

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ агротехнологій, селекції та екології

Кафедра селекції, насінництва і генетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

**на тему: «ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ
ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Насінництво і насіннезнавство
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
групи 201Амд_22[8]
Шапар Дмитро Юрійович

Керівник: Микола МАРЕНИЧ,
доктор сільськогосподарських наук,
професор

Рецензент: Роман ОЛЕПР,
кандидат сільськогосподарських наук

Полтава – 2025 року

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО (огляд літератури)	
1.1. Біологічні особливості, поширення та господарське значення кукурудзи	6
1.2. Особливості різних систем удобрення при вирощуванні кукурудзи на зерно	10
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Ґрунтові умови та їх характеристика	23
2.2. Погодні умови та їх особливості	24
2.3. Методика проведення досліджень	33
2.4. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді	35
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1. Формування елементів структури урожайності кукурудзи залежно від систем удобрення	37
3.2. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення	41
3.3. Якість зерна кукурудзи залежно від систем удобрення	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ	46
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	49
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
ВИСНОВКИ	57
РЕКОМЕНДА ЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	65

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Загальна хімізація у сільському господарстві наприкінці ХХ століття призвела до значних порушень у циклі біологічних процесів. У землеробстві це проявляється у зменшенні родючості ґрунтів та їх інтенсивній деградації, що негативно впливає на сталий розвиток аграрного виробництва.

В Україні останнім часом набуло розвитку біологічне, або альтернативне землеробство. Паралельно із механізацією та промисловим розвитком тваринництва відбулися значні зміни в кругообігу речовин у ґрунті. Наприклад, великі маси соломи, що раніше використовувалися здебільшого як підстилка, сьогодні застосовуються як самостійне органічне добриво.

Аграрна наука поки що не має чітких рекомендацій щодо:

- порогу доцільності внесення побічної продукції у ґрунт залежно від насичення сівозмін зерновими культурами;
- обмеження фітопатогенного навантаження;
- контролю розвитку бур'янів у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Це обумовлює потребу узагальнити наукові та практичні аспекти використання побічної продукції рослинництва, зокрема соломи, як органічного добрива, що дозволить:

- підвищити родючість ґрунтів;
- зменшити хімічне навантаження на екосистему;
- впроваджувати більш стійкі та екологічно безпечні технології землеробства.

Узагальнення досвіду та результатів досліджень щодо використання побічної продукції дозволить розробити раціональні системи удобрення, які враховують сівозміни, ґрунтові та кліматичні умови, а також специфіку захисту рослин, що є важливим кроком для розвитку сталого органічного землеробства в Україні.

Мета досліджень. Всебічне вивчення впливу різних систем удобрення, сформованих на основі використання побічної продукції сільськогосподарських культур у поєднанні з мінеральними добривами, на продуктивність та якість зерна кукурудзи. Дослідження спрямоване на встановлення особливостей формування елементів структури врожаю, показників якості зерна, а також визначення оптимальних поєднань органічної та мінеральної складових, які забезпечують максимальний рівень реалізації потенціалу культури.

Об'єкт досліджень. Процес формування продуктивності та якості кукурудзи на зерно залежно від застосування побічної продукції попередника.

Предмет дослідження. Кукурудза на зерно, побічна продукція, солома пшениці озимої.

Методи дослідження. Лабораторний, статистичний, розрахунковий.

Наукова новизна одержаних результатів. У ході проведених досліджень уперше встановлено комплексні особливості впливу побічної продукції попередника як органічного добрива на формування продуктивності та якісних показників зерна кукурудзи. Науково обґрунтовано роль соломи озимої пшениці в структурі органічно-мінеральної системи удобрення та її значення як доступного джерела органічної речовини для підвищення родючості ґрунту. Доведено можливість та ефективність використання соломи попередника як повноцінного компонента системи удобрення кукурудзи на зерно за умови застосування компенсаційних доз азотних добрив. Встановлено, що внесення побічної продукції забезпечує активізацію процесів мінералізації, покращення азотного живлення рослин, позитивно впливає на формування елементів структури врожаю та сприяє підвищенню якісних характеристик зерна. Удосконалено наукові підходи до оцінки ефективності застосування побічної продукції в технології вирощування кукурудзи, що дозволяє підвищити рівень продуктивності культури при одночасному збереженні та відтворенні родючості ґрунтів.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано наукові рекомендації використання на добриво подрібнену солому озимої пшениці з компенсуючою дозою азоту в дозі N_{10} на тону соломи при вирощування кукурудзи на зерно.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем безпосередньо виконано основний обсяг практичних і аналітичних робіт, пов'язаних із проведенням дослідження. Самостійно здійснено закладання та проведення польових дослідів відповідно до загальноприйнятих методичних вимог, забезпечено спостереження за ростом і розвитком рослин, облік елементів структури врожаю та збирання урожайності у всіх варіантах удобрення.

Здобувачем проведено первинну та поглиблену обробку отриманих результатів, включаючи систематизацію експериментальних даних, їх статистичну оцінку, інтерпретацію впливу різних систем удобрення на продуктивність і якість зерна кукурудзи. На основі аналізу встановлених закономірностей сформульовано науково обґрунтовані висновки та практичні пропозиції щодо підвищення ефективності застосування побічної продукції та мінеральних добрив у технології вирощування кукурудзи.

Апробація результатів роботи. Ключові результати досліджень доповідались та обговорювались на Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні орієнтири розвитку науки, освіти, технологій та суспільних трансформацій», 28 листопада 2025 року, м. Рівне.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 59 сторінках містить 12 таблиць, 3 додатки, 2 рисунки та складається із вступу, 6 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, список літературних джерел об'єднує 54 найменування.

РОЗДІЛ 1.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

(огляд літератури)

1.2. Біологічні особливості, поширення та господарське значення кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays L.*) є однією з найпоширеніших і найбільш важливих сільськогосподарських культур світу. Рід *Zea L.* представлений лише одним видом – кукурудзою культурною (*Zea mays L.*), яка за морфологічними ознаками суттєво відрізняється від інших представників родини злакових.

Коренева система у кукурудзи добре розвинена мичкувата, основна маса якої зосереджена у верхньому орному шарі ґрунту. Окремі корені здатні проникати на глибину 2–3 м, що забезпечує рослині порівняно високу стійкість до короткочасних періодів посухи та ефективне використання ґрунтової вологи.

Стебло кукурудзи – міцна, товста, округла соломина, заповнена пухкою паренхімою. Висота рослин значно варіює залежно від сорту чи гібриду та умов вирощування: від 60–100 см у ранньостиглих форм до 5–6 м у пізньостиглих. Товщина стебла становить 2–7 см. Кількість міжвузлів коливається від 8–12 у ранньостиглих до 30–40 і більше у дуже пізньостиглих гібридів.

Листки кукурудзи лінійно-ланцетні, великі, з довжиною листкової пластинки 70–110 см і шириною 6–12 см та більше. Розташовані почергово, вони майже не затіняють один одного, що сприяє високій освітленості фотосинтезуючої поверхні. Кількість листків відповідає кількості вузлів стебла.

Кукурудза є однодомною роздільностатевою рослиною: на одній рослині формується чоловіче суцвіття – волоть, і жіноче – качан.

Основу качана становить добре розвинений стрижень циліндричної або слабкоконусоподібної форми завдовжки 15–35 см. Його маса становить близько 15–25% маси качана. У комірках стрижня, що розташовані поздовжніми рядами, містяться попарно жіночі колоски з двома квітками.

Кукурудза належить до теплолюбних культур.

- Мінімальна температура проростання насіння більшості гібридів становить 8–10°C, дружні сходи з'являються за 10–12°C.
- Виведені селекціонерами біотики здатні проростати вже при 5–6°C.
- Сходи витримують короточасні приморозки до –3°C, у фазі 2–3 листків – до –3...–5°C.
- Найкращий ріст спостерігається за середньодобової температури до 25°C.
- При зниженні температури до 14–15°C ріст сповільнюється, а за 10°C практично припиняється.
- У період цвітіння високі температури понад 30–35°C можуть порушувати синхронність появи стовпчиків і розтріскування пиляків (різниця 7–8 днів), що спричиняє череззерницю.

Для дозрівання гібридів необхідна сума біологічно активних температур:

- 1800–2000°C – скоростиглі,
- 2300–2600°C – середньостиглі та середньоранні,
- 3000–3200°C – пізньостиглі.

За використанням вологи кукурудза посідає проміжне місце між посухостійкими та вологолюбними культурами. Коефіцієнт транспірації становить у середньому 246 (межі 174–406), що менше, ніж у культур першої групи хлібів.

Критичними періодами щодо вологи є:

- викидання волоті,
- цвітіння та запилення,
- налив зерна.

Навіть короткочасна 2–3-денна ґрунтова посуха в період цвітіння здатна знизити врожайність на 22%. Оптимальна вологість ґрунту в період інтенсивної вегетації становить 75–80% НВ, що забезпечується випаданням до 300 мм опадів улітку.

Кукурудза є вибагливою до забезпечення елементами живлення. З урожаєм 50–60 ц/га зерна або 500–600 ц/га зеленої маси рослина виносить:

- 150–180 кг/га азоту,
- 50–60 кг/га фосфору,
- 150–180 кг/га калію,

а також значну кількість мікроелементів.

Кукурудза – рослина короткого дня. За тривалості освітлення 8–9 год. вегетація скорочується, а за 12–14 год. – подовжується.

Залежно від тривалості вегетаційного періоду гібриди кукурудзи поділяють на:

- ранньостиглі – 90–100 днів;
- середньоранні – 105–115 днів;
- середньостиглі – 115–120 днів;
- середньопізні – 120–130 днів;
- пізньостиглі – 135–140 днів.

Кукурудза займає одне з провідних місць серед світових зернових культур завдяки високому біологічному та господарському потенціалу. Вона є основною стратегічною культурою світового землеробства, джерелом продовольства, кормів та сировини для різних галузей переробної промисловості. За валовими зборами зерна кукурудза впевнено посідає перше місце у світі, що зумовлено її високою врожайністю, широкою екологічною пластичністю та універсальністю використання.

Кукурудза є важливим компонентом продовольчої та кормової безпеки багатьох країн. У структурі зернового балансу України вона займає провідну позицію, забезпечуючи значну частку внутрішніх потреб тваринництва та формуючи високий експортний потенціал. Культура добре адаптується до

різноманітних ґрунтово-кліматичних зон, відзначається підвищеною стійкістю до стресових факторів та стабільною реалізацією генетичного потенціалу урожайності за належних агротехнічних умов.

Зерно кукурудзи має високі харчові якості. Воно містить:

- вуглеводи – 65–72%, переважно крохмаль;
- білок – 8–12%, представлений переважно зеїном;
- жири – 4–6%, багаті на ненасичені жирні кислоти;
- значну кількість вітамінів групи В, Е та провітаміну А,
- макро- й мікроелементи (Mg, P, Fe, Zn).

