Canqui H., Shaver T., Lindquist J. L., Shapiro C. A., Elmore R. W., Francis C. A., Hergert G. W. (2014). Corn Yield Response to Crop Rotation, Tillage, and Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal*, 106(3), 882-888. doi: 10.2134/agronj13.0463
2. Kandel H., Wortmann C. (2015). Effect of Tillage and Nitrogen Fertilizer on Corn Yield and Nitrogen Use Efficiency. *Agronomy Journal*, 107(1), 271-278. doi: 10.2134/agronj14.0253
3. J.L. Kovar, S.A. Barber, E.J. Kladvko, D.R. Griffith. Characterization of soil temperature, water content, and maize root distribution in two tillage systems *Soil Tillage Res.*, 24 (1992), pp. 11-27
4. A.R. Sharma, R. Singh, S.K. Dhyani, R.K. Dube. Moisture conservation and nitrogen recycling through legume mulching in rainfed maize (*Zea mays*)–wheat (*Triticum aestivum*) cropping system. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 87 (2010), pp. 187-197.
5. Nafziger E., Lauer J., Welch S., Vyn T., Jeschke M. (2019). Hybrid and Nitrogen Rate Effects on Corn Grain Yield and Nutrient Removal. *Agronomy Journal*, 111(6), 2875-2882. doi: 10.2134/agronj2019.04.0213
6. 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 = Agrobiology: збірник наукових праць*. № 2 (167) 2023. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 33-42.
7. Angela Lovell. Plan ahead to grow silage corn. *Grainews*. December 28, 2017. <https://www.grainews.ca/features/plan-ahead-to-grow-silage-corn/>
8. Bmps for corn silage production. April 21, 2023. <https://www.dekalbasgrowdeltapine.com/en-us/agronomy/corn-silage-production.html>

9. Howell N. Wheaton, Fred Martz, Fred Meinershagen and Homer Sewell. Corn Silage. MU Extension. University of Missouri. <https://extension.missouri.edu/publications/g4590>
10. Andrew Frankenfield. Growing Corn and Corn Silage on a Budget. February 23, 2025. PennState Extension. <https://extension.psu.edu/growing-corn-and-corn-silage-on-a-budget>
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
12. Johnson, J. M., Pittelkow, C. M., & Cassman, K. G. (2018). Climate change and crop production: combining a global crop model with a gene-based crop model. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064007.
13. Harrison, M. T., Tardieu, F., Dong, Z., Messina, C. D., Hammer, G. L., & Doherty, A. (2020). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global Change Biology*, 26(11), 6289-6306.
14. Brown, P. J., Hirsch, C. N., Cober, E. R., Jiang, G. L., & Jackson, D. (2019). Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype–phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(3), 797-816.
15. Smith, S., DeBruyn, J. M., & Frankel, S. J. (2019). Soil Moisture Effects on *Fusarium* spp. Infection, Fumonisin Accumulation, and Disease Severity in Maize Kernels. *Toxins*, 11(12), 715.
16. Martinez-Bartolome, M. A., Gonzalez-Dugo, V., Testi, L., & Villalobos, F. J. (2020). Maize (*Zea mays* L.) evapotranspiration and yield response to different air vapor pressure deficits in a semiarid region. *Agricultural Water Management*, 229, 105885.
17. Smith, D. R., Han, Y., Preckel, P. V., & Doohan, D. J. (2016). Soil management and hybrid effects on corn in Ohio. *Agronomy Journal*, 108(5), 2155-2162.

18. Li, Y., Cui, Z., Li, M., Yu, Z., & Ma, B. (2020). Effects of deep tillage on root distribution and nitrogen absorption of maize in the North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 198, 104542.
19. Huang, S., Zhang, R., Li, H., Hu, H., & Zhang, C. (2015). Effects of no-tillage on maize yield and soil water content at different soil depths in the Loess Plateau, China. *PloS one*, 10(7), e0131850.
20. Carlson, R. E., Bruce, R. R., Mamo, M., & Colvin, T. S. (2018). The effect of strip tillage and conventional tillage on corn grain yield, nitrogen use efficiency, and soil health. *Agronomy Journal*, 110(4), 1467-1478.
21. Smithson, P. C., Tilman, D., & Nekola, J. C. (2016). Efficacy of no-till agriculture for controlling agricultural weeds. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 655-665.
22. Li, Q., Zhang, Z., Zhai, L., Sun, Z., & Yang, X. (2019). The impact of no-tillage on nitrate accumulation in the soil profile and nitrate nitrogen distribution in the soil–crop system. *Field Crops Research*, 235, 115-122.
23. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Формування біометричних показників та накопичення сирової надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №123. С. 98-111. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2024.123.14>
24. Linderman, R. G., & Davis, E. A. (2018). Organic amendments and fertilizers influence soil fertility and crop nutrient uptake in a corn-soybean rotation. *Agronomy Journal*, 110(2), 555-565.
25. Кукурудза: технології, нюанси, рекомендації фахівців / [О. М. Маслак, В. М. Кабанець, М. Г. Собко та ін.]. – Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2020. – 48 с.
26. Агротехнологічні прийоми вирощування кукурудзи на зерно / [В. М. Кабанець, М. Г. Собко та ін.]. – Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2023. – 44 с.
27. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур: монографія / В. Ф.