Кукурудзяне зерно використовується для виробництва круп, борошна, пластівців, дитячого харчування, олії, крохмалю, глюкози, сиропів та інших харчових продуктів. У багатьох країнах Латинської Америки, Африки та Азії воно є основним продуктом раціону населення.

У тваринництві кукурудза є незамінною висококалорійною кормовою культурою.

З одного гектара можна отримати:

- 50–140 ц/га зерна,
- 500–700 ц/га зеленої маси,
- 350–500 ц/га силосу високої якості.

Кукурудзяний силос характеризується високим вмістом сухої речовини (30–35%), перетравного протеїну та енергії, що робить його цінним кормом для ВРХ, особливо у молочному скотарстві. Зерно ж є основним компонентом комбікормів для птиці та свиней завдяки високій обмінній енергії (13–14 МДж/кг) та добрій засвоюваності.

Кукурудза є важливою сировиною для багатьох галузей промисловості, зокрема: крохмале-патокової, спиртової, біоетанолової, фармацевтичної, пивоварної, паперової, текстильної.

Із зерна отримують понад 400 різних продуктів переробки, включаючи біопластики, органічні кислоти (молочну, лимонну), ферменти, вітаміни та біологічно активні речовини.

У сучасних умовах розвитку біоенергетики кукурудза набула значної популярності як культура для виробництва біоетанолу та біогазу. Біоетанол з кукурудзи використовується як екологічно чисте моторне паливо, що сприяє зменшенню використання викопних ресурсів та скороченню викидів CO₂.

Кукурудза відіграє важливу агрономічну роль у оптимізації сівозмін. Завдяки високому виносу поживних решток і значній біомасі вона позитивно впливає на структуру ґрунту, сприяє підвищенню вмісту органічної речовини та покращує агрофізичні властивості. Культура добре реагує на внесення органічних і мінеральних добрив, а також є цінним попередником для багатьох польових культур.

В Україні кукурудза є однією з найбільш рентабельних культур, має високий експортний потенціал та відіграє значну роль у формуванні валютних надходжень АПК. У структурі посівних площ зернових частка кукурудзи становить 30–35%, а за врожайністю вона стабільно перевищує інші культури завдяки широкому впровадженню високопродуктивних гібридів та інтенсивних технологій вирощування.

1.2. Особливості різних систем удобрення при вирощуванні кукурудзи на зерно

В умовах інтенсифікації використання земель однією з ключових умов підтримання й підвищення родючості ґрунтів є нагромадження органічної речовини. Саме вона слугує важливим джерелом поповнення запасів поживних елементів, визначальним фактором активізації біологічних процесів, поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту та забезпечення сталого функціонування агроєкосистем.

Сучасні технології землеробства мають ґрунтуватися на принципах адаптивно-ландшафтного підходу та істотно відрізнятися від традиційних систем. До їх структури обов'язково включають:

- науково обґрунтовані, біологізовані сівозміни з високою часткою бобових культур;

- застосування оптимально-мінімальних доз органічних і мінеральних добрив;
- використання проміжних культур на зелений корм і сидерацію;
- повернення в ґрунт вторинної рослинницької продукції;
- диференційовану систему основного обробітку ґрунту;
- заходи з поліпшення фітосанітарного стану агрофітоценозів;
- застосування меліорантів і мікробіологічних препаратів;
- вирощування високопродуктивних сортів і гібридів культур.

Упровадження таких технологій забезпечує підвищення продуктивності праці у 1,5 рази, ефективності використання добрив – у 1,7–2,3 рази, економію паливно-мастильних матеріалів більш як на 25 %, а також зменшення виробничих витрат на 1 га на 30–40 % [13].

Важливим чинником зростання врожайності сільськогосподарських культур є внесення добрив, зокрема органічних [43]. Органічні добрива – це різноманітні за складом і властивостями речовини рослинного та тваринного походження, що вносяться в ґрунт для підвищення його родючості. Їх застосування має низку переваг:

- забезпечення рослин макро- й мікроелементами;
- збагачення ґрунту органічними речовинами, ферментами, вітамінами та іншими біологічно активними компонентами, що стимулюють ріст рослин і розвиток ґрунтової мікрофлори;
- поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту – структури, щільності, водного та повітряного режиму;
- збагачення приземного шару повітря вуглекислим газом під час мінералізації органічної речовини, що посилює інтенсивність фотосинтезу;
- практично нейтральний вплив на реакцію ґрунтового розчину.

В Україні основним видом органічних добрив є гній, однак вагоме значення мають також гноївка, сеча, пташиний послід, торф, компости та інші види органічної сировини [35].

Розрахунки балансу гумусу орних ґрунтів України свідчать, що для компенсації втрат органічної речовини у зоні Лісостепу необхідно вносити 11–13 т/га гною, а для забезпечення позитивного балансу – не менше 15–18 т/га. У 90-х роках минулого століття рівень застосування мінеральних і органічних добрив різко знизився, що негативно позначилося на відтворенні родючості ґрунтів [13].

Серед усіх видів органічних добрив провідне місце за значенням посідає підстилковий гній. Проте різке скорочення поголів'я худоби зумовило зменшення його виробництва та використання. У зв'язку з цим зростає актуальність пошуку ефективних, нетрадиційних для регіону джерел органічної речовини, зокрема використання нетоварної частини врожаю з метою стабілізації й навіть розширеного відтворення ґрунтової родючості [33, 34].

Розширення площ зернових культур призвело до збільшення виробництва соломи. Раніше її переважно використовували як корм, однак зі скороченням поголів'я худоби та переходом до інтенсивних технологій відгодівлі, де частка соломи мінімальна, з'явилася можливість використовувати її для інших цілей. Одним із найважливіших напрямів повернення органічної речовини в ґрунт є удобрення полів соломою [38].

За даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім.О.Н.Соколовського», щорічні втрати гумусу в Україні становлять близько 0,5 т/га ріллі. У той же час використання соломи та рослинних решток дозволяє повертати в ґрунт на кожен гектар 15–20 кг азоту, 8–10 кг фосфору та 30–40 кг калію. Використання 17–20 млн тон соломи як органічного добрива забезпечує економію понад 100 тис. тон азоту, 70 тис. тон фосфору та 250 тис. тон калію щорічно [22].

Основним способом застосування соломи як добрива є використання зернозбиральних комбайнів, обладнаних подрібнювачами, що рівномірно розподіляють її по поверхні поля. Інші технологічні варіанти включають

подрібнення соломи у валках із наступним розкиданням по полю та зароблянням у ґрунт або ж її видалення відомими способами [6].

Дослідження щодо порівняння ефективності дії соломи та гною мають давню історію [3, 9, 19, 20, 23] і залишаються актуальними для сучасних науковців [6, 7, 25]. Встановлено достатньо високу ефективність використання соломи в поєднанні з азотними добривами під основні сільськогосподарські культури. Проте за умов нестійкого зволоження все ще бракує обґрунтованих даних щодо доцільності застосування нетоварної частини врожаю озимої пшениці під зернову кукурудзу [4, 8, 12].

Орієнтовні розрахунки свідчать, що загальний вихід соломи в Україні може становити 50–60 млн т., що еквівалентно 200–240 млн т. підстилкового гною. У сучасних умовах від 30 до 40 млн т. соломи не залучається до потреб тваринництва та може бути використано як добриво. Враховуючи, що в одній тонні соломи міститься 35–40 кг вуглецю, 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору та 8 кг калію, внесення 30 млн т. соломи дозволить повернути в ґрунт близько 1,2 млн т. вуглецю, 150 тис. т. азоту, 75 тис. т. фосфору та 24 тис. т. калію [21].

Склад соломи істотно варіює залежно від агротехніки вирощування культур, ґрунтово-кліматичних умов, рівня удобрення та ботанічного виду злаків. У середньому з однією тонною соломи в ґрунт надходить близько 800 кг органічної речовини, 3,5–5,5 кг азоту, 0,7–1,7 кг фосфору, 5,5–13,7 кг калію, 2,2–9,2 кг кальцію, 0,5–1,7 кг магнію, 1,2–2,0 кг сірки, а також мідь, бор, цинк, молібден, марганець, кобальт та інші мікроелементи. Це свідчить про високу цінність соломи як джерела різноманітних органічних і мінеральних речовин для живлення рослин та відтворення родючості ґрунту [34].

За ефективністю дії та післядії на урожайність культур, а також впливом на відтворення гумусу, кожна тонна соломи й інших післяжнивних решток за умови дотримання відповідної технології еквівалентна 4 т гною [43]. У процесі розкладу соломи мікроорганізми включають у свій метаболізм мінеральний азот, а його засвоєння та подальша мінералізація впливають на гумусовий стан ґрунту. Відомо, що під час внесення соломи у ґрунт у вигляді

органічних сполук закріплюється 40–53% азоту. Надалі у процесі мінералізації до ґрунту надходять доступні рослинам сполуки, а також значна кількість вуглекислого газу, який у поєднанні з водою утворює вугільну кислоту, що сприяє покращенню кореневого живлення та повітряного режиму ґрунту.

Ефективність використання соломи як органічного добрива забезпечується лише за обов'язкового внесення додаткових доз азотних добрив. Зазвичай на кожен тону соломи рекомендується вносити 8–12 кг д. р. азоту, причому найбільш придатною формою для цього є аміачна селітра [38, 41].

Швидкість розкладу рослинних решток у ґрунті залежить від якості їх загортання та погодних умов. Органічна речовина перегниває тим швидше, чим вищим є вміст азоту й чим вужче співвідношення вуглецю до азоту (C:N). За умов доброї аерації активність ґрунтової мікрофлори зростає, що прискорює процеси мінералізації та гуміфікації. З цією метою до соломи часто додають рідкий гній, який посилює мікробіологічну активність і сприяє швидшому розкладанню. Подрібнення соломи також підвищує її доступність для мікроорганізмів.

Внесення соломи як добрива має чітко визначені агротехнічні вимоги й водночас важливе екологічне значення. Агрономічна доцільність такого прийому підтверджена численними дослідженнями та виробничою практикою. Використання соломи дає можливість зменшити кількість проходів техніки по полю, скоротити ущільнення ґрунту, оптимізувати витрати праці та зменшити виробничі витрати [24].

Залежно від агротехніки вирощування культур, ґрунтово-кліматичних умов, рівня удобрення та ботанічної належності злаків, хімічний склад соломи істотно варіює. У середньому з однією тонною соломи в ґрунт надходить близько 800 кг органічної речовини, 3,5–5,5 кг азоту, 0,7–1,7 кг фосфору, 5,5–13,7 кг калію, 2,2–9,2 кг кальцію, 0,5–1,7 кг магнію, 1,2–2,0 кг сірки, а також мікроелементи (мідь, бор, цинк, молібден, марганець, кобальт та інші). Такий склад свідчить про високу цінність соломи як джерела різноманітних

органічних і мінеральних речовин, здатних забезпечити відтворення родючості ґрунту та підтримання оптимального поживного режиму [34].

За сумарною дією на урожайність сільськогосподарських культур та впливом на вміст гумусу в ґрунті кожна тонна соломи, за умов дотримання відповідної технології її застосування, прирівнюється до 4 т гною [43]. У процесі мінералізації соломи мікроорганізми інтенсивно споживають мінеральний азот, що тимчасово знижує його доступність для рослин. Проте в ході подальшого розкладу частина азоту переходить у стабільні органічні форми – за даними досліджень, у ґрунті закріплюється 40–53% азоту, що надходить разом із соломою. Одночасно відбувається виділення вуглекислого газу, який утворює вугільну кислоту, покращуючи живлення рослин і сприяючи інтенсифікації корневих процесів.

Однією з ключових умов високої ефективності соломи як органічного добрива є компенсація тимчасової азотної депресії. Для цього на кожен тону соломи рекомендується додатково вносити 8–12 кг д. р. азоту, переважно у формі аміачної селітри [38, 41]. Використання азотних добрив прискорює розкладання рослинних решток, оптимізує співвідношення вуглецю і азоту (C:N) та активізує мікробіологічні процеси ґрунту.

Швидкість розкладу соломи залежить від її подрібнення, рівня аерації ґрунту та погодних умов. Добре подрібнена солома є доступнішою для ґрунтової мікрофлори, а додавання рідкого гною або інших органічних активаторів істотно прискорює мінералізаційні процеси. Важливим елементом технології є рівномірний розподіл соломи по полю, що забезпечується сучасними зернозбиральними комбайнами, обладнаними подрібнювачами. Подальше загортання соломи створює сприятливі умови для її розкладу.

Використання соломи в якості добрива має значне агроекологічне та економічне значення. Науковими дослідженнями й виробничою практикою підтверджено, що за умов правильного застосування солома сприяє формуванню стійкого рівня гумусу, покращенню структури ґрунту, його вологоутримуючої здатності та повітряного режиму. Крім того, застосування

соломи дозволяє зменшити кількість проходів техніки, обмежити ущільнення орного шару, знизити витрати праці та фінансові витрати агровиробництва [24].

У сучасних умовах, коли виробництво гною істотно скоротилося через зменшення поголів'я худоби, солома набуває особливої актуальності як доступне джерело органічної речовини. Її широке використання у системах удобрення є реальним шляхом стабілізації та розширеного відтворення родючості ґрунтів, особливо в агроценозах зернових культур.

Найдоцільніше залишати на полі соломку озимої пшениці, стебла соняшнику та кукурудзи, зібраної на зерно. Особливо цінним є її використання на площах, де озима пшениця виступає попередником цукрових буряків, кукурудзи на зерно або соняшнику. За таких умов внесення рослинних решток забезпечує поліпшення структурно-агрегатного складу ґрунту та підвищує його потенційну родючість. На полях, де солома залишається після збирання, зернозбиральні комбайни повинні працювати з подрібнювачами без копнувача, забезпечуючи рівномірне її розсіювання по поверхні ґрунту [35, 36].

Економічні розрахунки, виконані Інститутом землеробства НААН, свідчать, що собівартість одиниці NPK, внесеної з органічними матеріалами, є суттєво нижчою порівняно з мінеральними добривами у 3–6 разів дешевше вартості одиниці NPK мінеральних добрив, яка сягає близько 10 грн [21]. Таким чином, використання побічної продукції як джерела елементів живлення є не лише екологічно доцільним, а й економічно вигідним.

Подрібнення післязбиральних решток і рівномірне розкидання їх по поверхні ґрунту позитивно впливає на водний режим агроєкосистеми. Шар мульчі прискорює інфільтрацію вологи, зменшує поверхневий стік, уповільнює рух повітря над поверхнею ґрунту, знижує його температуру та скорочує втрати води внаслідок випаровування. Крім того, рослинні рештки пом'якшують кінетичну енергію дощових крапель, запобігаючи запливанню та утворенню кірки, сприяючи збереженню структури ґрунту та зменшенню

ерозійних процесів. Такий захист поверхні ґрунту також обмежує втрати органічної речовини та зменшує ризик забруднення ґрунтових вод. Мінералізуючись, мульча покращує поживний режим у наступний період вегетації завдяки додатковому надходженню доступних елементів живлення [32].

Солому в господарствах застосовують по-різному, однак найбільш ефективним способом її використання є заорювання в ґрунт або залишення на поверхні у вигляді мульчі. Порівняно з компостуванням чи використанням соломи як підстилки для тваринництва, це найменш затратний і технологічно простий спосіб повернення органічної речовини у ґрунт.

Важливо зазначити, що потік рослинних решток у ґрунт розпочинається ще з фази кущення зернових колосових культур унаслідок відмирання слабких пагонів, корінців, бур'янової фітомаси та інших компонентів. За літній період у ґрунт надходить близько 15–35% загальної кількості побічної продукції, за умови, що солома після збирання заробляється в орний шар [1].

Дослідження, проведені в Україні та за кордоном, підтверджують позитивний вплив внесення соломи як органічного добрива на вміст основних поживних елементів у ґрунті. Найбільш виражений ефект спостерігається за поєднання соломи з мінеральними добривами, що забезпечує оптимізацію співвідношення C:N, підвищує активність ґрунтової мікрофлори та забезпечує більш рівномірне надходження поживних речовин упродовж вегетації.

Важливим напрямом підвищення родючості ґрунтів є використання соломи як органічного добрива, що забезпечує надходження значної кількості органічної речовини та макроелементів у ґрунт. Багаторічні дослідження засвідчують, що поєднання соломи з мінеральними добривами сприяє активізації процесів мінералізації та гуміфікації, а також покращує азотний, фосфорний і калійний режими ґрунту.

Так, у дослідях Г.І. Іванця [19] внесення 6–8 т/га соломи разом з N120P120K120 забезпечило підвищення вмісту нітратного азоту на час сівби цукрових буряків до 1,92 мг/кг ґрунту, тоді як на контролі цей показник

становив 1,42 мг/кг. Вміст рухомих сполук фосфору та калію зріс відповідно на 8 і 6 мг/кг. Систематичне застосування соломи у поєднанні з мінеральними добривами на вилугуваному чорноземі південного Лісостепу сприяло накопиченню нітратів у шарі 0–40 см на 2,7–14 мг/кг, а рухомих сполук фосфору в шарі 0–20 см – на 28–32 мг/кг.

За даними інших дослідників [6, 7], внесення 3 т/га соломи у поєднанні з N30 забезпечувало бездефіцитний баланс азоту в сівозміні. Оптимальний баланс фосфору отримано при застосуванні фосфорних добрив у нормі P35 як окремо, так і в поєднанні з соломою на рівні 3 т/га. Позитивний баланс калію спостерігали при внесенні K₁₈ на фоні тієї ж кількості соломи. Тривале внесення подрібненої соломи разом з додатковими азотними добривами сприяло збільшенню вмісту мінерального азоту, а також підвищенню рівня рухомих форм фосфору й калію [6, 7].

За розрахунками фахівців [39], для запобігання втратам гумусу за умов формування середньої врожайності зернових 40 ц/га, цукрових буряків 350 ц/га, соняшнику 20 ц/га, картоплі 150 ц/га та овочів і баштанних 200 ц/га необхідно щорічно надходження близько 15 т/га органічної речовини з побічною продукцією за умови використання відповідної кількості мінеральних добрив.

Солома є також важливим джерелом вуглецю. Під час її розкладу в ґрунт надходить значна кількість CO₂ (до 25 % від загальної маси), що, розчиняючись у воді, утворює вуглекислоту й переводить низку компонентів соломи в доступні для рослин форми. Одночасно поліпшуються умови кореневого та повітряного живлення рослин [46]. Подрібнена солома, завдяки більшій гігроскопічності та вологоємності, рівномірніше розподіляється в орному шарі та швидше включається в біологічний кругообіг.

З урахуванням цих особливостей формуються ключові агротехнічні вимоги до внесення соломи як добрива [47]:

- застосовувати солону доцільно насамперед на збіднених ґрунтах;

- найбільший ефект отримують за умови загортання соломи під основний обробіток ґрунту на площах під просапні культури;
- рівномірність розподілу подрібненої соломи (довжиною 5–10 см) повинна становити не менше 75 %;
- після розкидання соломи та внесення азотних добрив (8–10 кг д.р. на 1 т соломи) поле повинно бути продискоуване протягом 7 днів на глибину 8–12 см;
- використовувати солому на добриво варто на полях із низьким рівнем забур'яненості.

Застосування соломи має й важливе екологічне значення [6]. Зокрема:

- утилізується значна маса органічної речовини, продукти її розкладу повністю поглинаються ґрунтовим комплексом;
- солома повторно включається до біологічного кругообігу елементів живлення;
- повільне розкладання соломи у ґрунті запобігає накопиченню надлишкових концентрацій нітратного азоту та рухомих форм фосфору й калію;
- стабілізується баланс надходження та витрат елементів живлення, що мінімізує їх вимивання у водойми та втрати зі стоком;
- рівномірно розподілена солома зменшує перегрів і пересихання ґрунту;
- внесення соломи сприяє розвитку ґрунтової фауни, що позитивно впливає на агрофізичні й агрохімічні властивості ґрунту.

Як відмічає М.К.Шичула, за умов інтенсифікації землеробства більшу частину побічної продукції необхідно повертати у ґрунт як органічне добриво, оскільки зі скороченням обсягів тваринництва солома дедалі менше використовується як кормова сировина. За ефективністю приорана солома і стебла кукурудзи у 2–3 рази переважають гній, а 3–4 т соломи еквівалентні 9 т гною на гектар. При цьому заощаджується близько 30 кг/га дизельного пального, що в масштабах України становить майже 1,2 млн т [13].

У різних ґрунтово-кліматичних зонах багатьма дослідниками встановлено позитивний вплив внесення соломи на врожайність просапних культур, особливо за її поєднання з повним мінеральним добривом. За даними шестирічних досліджень стаціонарного досліду на чорноземі опідзоленому Верхняцької дослідної станції, внесення під цукрові буряки 5 т/га соломи пшениці озимої у поєднанні з мінеральним добривом N120P100K140 забезпечило продуктивність культури у ланці з багаторічними травами на рівні 40 т/га гною разом з тією ж нормою мінерального добрива або 80 т/га чистого гною. Урожайність коренеплодів за цих систем удобрення становила 42,6 та 43,8 т/га відповідно, тоді як на варіанті без добрив – 35,2 т/га. Найвищу цукристість – 15,3 % – забезпечувало внесення 80 т/га гною. На фоні повного мінерального добрива за використання соломи та підстилкового гною цукристість знижувалася до 14,9 і 14,7 %, однак збір цукру залишався на тому ж рівні – 6,3 і 6,4 т/га. За органічної системи удобрення збір цукру був дещо вищий і становив 6,7 т/га [4].