- Камінський, В. Ф. Сайко, М. В. Душко, Н. М. Асанішвілі та ін. Київ: Вініченко, 2017. 580 с.
28. Ільчук М. М., Коновал І. А. Прогнозування обсягів та економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи в Україні. Біоресурси і природокористування. 2013. Т. 5. № 3-4. С. 137-146.
29. Технології вирощування сільськогосподарських культур за різних систем землеробства / Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України / За ред. д. с.-г. н. В. Ф. Камінського. Київ: Едельвейс, 2015. С. 190-221.
30. Шпаар Д., Гинапп К., Дрегер Д. та ін. Кукуруза: вирощування, уборка, хранение и использование Киев: Зерно, 2012. 464 с.
31. Циков В. С., Матюха Л. П. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: Енем, 2006. 86 с.
32. Шевченко М. С., Рибка В. С., Ляшенко Н.О. Основні пріоритети раціонального розвитку виробництва зерна кукурудзи на Дніпропетровщині. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 10. С. 118-124.
33. Дем'янюк О.С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2019. № 2. С. 57-64. Doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184147>
34. Гончаренко С. І. Інноваційні ресурсозберігаючі технології як фактор підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. 2017. Вип. 185. С. 131-142.
35. Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпропетровськ: Арт-прес, 2009. 224 с.

36. Дзюбецький Б. В., Рибка В. С., Черчель В. Ю. [та ін.] Сучасні проблеми та економіко-енергетичні аспекти вирощування різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи в умовах Степу України. Хранение и переработка зерна. 2007. № 5. С. 14– 17.
37. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти азотного удобрення сільськогосподарських культур / В.В. Волкогон: монографія - К.: Аграрна наука, 2007,- 144 с.
38. Городній М.М. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній. - К.: Вища школа, 1995.-319 с.
39. Городній М.М. Хімізація землеробства і агросфера: Альтернативи і перспективи / М.М. Городній // Агрохімія і ґрунтознавство. - 2006. - С. 38 - 52.-Кн. 1 (спец, випуск).
40. Господаренко Г.М. Обґрунтування ефективності рядкового внесення фосфорних добрив / Г.М. Господаренко // Вісн. Уманського держ. аграр. ун.- ту.-Умань, 2003.- №112.-0.8-11.
41. Григор'єв М.І. Мікробіологічна активність ґрунту в посівах кукурудзи / М.І. Григор'єв, О.М. Григор'єва, О.М. Матвеева // Бюл. Ін.-та кукурузи УААН. - Днепропетровск, 1995. - Вып. 77. - С. 67 - 69.
42. Гур'єва Г.А. Генетичні ресурси кукурудзи в Україні [текст] / Г.А. Гур'єва, В. К. Рябчун: Х.: [б, в], 2007. - 392 с. - Укр. акад. аграр. наук. Ін.-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва : Нац. наук, центр генетич. ресурсів рослин України.
43. Дегодюк Е.Г. Екологічні основи використання добрив / Е.Г. Дегодюк, В.Т. Мамонов, В.І. Гамалій. - К.: Урожай, 1988. - 228 с.
44. Деревенець К.А. Ефективність обробки насіння кукурудзи проти патогенної мікрофлори / К.А. Деревенець // Бюл. Ін.-ту зерн. госп.-ва. - Дніпро- петровск, 2007. - №31-32.-С. 120- 125.
45. Довідник з агрохімічного стану ґрунтів України / За ред. Б.С. Носка, Б.С. Пристнера, М.В. Лободи. - К. - Урожай, 1994. - 336 с.
46. Довідник працівника агрохімслужби / За ред. Б.С. Носка - М.: Урожай, 1986.-31 1с. 43. Довідник із захисту рослин / За ред. М.П. Лісового. - К.: Урожай, 1999. - 743 с.
47. Дудка Е.Л. Факультативні патогени кукурудзи / Е.Л. Дудка, А.А. Николаенко // Придніпровський науковий вісник. - 1998. -№113(180). - С. 31 - 34.
48. Економічний довідник аграрника : за ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Саблука. - К.: Преса України, 2003. - 800 с.
49. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костоґриз]. - К. : Дія, 2005. - 288 с.
50. Жемела Г.П. Добрива, урожай і якість зерна / Г.П. Жемела. - К. : Урожай, 1991.- 134 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток 1

Математична обробка результатів урожайності кукурудзи на зерно

(число варіантів фактора А) $L_a$ =	2
(число варіантів фактора В) $L_b$ =	4
(кількість повторень) $n$ =	3