Дослідження, проведені на чорноземі вилугуваному Уладово-Люлинецького відділення ІЦБ, також підтверджують високу ефективність соломи як органічного добрива. Внесення 5 т/га соломи разом із компенсуючою дозою азоту (10 кг д.р. на 1 т соломи) або на фоні пожнивних сидератів забезпечило урожайність коренеплодів на рівні органічної системи удобрення із застосуванням 40 т/га гною. Урожайність становила 38,9–39,9 т/га проти 31,5 т/га на контролі без добрив [18].

Поєднане внесення соломи та повного мінерального добрива у дозі N90P110K130 під цукрові буряки сприяло підвищенню врожайності до 41,7 т/га, однак цей показник достовірно поступався врожайності за традиційної системи удобрення – 45,4 т/га при використанні 40 т/га гною на тому ж фоні N90P110K130. Лише застосування повного мінерального добрива на фоні соломи і сидератів або комбінування половинних доз мінеральних добрив під сидерати та під буряки забезпечувало врожайність, співставну з традиційною органо-мінеральною системою – 44,0 і 45,3 т/га відповідно. У цих варіантах

цукристість коренеплодів становила 16,3–16,5 %, що забезпечило збір цукру на рівні 7,2–7,5 т/га. Для порівняння, за внесення підстилкового гною на фоні повного мінерального добрива цукристість становила 16,4 %, а збір цукру – 7,4 т/га [18].

Водночас використання соломи з компенсуючою дозою азоту або на фоні повного мінерального добрива обумовило певне зниження цукристості коренеплодів порівняно з традиційною системою удобрення – у середньому на 0,5 %. Відповідно зменшився і збір цукру – до 6,2 та 6,6 т/га. Однак у порівнянні з контролем без добрив приріст урожайності становив 7,4–10,2 т/га, а приріст збору цукру – 1,0–1,4 т/га, що підтверджує високу ефективність використання соломи як цінного джерела органічної речовини і фактору підвищення продуктивності цукрових буряків [12].

За 15-річними результатами досліджень Полтавського інституту АПВ імені М.І. Вавилова УААН внесення стебел кукурудзи у чистому вигляді під горох забезпечило отримання 21,9 ц/га зерна, що на 1,9 ц/га більше порівняно з контролем. Внесення стебел кукурудзи з компенсаційною дозою азоту (N10 на кожну тонну) забезпечувало приріст урожайності 3,4 ц/га, тоді як застосування чистої соломи давало приріст 1,5 ц/га [11].

Внесення під кукурудзу лише побічної продукції попередньої культури – подрібненої соломи озимої пшениці, розподіленої по полю під час збирання – практично не пов'язане з додатковими витратами. Середньорічний приріст урожайності за 15 років становив 5,3 ц/га (63,0 ц/га). Середній приріст врожайності зерна кукурудзи при використанні побічної продукції з компенсаційною дозою мінерального азоту складав 11,2 ц/га. Результати досліджень у трипільній сівозміні (горох – озима пшениця – кукурудза) свідчать, що застосування соломи гороху, озимої пшениці та стебел кукурудзи з внесенням на кожну тонну побічної продукції 10 кг діючої речовини азоту є високоефективним заходом удобрення польових культур і збагачення ґрунту органічною речовиною [11].

Безпосереднє використання побічної продукції рослинництва дозволяє суттєво скоротити трудові та матеріальні витрати підприємств, оскільки виключає потребу у виконанні окремого робочого процесу та зменшує кількість технологічних операцій у ланці «солома – гній – ґрунт».

За даними Назаренка М.М., внесення соломи було досить ефективним способом удобрення: урожай порівняно з варіантом без добрив збільшувався на 0,69 т/га (11,3 %), а при додаванні компенсаційної дози азоту ефективність соломи дорівнювала внесенню мінеральних добрив у нормі N60P40K60 і поступалась внесенню 50 т/га гною лише на 0,14 т/га. Поєднання соломи з гноєм та мінеральними добривами збільшувало урожай зерна на 0,34–0,42 т/га (5–7%). Внесення соломи з мінеральними добривами забезпечило максимальний урожай кукурудзи – 7,89 т/га, що на 1,79 т/га більше порівняно з варіантом без добрив (29,3 %) [29, 30].

Отже, використання побічної продукції рослинництва разом із мінеральними добривами в сучасних умовах господарювання є одним із основних заходів, здатних зупинити зниження родючості ґрунтів та підвищити врожайність польових культур.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтові умови та їх характеристика

Дослідження проводилися на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ, яке розташоване на території дослідного господарства «Степне». Господарство знаходиться на схід від м. Полтава, поблизу умовної межі між південним Лісостепом і північним Степом центральної частини Лівобережної України.

Основним виробничим напрямом господарства є вирощування елітного насіння зернових і кормових культур, а також вирощування та реалізація племінного молодняка свиней і великої рогатої худоби. Господарство забезпечує наукові відділи станції необхідними умовами для проведення досліджень у галузі землеробства, агрохімії, кормовиробництва та селекції. На території землекористування розташований населений пункт – селище Степне.

Територія господарства знаходиться у зоні помірного клімату. Основним типом ґрунтів є чорнозем глибокий малогумусний, сформований на карбонатному лесі. Вміст карбонатів у лесі сягає 13 %. Механічний склад ґрунтів на більшій частині території – важкосуглинковий. Із заглибленням ґрунтового профілю частка піску зменшується, тоді як кількість крупного пилу збільшується. Фізико-хімічні властивості чорноземів є сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур.

За вмістом гумусу ці ґрунти належать до малогумусних чорноземів. У шарі 0–20 см його кількість становить 4,40 %, поступово зменшуючись у глибших горизонтах – до 3,13 % на глибині 50–65 см. Забезпеченість рухомими формами елементів живлення середня: у шарі 0–20 см міститься 9,44 мг фосфору та 12,8 мг калію на 100 г ґрунту.

Ґрунтові води залягають на глибині 25–40 м і не впливають на водний режим ґрунту.

2.2. Погодні умови та їх особливості

За даними Полтавської метеостанції, клімат території де розташоване дослідне поле Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ належить до помірно континентального з тенденцією до недостатнього зволоження, що зумовлює поєднання холодної зими та спекотного літа. Полтавський відділок метеостанції розташований у центральному середньозволоженому агрокліматичному районі, кліматичні умови якого істотно впливають на формування продуктивності сільськогосподарських культур та ефективність їх вирощування.

В останні десятиліття спостерігається стійка тенденція до підвищення глобальної середньорічної температури. За даними багаторічних спостережень, протягом останніх 30 років вона зросла приблизно на 0,5 °С, що свідчить про вплив кліматичних змін на умови вирощування сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим під час проведення наукових досліджень особливо важливо враховувати сучасні кліматичні тренди [20].

Клімат Полтавської області характеризується помірною континентальністю та нестійким режимом зволоження, що проявляється у холодних зимових та жарких літніх періодах. Середньобагаторічні кліматичні показники дають можливість здійснити загальну оцінку умов вирощування культур у регіоні.

Тривалість осінньо-зимового періоду становить 170–180 днів. Настання осені відповідає другій декаді жовтня, коли середньодобова температура знижується до 10 °С. Середня дата появи перших осінніх заморозків – 11 жовтня. У кінці жовтня температура повітря опускається нижче 5°С, що вважається завершенням вегетаційного періоду для більшості польових культур.

Середньобагаторічна сума опадів становить 509 мм, причому їх розподіл протягом року є нерівномірним: найбільша кількість опадів припадає на весняний період. Сніговий покрив утворюється переважно у другій декаді грудня. Глибина промерзання ґрунту зазвичай становить 30–60 см.

Таблиця 2.1.

Середньобагаторічні кліматичні показники району досліджень

Показник	Значення
Середньорічна температура, °С	8,0
Середня температура січня, °С	-5,6
Середня температура липня, °С	21,2
Тривалість осінньо-зимового періоду, діб	170–180
Дата настання осінніх заморозків	11 жовтня
Початок вегетації, °С	I декада квітня ($t = 5\text{ °С}$)
Середньорічна сума опадів, мм	509
Висота снігового покриву, см	10–20
Тривалість снігового покриву, діб	90–100
Глибина промерзання ґрунту, см	70–100
Середньобагаторічна відносна вологість повітря, %	75,4
Відносна вологість у період вегетації, %	47–53

Відновлення вегетації рослин настає у першій декаді квітня за підвищення середньодобової температури до 5°С. У період вегетації відносна вологість повітря коливається в межах 47–53 %. Середньорічна температура повітря становить 8,0 °С. Найвищі температури спостерігаються у липні (21,2°С), найнижчі – у січні (-5,6 °С).

Таблиця 2.2.

Характеристика кліматичних сезонів у зоні досліджень

Сезон	Основні особливості
Осінь	Початок у II декаді жовтня, зниження t до 10 °С; кінець вегетації при $t < 5\text{ °С}$
Зима	Холодна, нестійкі відлиги, сніговий покрив до 100 діб
Весна	Найбільша кількість опадів; відновлення вегетації – I декада квітня
Літо	Жарке, іноді сухе; найменша вологість у III декаді травня; максимальний дефіцит вологи – III декада червня

Середньобагаторічна відносна вологість повітря становить 75,4 %. Літній період для території господарства характеризується зниженням вологості повітря за високих температур. Максимальний дефіцит атмосферної вологи припадає на третю декаду червня, а найнижчі показники відносної вологості спостерігаються у третій декаді травня.

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи в роки проведення досліджень характеризувалися значними коливаннями середньодобової температури повітря порівняно із середніми багаторічними значеннями. Загалом 2024 і 2025 роки можна віднести до тепліших за норму, однак із різними проявами погодної нестабільності на початку та впродовж вегетації культури.

Температурний режим 2024 року (табл. 2.3).

Середньомісячна температура повітря у 2024 році становила 12,2°C, що на 4,2 °C вище за норму. Упродовж року спостерігалася тенденція до підвищеного температурного фону.

На початку року (січень–березень) температура перевищувала багаторічну норму на 2,9–7,2°C. Найбільше відхилення зафіксовано у лютому (+7,2°C), що свідчить про нетипово теплу зиму та ранній початок весняних процесів у ґрунті.

Весняні місяці також були теплішими за звичайні: у березні температура перевищувала норму на +4,8°C, у квітні – на +5,5°C. Травень був близьким до норми (+0,9°C), що забезпечило поступовий перехід до оптимальних умов для сівби кукурудзи.

У літній період (червень–серпень) спостерігалася стабільне підвищення температури, що на 3,3–4,6°C перевищувало середньобагаторічні показники. Найспекотнішим був липень із середньомісячною температурою 25,8 °C, що на 4,6 °C вище від норми. Такі умови могли сприяти прискореному проходженню фенологічних фаз та інтенсивному випаровуванню вологи.

Вересень і жовтень також характеризувалися температурним перевищенням відповідно на 6,7 °C і 4,5 °C. Лише в листопаді відхилення від

норми було помірним (+1,2 °C), а грудень зберігав аномально теплий характер із відхиленням +4,4 °C.

Загалом погодні умови 2024 року були сприятливими для формування врожаю, хоча надмірно високі температури літа підвищували ризики посушливих явищ.

Таблиця 2.3

Температура повітря та опади за вегетаційний період 2024 року

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, °C за:					
I декаду	14,8	14,7	23,4	26,3	22,5
II декаду	14,8	14,2	22,6	28,1	21,8
III декаду	14,9	20,5	22,0	23,0	27,0
за місяць	14,8	16,6	22,7	25,8	23,8
Середньодобова температура, норма за:					
I декаду	7,0	13,7	18,4	20,1	21,0
II декаду	9,2	15,7	19,1	21,2	20,3
III декаду	11,1	17,3	19,8	21,8	17,8
за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1
Абсолютний максимум t повітря, °C					
фактично	28,0	31,5	34,5	38,0	37,5
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °C					
фактично	0,0	-3,5	11,5	11,5	10,5
норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за:					
I декаду	0	5,1	3,7	0	2,0
II декаду	9,7	4,4	35,5	0	0
III декаду	6,0	2,2	4,4	0	0,8
за місяць	15,7	11,7	43,6	0	2,8
Опади, мм багаторічна норма за:					
I декаду	10,2	13,9	14,6	20,8	12,6
II декаду	10,9	14,5	24,2	18,6	12,6
III декаду	10,1	17,1	26,4	21,7	17,5
за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7
ГТК фактично	0,37	0,23	0,64	0,0	0,04
ГТК норма	–	0,93	1,12	0,93	0,67

Температурний режим 2025 року (табл. 2.4).

У 2025 році середньомісячні температури були дещо нижчими, ніж у 2024 році, проте за більшістю місяців також перевищували багаторічну норму. Особливістю року стало чергування теплих і прохолодних періодів.

Таблиця 2.4

Температура повітря та опади за вегетаційний період 2025 року

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, °С за:					
I декаду	7,5	13,9	23,2	23,9	21,9
II декаду	13,2	13,2	18,1	23,2	19,7
III декаду	14,6	20,9	18,1	24,4	20,1
за місяць	11,8	16,2	19,2	23,9	20,5
Середньодобова температура, норма за:					
I декаду	7,0	13,7	18,4	20,1	21,0
II декаду	9,2	15,7	19,1	21,2	20,3
III декаду	11,1	17,3	19,8	21,8	17,8
за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1
Абсолютний максимум t повітря, °С					
фактично	30,0	30,0	26,7	29,2	25,8
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С					
фактично	-5,5	-0,5	14,8	17,3	14,8
норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за:					
I декаду	5,8	19,1	0,0	0,8	6,7
II декаду	1,3	40,7	9,4	21,0	1,0
III декаду	0,0	4,9	7,0	43,3	19,8
за місяць	7,1	64,7	16,4	65,1	27,5
Опади, мм багаторічна норма за:					
I декаду	10,2	13,9	14,6	20,8	12,6
II декаду	10,9	14,5	24,2	18,6	12,6
III декаду	10,1	17,1	26,4	21,7	17,5
за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7
ГТК фактично	0,20	1,24	0,28	0,88	0,43
ГТК норма	–	0,93	1,12	0,93	0,67

Зимові місяці були контрастними: січень значно тепліший за норму (+7,6 °С), тоді як лютий був трохи прохолоднішим (-0,7 °С). У березні температура знову перевищила норму (+6,8 °С), що сприяло ранньому відновленню весняних польових робіт.

Квітень і травень характеризувалися помірними позитивними відхиленнями (+2,5°C та +0,5°C відповідно), що забезпечувало сприятливі умови на початку вегетації кукурудзи.

У літні місяці 2025 року температури коливалися в межах норми: червень був дещо прохолоднішим (-0,2°C), липень – теплішим (+2,7°C), серпень – майже в межах багаторічного показника (+0,4°C). Такі умови були загалом задовільними для росту культури, не викликаючи надмірного термічного стресу.

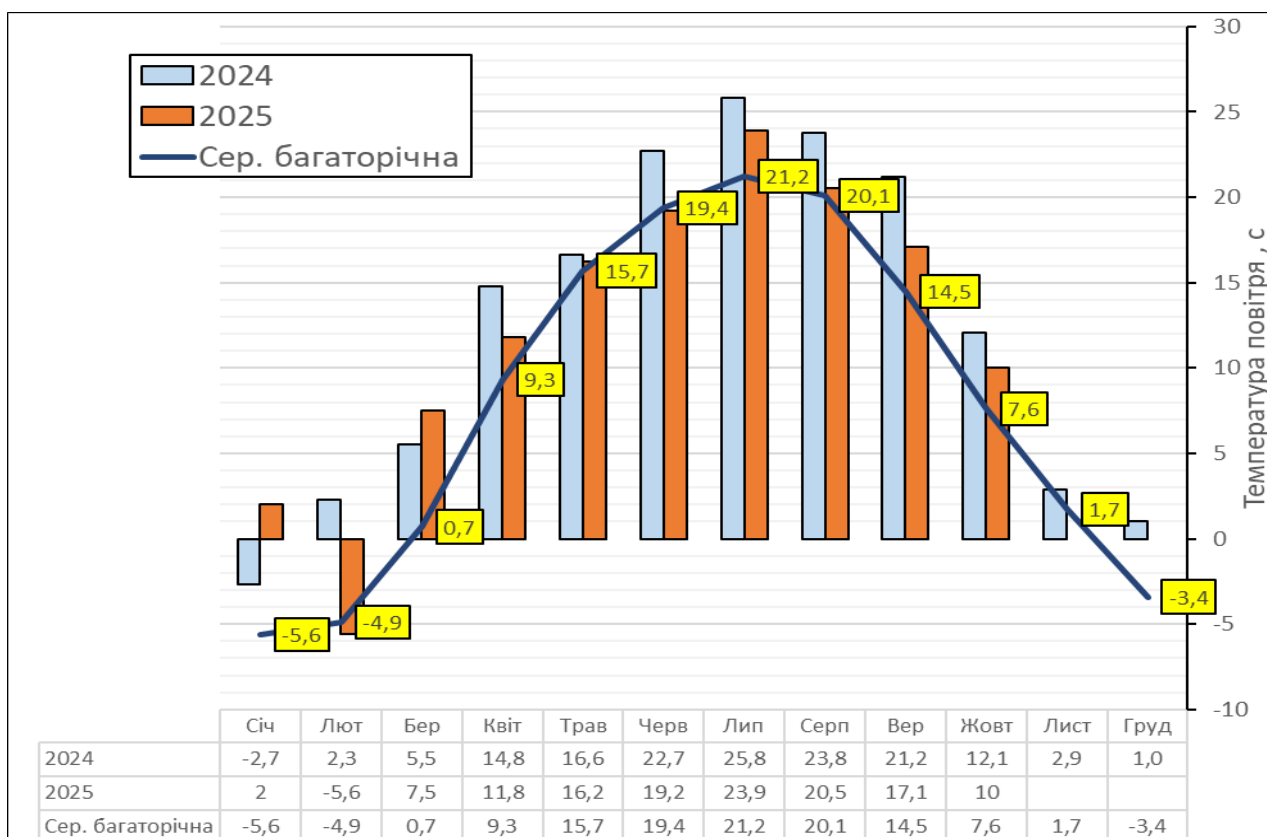


Рис. 2.1. Температура повітря за роки проведення досліджень.

У вересні та жовтні температура повітря була відповідно на 2,6°C та 2,4°C вищою від норми. Це сприяло подовженню вегетації та покращенню умов досягання зерна.

Проведений аналіз дозволяє зробити такі висновки:

- роки досліджень були теплішими за норму, що є характерною рисою сучасних кліматичних змін;

- 2024 рік був значно теплішим, особливо в осінньо-зимовий та літній періоди;
- 2025 рік відзначався більш помірними температурними коливаннями, особливо влітку;
- такі умови загалом були сприятливими для вирощування кукурудзи, однак періоди високих температур у 2024 році могли посилювати ризики дефіциту вологи, особливо у фазах цвітіння та наливу зерна.

Опади вегетаційного періоду. Опади є одним із ключових екологічних чинників, що визначають рівень забезпечення рослин вологою та формування врожайності кукурудзи. Аналіз погодних умов за 2024–2025 роки свідчить про істотні коливання кількості атмосферних опадів порівняно із середніми багаторічними значеннями.

Рік 2024 вирізнявся надзвичайно нерівномірним розподілом опадів протягом року та значним їх дефіцитом у літній період. Загальна кількість опадів за рік становила 299,4 мм, що на 219,9 мм менше норми (519,3 мм).

У зимові місяці (січень–березень) сумарні опади становили 101,8 мм, що близьке до норми. Однак із настанням весни спостерігалось різке зниження кількості атмосферних опадів. У квітні випало лише 15,7 мм, що на 15,5 мм менше багаторічного показника, а в травні – 11,7 мм, що на 33,8 мм менше норми.

Особливо посушливими були червень–серпень, які є критичними для формування продуктивності кукурудзи.

- у червні випало 43,6 мм (на 21,6 мм менше норми),
- у липні – 0 мм за всі три декади (дефіцит 61,1 мм),
- у серпні – 2,8 мм (дефіцит 39,9 мм).

Вересень також характеризувався нестачею вологи (2,1 мм за місяць), що на 43,8 мм менше середнього багаторічного значення. У жовтні й листопаді кількість опадів різко збільшилася (39,3 та 50,5 мм відповідно), але це не змогло компенсувати критичний літній дефіцит.

Отже, вегетаційний період кукурудзи у 2024 році проходив в умовах вираженої атмосферної та ґрунтової посухи, що могло суттєво впливати на ріст, розвиток та формування врожайності культури.

На відміну від попереднього року, 2025 рік характеризувався кращим, хоча також нерівномірним забезпеченням вологою. За січень–жовтень (наявні дані) випало 297,7 мм, що є меншим за багаторічну норму, однак вираженої літньої посухи, як у 2024 році, не спостерігалось.

У січні та лютому опади були нижчими за норму, але вже у березні та травні спостерігалось їх збільшення (24,9 мм та 64,7 мм відповідно). У червні та липні кількість опадів була нижчою за багаторічний показник, але не критично.

Липень характеризувався підвищеною кількістю опадів (65,1 мм), що на 4,0 мм більше середньобагаторічного значення, а серпень і вересень також мали достатню кількість вологи (27,5 та 22,7 мм відповідно). Жовтень 2025 року суттєво перевищив норму – 65,5 мм проти 41,3 мм багаторічного, що забезпечило поповнення запасів ґрунтової вологи.