$N=L_a \cdot L_b \cdot n$ =	24
$C=\text{СУММ } X^2/N$ =	1438,09
$CY=\text{СУММ } X^2-C$ =	74,8631
$CP=\text{СУММ } P^2/L-C$ =	5,62435
$CV=\text{СУММ } V^2/n-C$ =	68,5997
$CZ=CY-CP-CV$ =	0,63902

	1	2	3	4	5	6	Суми А
1	14,4	23,42	26,22	25,93	0	0	89,97
2	15,06	25,29	27,92	27,54	0	0	95,81
Суми В	29,46	48,71	54,14	53,47	0	0	185,78

$C_a=\text{СУММ}(A^2/L_b \cdot n-C)$ =	1,421066667
При $(L_a-1)$ =	1 ступенях волі
$C_b=V^2/L_a \cdot n-C$ =	67,03068333
при $(L_b-1)$ =	3 ступенях волі
$C_{ab}=C_v-C_a-C_b$ =	0,148033333
при $(L_a-1)(L_b-1)$ =	3 ступенях волі

<i>Дисперсія</i>	<i>Сума квадратів</i>	<i>Ступені волі</i>	<i>Середній квадрат</i>	<i>Fф</i>
Загальна	74,86318333	23		
Повторень	5,624358333	2		
Фактор А	1,421066667	1	1,421066667	31,132
Фактор В	67,03068333	3	22,34356111	489,5
Взаємодія АВ	0,148033333	3	0,049344444	1,081
Залишок (похибки)	0,639041667	14	0,045645833	

Значення критерія $t_{05}$ =	2,15
$S_x$ =корінь $S^2/n$ =	0,12335
$S_{dAB}$ =корінь $2 \cdot S^2/n$ =	0,17444
<b><math>H_{PAV} 05=t_{05} \cdot S_d</math>=</b>	<b>0,37505</b>
$S_{dA}$ =корінь $2 \cdot S^2/n \cdot l_A$ =	0,08722
<b><math>H_{PA} 05=t_{05} \cdot S_{dA}</math>=</b>	<b>0,18752</b>
$S_{dB}$ =корінь $2 \cdot S^2/n \cdot l_B$ =	0,12335
<b><math>H_{PB} 05=t_{05} \cdot S_{dB}</math>=</b>	<b>0,26520</b>

Частка впливу факторів	
Фактору А $(C_a/C_y \cdot 100)$ =	1,89821
Фактору В $(C_b/C_y \cdot 100)$ =	89,5375
Взаємодія факторів АВ =	0,19773

## Додаток 2

## Математична обробка результатів урожайності кукурудзи на силос

(число варіантів фактора А) $L_a$ =	2
(число варіантів фактора В) $L_b$ =	4
(кількість повторень) $n$ =	3

$N=L_a*L_b*n$ =	24
$C=СУММ X^2/N$ =	28690,3
$CY= СУММ X^2-C$ =	1920,40
$CP= СУММ P^2/L-C$ =	106,21
$CV= СУММ V^2/n-C$ =	1804,60
$CZ=CY-CP-CV$ =	9,59

	1	2	3	4	5	6	Суми А
1	63,5	87,3	117,5	130,3	0	0	398,6
2	72,1	96,9	124,6	137,6	0	0	431,2
Суми В	135,6	184,2	242,1	267,9	0	0	829,8

$S_a= СУММ(A^2/L_b*n-C$ =	44,28166667
При $(L_a-1)$ =	1 ступенях волі
$S_b= B^2/L_a*n-C$ =	1759,635
при $(L_b-1)$ =	3 ступенях волі
$S_{ab}=Cv-S_a-S_b$ =	0,688333333
при $(L_a-1)(L_b-1)$ =	3 ступенях волі

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені волі	Середній квадрат	Fф
Загальна	1920,405	23		
Повторень	106,21	2		
Фактор А	44,28166667	1	44,28166667	64,645
Фактор В	1759,635	3	586,545	856,27
Взаємодія АВ	0,688333333	3	0,229444444	0,335
Залишок (похибки)	9,59	14	0,685	

Значення критерія $t_{05}$ =	2,15
$S_x$ =корінь $S^2/n$ =	0,47784
$S_{dAB}$ =корінь $2*S^2/n$ =	0,67577
<b><math>H_{IPAB} 05=t_{05}*S_d</math>=</b>	<b>1,45290</b>
$S_{dA}$ =корінь $2*S^2/n*I_A$ =	0,33788
<b><math>H_{IPA} 05=t_{05}*S_{dA}</math>=</b>	<b>0,72645</b>
$S_{dB}$ =корінь $2*S^2/n*I_B$ =	0,47784
<b><math>H_{IPB} 05=t_{05}*S_{dB}</math>=</b>	<b>1,02736</b>

Частка впливу факторів	
Фактору А $(S_a/Cy*100)$ =	2,30585
Фактору Б $(S_b/Cy*100)$ =	91,6283
Взаємодія факторів АВ =	0,03584