У цілому період вегетації кукурудзи (квітень–вересень) у 2025 році пройшов в умовах кращого зволоження, ніж у 2024 році, завдяки більш рівномірному надходженню атмосферної вологи та відсутності тривалих посух.

Порівняльна характеристика 2024–2025 років

- 2024 рік був антициклональним і вкрай посушливим, особливо в червні–серпні.
- 2025 рік мав більш сприятливий гідротермічний режим, із достатнім рівнем опадів у критичні фази вегетації.
- Дефіцит опадів у 2024 році під час формування генеративних органів кукурудзи міг істотно обмежувати врожайність.
- У 2025 році забезпеченість вологою у фазах 3–10 листків, викидання волоті та наливання зерна була близькою до оптимальної.

Аналіз опадів 2024–2025 рр.

1. Сума опадів по місяцях (2024 рік):

- Найвологішими місяцями стали листопад (50,5 мм), січень (50,4 мм) та червень (43,6 мм).
- Найменше опадів випало в липні (0 мм), серпні (2,8 мм) і вересні (2,1 мм).
- Загальна річна сума: 299,4 мм, що на 219,9 мм менше за середньорічну норму (519,3 мм).

2. Відхилення від середньорічної норми (2024 рік):

- Сильний дефіцит у липні (-61,1 мм), серпні (-39,9 мм) і вересні (-43,8 мм).
- Невеликі надлишки спостерігалися у січні (+9,9 мм) та листопаді (+10,1 мм).

3. Сума опадів по місяцях (2025 рік):

- Найвологіші місяці: травень (64,7 мм), липень (65,1 мм) та жовтень (65,5 мм).
- Найсухіші: січень (8,6 мм), квітень (7,1 мм) та червень (16,4 мм).
- Поки що річна сума не підрахована повністю, але можна приблизно оцінити тенденцію як нижчу або близьку до середньої за окремі місяці.

4. Відхилення від середньорічної норми (2025 рік):

- Сильний дефіцит: січень (-31,9 мм), червень (-48,8 мм), квітень (-24,1 мм).
- Надлишок: травень (+19,2 мм), липень (+4,0 мм), жовтень (+24,2 мм).

5. Середньорічна норма опадів:

- Коливається від 30,7 мм у березні до 65,2 мм у червні.
- Загальна річна сума: 519,3 мм.

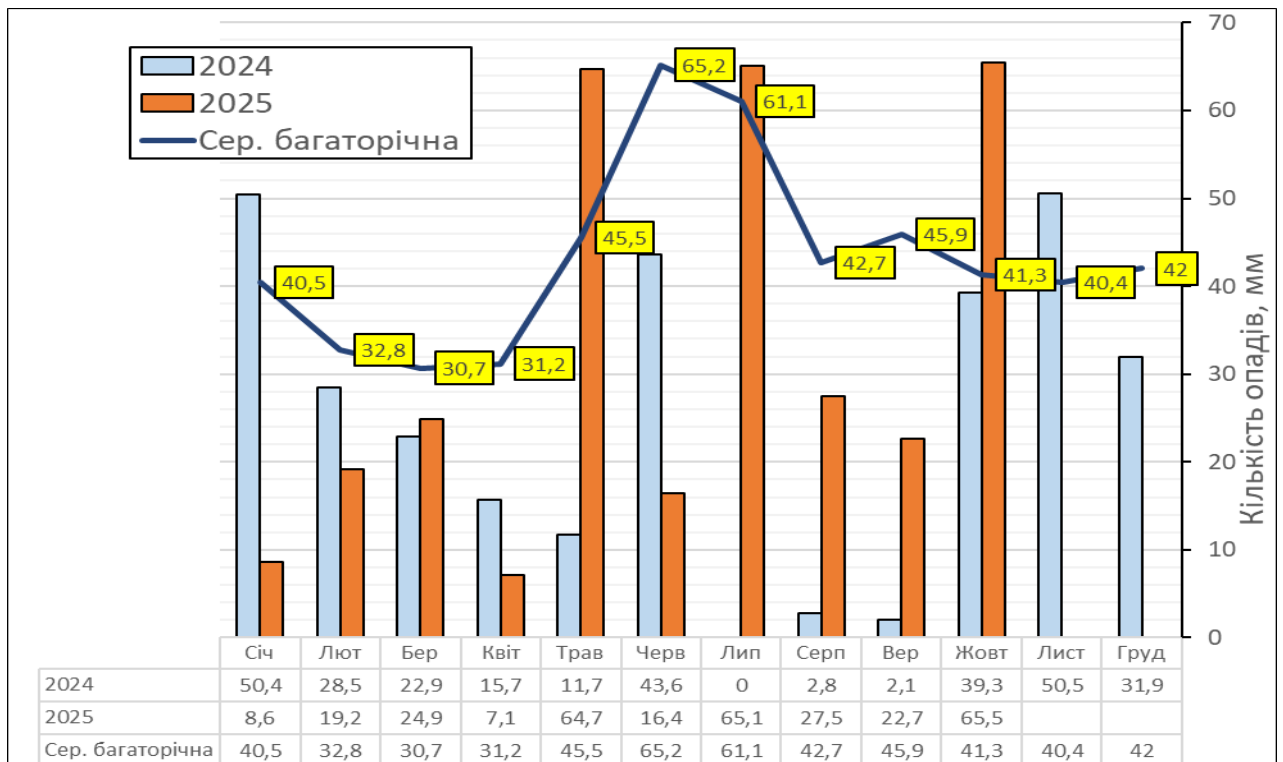


Рис. 2.2. Кількість опадів за роки проведення досліджень.

Висновок. Погодні умови за кількістю опадів у роки досліджень були контрастними. 2024 рік характеризувався надзвичайно посушливими умовами, тоді як 2025 рік можна вважати відносно сприятливим для вирощування кукурудзи. Ці особливості варто враховувати при аналізі продуктивності рослин, динаміки росту та ефективності застосованих агротехнічних заходів.

Погодні умови, що склалися, у цілому, на протязі весняно-літнього періоду дали можливість провести на задовільному рівні комплекс весняних заходів, та в оптимальні строки посіяти і отримати задовільний урожай с/г культур.

2.3. Методика проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу застосування побічної продукції (соломи пшениці озимої) на формування стабільно високої, екологічно чистої та якісної продукції за умов одночасного збереження родючості ґрунту проводили на чорноземі глибокому малогумусному. Схема дослідів включала наступні варіанти:

1. $N_{45}P_{45}K_{45}$ (контроль);
2. Побічна продукція (солома пшениці озимої) (ПП) + N_{10}/T ;
3. Побічна продукція (солома пшениці озимої) (ПП) + N_{10}/T + $N_{45}P_{45}K_{45}$;
4. Побічна продукція (солома пшениці озимої) (ПП) + N_{10}/T + N_{60} (підживлення);

Попередником кукурудзи у досліді була пшениця озима. Основний обробіток ґрунту здійснювали оранкою на глибину 27–29 см, що забезпечувало достатнє розпушення ґрунтового шару та поліпшення водно-повітряного режиму. Висів кукурудзи проводили у першій декаді травня з одночасним внесенням нітроамофоски в перерахунку на діючу речовину $N_{45}P_{45}K_{45}$. Це забезпечувало оптимальне живлення рослин на початкових етапах росту та сприяло формуванню продуктивного листового апарату.

У досліді використовували гібрид кукурудзи – КВС 2370 ФАО-280 (KWS), рекомендована норма висіву для зони – 60,0–65,0 тис. шт./га. Гібрид відзначається підвищеною посухостійкістю, високою здатністю ефективно засвоювати поживні речовини з ґрунту та добрив, а також невибагливістю до умов ґрунтового середовища. Він характеризується раннім нагромадженням сухої речовини, прискореним відведенням вологи при досяганні, високою стійкістю до вилягання, корневих і стеблових гнилей, гельмінтоспоріозу, пухирчастої сажки та іржі. Потенціал урожайності цього гібриду становить 13,5 т/га, а рекомендована густина стояння у зоні Лісостепу – 65 тис. рослин/га.

Площа однієї дослідної ділянки складала 175 м², облікова площа – 70 м². Агротехніка вирощування кукурудзи на зерно була загальноприйнятою для зони Лісостепу та включала комплекс заходів, спрямованих на забезпечення оптимального росту та розвитку рослин. Повторність варіантів досліді була чотириразовою, а розміщення ділянок – послідовним, що забезпечувало статистично надійне оцінювання ефектів досліджуваних факторів.

Збирання врожаю проводили вручну, поділяючи. Качани очищали та зважували. На кожній ділянці здійснювали підрахунок кількості рослин і

сформованих качанів для визначення фактичної густоти рослин перед збиранням, кількості качанів на 100 рослин, а також маси одного качана із зерном.

Вміст білка у зерні визначали на інфрачервоному аналізаторі, що дозволяло швидко та точно оцінити якість продукції. Вологість зерна встановлювали термостатно-ваговим методом шляхом висушування проб при температурі 105 °С до досягнення постійної маси. Вихід зерна визначали за результатами обмолоту 10 середніх за величиною качанів.

Отримані врожайні дані коригували до стандартної вологості та обробляли методом дисперсійного аналізу із застосуванням математично-статистичного апарату, що дозволяло оцінити достовірність впливу факторів досліду на продуктивність та якість зерна.

2.4. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Попередником кукурудзи у досліді була озима пшениця. Після її збирання проводили луцення стерні важкою дисковою бороною БДТ-7 у два сліди на глибину 6–8 см. Таке агротехнічне приймання спрямовували на активізацію проростання падалиці та бур'янів, подрібнення та часткове заробляння рослинних решток, а також на створення оптимальних умов для подальшого внесення побічної продукції.

Згідно зі схемою досліду вносили подрібнену солому озимої пшениці. Після рівномірного розподілу соломи по поверхні поля повторно проводили дискування БДТ-7 у два сліди на глибину 6–8 см для її часткової інкорпорації у верхній шар ґрунту та стимулювання процесів мінералізації.

Основний обробіток ґрунту здійснювали плугом з передплужниками. Оранку проводили на глибину 27–29 см, що забезпечувало повне загортання рослинних решток, покращення аерації ґрунту, накопичення вологи та створення сприятливих умов для росту кореневої системи кукурудзи. Поверхня поля після оранки відрізнялася вирівняністю та оптимальною грудкуватістю.

Навесні, після настання фізичної стиглості ґрунту, виконували закриття вологи важкими зубовими боронами. Цей прийом сприяв руйнуванню ґрунтової кірки, збереженню зимових запасів вологи та вирівнюванню поверхні поля. Передпосівну культивуацію здійснювали на глибину 6–7 см – відповідно до глибини загортання насіння. Безпосередньо перед культивуацією у ґрунт вносили ґрунтовий гербіцид Харнес у нормі 2 л/га, забезпечуючи мінімальний проміжок часу між внесенням і заробкою для досягнення максимальної гербіцидної ефективності.

Сівбу проводили пунктирним способом сівалкою УПС-8, забезпечуючи рівномірний розподіл насіння по площі та дотримання глибини загортання 6–7 см. Норма висіву становила 60 тис. шт./га схожих насінин, що відповідало рекомендованій густоті стояння рослин для даного гібриду та ґрунтово-кліматичних умов.

Догляд за посівами включав два міжрядні рихлення на глибину 6–8 см. Перше рихлення здійснювали у фазі 3–4 листків кукурудзи з метою знищення ґрунтових бур'янів, а також покращення повітряного режиму кореневмісного шару. Друге рихлення проводили у фазі 6–7 листків, використовуючи лапи-бритви для підрізання бур'янів у міжряддях та створення розпушеного шару ґрунту.

Для контролювання бур'янів у фазі до 5 листків культури застосовували страхову бакову суміш післясходових гербіцидів Мілагро + Діален по 1,0 л/га кожного препарату. Це забезпечувало ефективний контроль однорічних злакових і дводольних бур'янів на ранніх етапах органогенезу кукурудзи. Усі технологічні операції виконували згідно з вимогами зони вирощування кукурудзи, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та особливостей залучення побічної продукції у обробіток.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування елементів структури урожайності кукурудзи залежно від систем удобрення

Визначальними елементами продуктивності кукурудзи є густина рослин на гектарі (тис. шт.), маса зерна з однієї рослини (г), маса зерна з одного качана (г) та кількість качанів на 100 рослин (шт.). Саме ці показники формують загальну врожайність культури та визначають ступінь реалізації її біологічного потенціалу. Високий рівень урожайності зерна можливий лише за умови оптимальної густоти стояння рослин, рівномірного їх розміщення в рядку та повноцінного розвитку кожної рослини протягом вегетації.

Густина рослин є одним із найбільш чутливих елементів структури врожаю, що значною мірою залежить від комплексу зовнішніх та внутрішніх факторів. На її формування впливають погодні умови в період сходів, ураженість рослин хворобами та шкідниками, механічні uszkodження під час догляду за посівами, якість насіння, а також особливості технології вирощування. Важливим чинником зниження густоти є і внутрішньовидова конкуренція, у результаті якої слабкі рослини поступаються сильнішим та випадають із посіву. Це явище посилюється за недостатнього забезпечення вологою чи елементами живлення.

Формування елементів продуктивності значною мірою визначається системою удобрення. Органічні та мінеральні добрива впливають на ріст і розвиток рослин, активізують процеси живлення, сприяють кращому формуванню качанів і наростанню зернової маси. Ефективність цих процесів залежить і від погодних умов, які по-різному складались у роки досліджень, що зумовлює мінливість формування врожайності та дозволяє всебічно оцінити вплив удобрення за різних агрокліматичних ситуацій.

На період сівби в ґрунті була достатня кількість вологи, що сприяло отриманню дружних сходів. Середня густина рослин у досліді мало

відрізнялась за роками: у 2024 році вона склала 58,4 тис. шт./га, а в 2025 році – 57,2 тис. шт./га.

Погодні умови в першу половину вегетації 2024 року були сухими та жаркими. За літні місяці випало лише 46,4 мм опадів при нормі 169,0 мм, а середньодобова температура повітря становила 24,1 °С (на 3,9 °С вище норми 20,2 °С), що негативно вплинуло на формування та налив зерна. У 2025 році погодні умови були також малосприятливими: сума опадів за літні місяці склала 109,0 мм при нормі 169,0 мм, а температура повітря була близькою до середньорічних показників (22,0 °С) і становила 21,2 °С.

Як наслідок, у 2024 році маса зерна з однієї рослини була меншою порівняно з 2025 роком. Середня вага зерна з однієї рослини – 136,1 г, тоді як у 2025 році цей показник склав 141,4 г. Що стосується кількості качанів на 100 рослин, цей показник суттєво не відрізнявся: у 2024 році – 103 шт., у 2025 році – 105 шт.

Таким чином, у 2025 році сформувалися вищі показники елементів продуктивності кукурудзи, що в кінцевому результаті призвело до більшої урожайності зерна.

Таблиця 3.1.

**Формування елементів структури урожайності кукурудзи
залежно від систем удобрення, 2024 р**

Удобрення	К-ть рослин, тис.шт./га	Маса зерна з рослини,г	Маса зерна з качана,г	К-ть качанів на 100 рослин, шт.
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	58,1	120,3	124	97
ПП + N ₁₀ /Т	58,5	126,0	126	100
ПП + N ₁₀ /Т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	58,6	145,5	136	107
ПП + N ₁₀ /Т + N ₆₀ (підживлення)	58,5	152,6	146	107

У роки досліджень елементи структури урожайності на контролі були майже однаковими. При застосуванні побічної продукції як органічного добрива у сумісності з мінеральними добривами спостерігався різний вплив на формування цих показників залежно від року.

Таблиця 3.2.

**Формування елементів структури урожайності кукурудзи
залежно від систем удобрення, 2025 р.**

Удобрення	К-ть рослин, тис.шт./га	Маса зерна з рослини,г	Маса зерна з 1 качана,г	Кількість качанів на 100 рослин, шт.
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	57,2	121,2	120	101
ПП + N ₁₀ /т	57,1	129,2	123	105
ПП + N ₁₀ /т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	57,4	138,0	129	107
ПП + N ₁₀ /т + N ₆₀ (підживлення)	57,0	145,5	136	107

Із аналізу даних таблиці 3.3 видно, що внесення органічних добрив суттєво не впливає на формування густоти рослин кукурудзи на момент збирання. Порівняно з контролем, цей показник збільшився в середньому лише на 0,4 тис. шт./га.

Використання соломи пшениці озимої сприяло підвищенню маси зерна з однієї рослини порівняно з контролем в середньому на 16,6 г. При внесенні соломи пшениці озимої у сумісності з N₁₀/т + N₄₅P₄₅K₄₅ маса зерна збільшилась на 19,1 г, що становить 15,1 %. Використання соломи пшениці озимої + N₁₀/т + N₆₀ (підживлення) забезпечило збільшення маси зерна на 26,7 г (21,1 %). Одночасно зростала й маса зерна з одного качана: відповідно на 11,0 г (9,0 %) та 19,0 г (15,6 %).

Таблиця 3.3.

**Формування елементів структури урожайності кукурудзи
залежно від систем удобрення, середнє за 2024-2025 роки**

Удобрєння	К-ть рослин, тис.шт./га	Маса зерна з рослини,г	Маса зерна з качана,г	К-ть качанів на 100 рослин, штук
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	57,7	126,3	122	99
ПП + N ₁₀ /Т	57,8	130,3	125	103
ПП + N ₁₀ /Т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	58,0	145,4	133	107
ПП + N ₁₀ /Т + N ₆₀ (підживлення)	57,8	153,0	141	107

Найменша кількість качанів на 100 рослин спостерігалась на варіанті без внесення органічних добрив. При використанні соломи цей показник збільшився відносно контролю в середньому на 6 шт. Максимальна кількість качанів була зафіксована на варіанті з внесенням побічної продукції, ніж на варіанті із соломою та компенсуючою дозою азоту.

Отже, внесення добрив на основі побічної продукції суттєво не впливає на формування густоти рослин кукурудзи на момент збирання, проте помітно впливає на масу зерна з одного качана, кількість качанів на рослині і, як наслідок, на масу зерна з однієї рослини, яка значно зросла порівняно з контролем.

3.2. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення

Агрономічною оцінкою ефективності будь-яких агрозаходів є урожайність, оскільки вона є комплексним показником впливу як агротехнічних прийомів, так і природних умов на ріст і розвиток рослин. Проведені дослідження свідчать, що для досягнення максимальної генетично

зумовленої продуктивності навіть на окультурених і високородючих ґрунтах необхідно цілеспрямовано регулювати живлення рослин. Це включає не лише внесення макро- та мікроелементів, а й визначення оптимальних норм і строків підживлення з урахуванням особливостей конкретної культури та сорту, а також закономірностей формування врожаю на різних етапах вегетації.

Продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від комплексного застосування агротехнічних заходів, таких як правильна підготовка ґрунту, сівозміна, оптимальні строки сівби, обробіток ґрунту, застосування добрив, захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Водночас суттєвий вплив на врожайність мають погодні умови, насамперед водний і температурний режими, які формуються протягом усього вегетаційного періоду. Недостатня або надлишкова кількість опадів, різкі коливання температур, заморозки чи посухи можуть істотно змінювати прояв генетичного потенціалу культури, навіть за дотримання всіх агротехнічних норм.

Таким чином, ефективне управління живленням і доглядом за рослинами в поєднанні з урахуванням кліматичних факторів є ключовим елементом для стабільного отримання високих урожаїв, що підтверджується багаторічними дослідженнями агрономів у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Це також підкреслює важливість інтегрованого підходу в сучасному землеробстві, який враховує взаємозв'язок ґрунтових, агротехнічних та екологічних чинників для оптимізації продуктивності сільськогосподарських культур.

Значна роль у формуванні урожайності зерна кукурудзи відводиться погодним умовам, що склалися в роки проведення досліджень. Більш сприятливими для формування зерна та його наливу були умови 2025 року. Середня урожайність по досліді в цьому році склала 6,85 т/га, що свідчить про краще поєднання температурного та водного режимів протягом вегетації рослин кукурудзи.

У 2024 році в період формування і наливу зерна спостерігалася суха та жарка погода, яка негативно вплинула на розвиток культури та закладку врожаю. Внаслідок цього середня урожайність у досліді була дещо меншою і склала 6,25 т/га, що менше на 0,60 т/га.

Таблиця 3.4.

Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення, т/га 2024 рік

Удобренья	Повторення				Середнє	Приріст	
	I	II	III	IV		т/га	%
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	5,78	5,51	5,60	5,81	5,68	-	-
ПП + N ₁₀ /Т	6,26	6,02	6,33	6,12	6,18	0,50	8,8
ПП + N ₁₀ /Т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	6,76	6,66	6,38	6,10	6,48	0,80	14,0
ПП + N ₁₀ /Т + N ₆₀ (підживлення)	6,70	6,67	6,42	6,82	6,65	0,97	17,1

Застосування удобрення на основі побічної продукції суттєво впливало на формування урожайності. На удобрених варіантах середня урожайність склала 6,44 т/га у 2024 році та 6,85 т/га у 2025 році. Це підтверджує ефективність використання побічної продукції як джерела поживних речовин для кукурудзи.

Таблиця 3.5.

**Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення, т/га
2025 рік**

Удобренья	Повторення				Середнє	Приріст	
	I	II	III	IV		т/га	%
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	6,24	6,31	6,05	5,90	6,13	-	-
ПП + N ₁₀ /Т	6,34	6,42	6,51	6,33	6,40	0,27	4,4
ПП + N ₁₀ /Т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	6,83	7,14	6,75	6,78	6,88	0,75	12,2
ПП + N ₁₀ /Т + N ₆₀ (підживлення)	7,35	7,21	7,47	7,12	7,29	1,16	18,9

Слід також відзначити, що в 2025 році кукурудза більш інтенсивно реагувала на внесення побічної продукції, завдяки сприятливому поєднанню водного та температурного режимів. Середня урожайність на удобрених варіантах перевищувала урожайність у 2024 році на 0,41 т/га, що підкреслює важливість не лише агротехнічного підходу, а й погодних умов для реалізації генетичного потенціалу культури.

Аналізуючи дані таблиці 3.6, можна зробити висновок, що застосування удобрення на основі побічної продукції позитивно впливає на формування урожайності зерна кукурудзи. В середньому за два роки мінімальна урожайність була отримана на контролі і становила 5,91 т/га.

Таблиця 3.6.

**Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення, т/га,
середнє за 2024-2025 роки**

Удобрєння	2024	2025	Середнє	Прирїст	
				т/га	%
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	5,68	6,13	5,91	-	-
ПП + N ₁₀ /т	6,18	6,40	6,29	0,38	6,4
ПП + N ₁₀ /т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	6,48	6,88	6,68	0,77	13,0
ПП + N ₁₀ /т + N ₆₀ (пїдживлення)	6,65	7,29	6,97	1,06	17,9
НІР _{0,05}	0,30	0,24			

Внесення побічної продукції сприяло підвищенню врожайності. Так, використання соломи пшениці озимої у поєднанні з дозою N₁₀/т забезпечило прирїст урожайності на 0,38 т/га, що становить 6,4 % від контролю. У варіанті з соломою N₁₀/т + N₄₅P₄₅K₄₅ прирїст урожайності склав 0,77 т/га, або 13,0%.

Слід відзначити, що в середньому за два роки найбільш ефективним було внесення соломи пшениці озимої разом з компенсуючою дозою азоту N₁₀/т та додатковим пїдживленням N₆₀, що забезпечило більший прирїст урожайності порівняно з варіантом соломи + N₁₀/т + N₄₅P₄₅K₄₅. Прирїст урожайності зерна в цьому випадку становив 1,06 т/га, що відповідає 17,9 %.

Таким чином, застосування органічних добрив є ефективним агротехнічним прийомом у формуванні врожаю зерна кукурудзи. Водночас слід підкреслити, що реалізація потенціалу удобрення значною мірою залежить від погодних умов протягом вегетаційного періоду, оскільки температура та водний режим суттєво впливають на ріст і розвиток культури та ефективність внесених добрив.

3.3. Якість зерна кукурудзи залежно від систем удобрення

Одним із найважливіших показників якості зерна кукурудзи є вміст білка, який визначає його харчову та кормову цінність, а також придатність до використання у переробній, харчовій та комбікормовій промисловості. Кількість і якість білкових речовин формуються під впливом сортових особливостей, умов вирощування та рівня забезпеченості рослин елементами живлення, передусім азотом.

Науково обґрунтоване застосування добрив сприяє не лише збільшенню загальної продуктивності посівів, але й покращенню біохімічного складу зерна. Оптимальне поєднання органічних і мінеральних добрив забезпечує активізацію процесів азотного живлення рослин, що позитивно впливає на синтез амінокислот і формування білкових сполук. У результаті підвищується вміст сирого протеїну та інших біологічно цінних компонентів – крохмалю, жирів, ферментативних і вітамінних комплексів.

Такий багатофакторний вплив систем удобрення дає можливість керувати не лише урожайністю, але й якістю продукції, що є важливим критерієм ефективності технологій вирощування кукурудзи у сучасному агровиробництві.

Проте формування білка у зерні кукурудзи значною мірою залежить від погодних умов, які склалися протягом вегетаційного періоду. Так, як свідчать дані таблиці 3.7, у більш посушливий 2024 рік вміст білка в зерні був дещо вищим порівняно з 2025 роком. Середній вміст білка у 2024 році становив 11,23 %, тоді як у 2025 році – 9,69 %, тобто на 1,54 % менше. Це пояснюється

тим, що у посушливі роки зменшується маса зерна, а концентрація білка у ньому підвищується за рахунок зменшення кількості крохмалю, що накопичується в зерні.

Таблиця 3.7.

Вміст білка в зерні кукурудзи залежно від застосування побічної продукції, % (середнє за 2024-2025 рр.)

Удобрення	2024	2025	Середнє	Приріст ± до контролю
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	11,10	9,61	10,36	-
ПП + N ₁₀ /T	11,12	9,67	10,40	0,04
ПП + N ₁₀ /T + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11,31	9,70	10,51	0,15
ПП + N ₁₀ /T + N ₆₀ (підживлення)	11,38	9,78	10,58	0,22

В середньому за два роки мінімальний вміст білка спостерігався на контрольному варіанті і складав 10,36 %. Внесення добрив на основі побічної продукції злегка підвищувало вміст білка – в середньому на 0,13 %. Зокрема, застосування органічних добрив і комбінованих комплексних засобів незначно підвищувало концентрацію білка у зерні, однак цей ефект був помітно меншим, ніж вплив погодних умов.

Отже, можна зробити висновок, що внесення добрив має першочергове значення для підвищення врожайності кукурудзи, тоді як вміст білка у зерні формується головним чином під впливом кліматичних факторів, зокрема вологості ґрунту та температурного режиму в період наливу зерна. Це підкреслює важливість інтегрованого підходу в землеробстві, який передбачає поєднання ефективних агротехнічних заходів із прогнозуванням та коригуванням технології вирощування культури залежно від очікуваних погодних умов.

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ

Ключовим критерієм ефективності агротехнічних прийомів та прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур є урожайність, яка залежить від конкретного прийому технології. Проте одного показника приросту врожаю недостатньо для повної оцінки економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи та видів і доз внесення добрив.

Вартість основної продукції розраховувалася як добуток урожайності зерна кукурудзи з 1 гектара на закупівельну ціну, яка у 2025 році становила 7800 грн./т.

Матеріальні витрати на 1 гектар визначалися за технологічною картою і включали:

- витрати на посівний матеріал;
- мінеральні та органічні добрива;
- оплату праці;
- мастило та амортизаційні відрахування;
- заходи боротьби з бур'янами та шкідниками;
- інші витрати, пов'язані з вирощуванням культури.

Собівартість продукції – це грошовий вираз усіх витрат на її виробництво і визначалася за формулою: $C = BЗ/У$, де $BЗ$ – виробничі затрати; $У$ – урожайність.

Чистий дохід визначався як вартість продукції за мінусом усіх витрат на її виробництво.

Рівень рентабельності, що характеризує прибутковість виробництва, розраховувався за формулою: $P = Чп * 100 / BЗ$, де $Чп$ – чистий прибуток; $BЗ$ – виробничі затрати.

Розрахунки економічної ефективності показали, що застосування побічної продукції є економічно доцільним заходом, який забезпечує приріст урожайності та збільшення чистого доходу. Це підтверджує доцільність використання органічних і органо-мінеральних добрив у технології вирощування кукурудзи з метою підвищення рентабельності виробництва.

Таблиця 4.1.

Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних систем удобрення

Показники	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ (контроль)	ПП + N ₁₀ /т	ПП + N ₁₀ /т + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	ПП + N ₁₀ /т + N ₆₀ (підживлення)
Урожайність, т/га	5,91	6,29	6,68	6,97
Вартість валової продукції, грн./га	46098	49062	52104	54366
Виробничі затрати, грн./га	34146	29886	35574	33055
Собівартість 1т зерна, грн	5778	4751	5325	4742
Прибуток , грн./га	11952	19176	16530	21311
Рентабельність, %	35,0	64,2	46,5	64,5

Використання соломи пшениці озимої у технології вирощування кукурудзи позитивно впливає на економічні показники виробництва зерна. Так, порівняно з контролем, вартість валової продукції зросла в середньому на 5746 грн/га. Зростання валової продукції пояснюється підвищенням урожайності зерна під впливом органічних добрив, оскільки більша кількість продукції безпосередньо збільшує загальну вартість реалізованого зерна.

Разом із підвищенням валової продукції збільшуються і виробничі витрати. Максимальні витрати відзначені при застосуванні комбінації соломи пшениці озимої + N₁₀/т + N₄₅P₄₅K₄₅ і склали 35 574 грн/га. Однак, попри зростання витрат, собівартість 1 т зерна не збільшується пропорційно, оскільки вищі врожаї сприяють зменшенню питомих витрат на одиницю

продукції. Найменша собівартість 1 т зерна була зафіксована на варіанті соломи + N10/т + N60 (підживлення) і становила 4742 грн/т, що на 1036 грн/т менше, ніж на контрольному варіанті. Це підтверджує ефективність застосування органічних добрив у поєднанні з азотним підживленням, коли підвищення врожайності призводить до зниження питомих витрат на одиницю продукції.

З використанням побічної продукції прибуток з одного гектара в середньому збільшився на 7054 грн. При цьому найнижча рентабельність (35,0%) спостерігалася при внесенні лише мінеральних добрив N60P0K60, тоді як при комбінованому застосуванні соломи + N10/т + N45P45K45 рентабельність зростала до 46,5 %. Максимальна рентабельність – 64,5 % – була досягнута при внесенні соломи разом із компенсуючою дозою азоту та підживленням N60.

Найбільш економічно вигідним варіантом виявилось внесення соломи пшениці озимої + N10/т + N60 (підживлення), при якому отримано максимальний прибуток – 21 311 грн/га, а рентабельність становила 64,5 %. Такий результат свідчить про доцільність комплексного використання органічних і мінеральних добрив, що дозволяє оптимізувати витрати, підвищити врожайність і значно збільшити ефективність виробництва.

Таким чином, економічна оцінка досліджує, що застосування побічної продукції не лише підвищує врожайність кукурудзи, але й суттєво покращує фінансові показники виробництва, роблячи технологію вирощування більш рентабельною та економічно виправданою навіть за умови збільшення первісних витрат на внесення добрив. Цей результат підтверджує доцільність інтегрованого підходу до удобрення, де органічні та мінеральні добрива працюють синергійно для підвищення як кількості, так і економічної ефективності продукції.

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Екологічна експертиза – це вид пошуково-практичної діяльності уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та громадських об'єднань, спрямований на аналіз, оцінку та контроль проектних і технологічних рішень, реалізація яких може негативно впливати на стан природного середовища та здоров'я людей. Мета експертизи – підготовка висновків щодо відповідності об'єктів екологічним нормам, забезпечення раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки.

Нормативно-правові відносини регулюються Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [17] та іншими актами, що визначають державну екологічну політику, контроль за екологічними нормативами та безпекою технологій і обладнання.

Метою екологічної експертизи є:

- забезпечення науково-обґрунтованого визначення відповідності проектних рішень сучасним екологічним вимогам;
- запобігання негативним впливам на екосистему об'єктів, що плануються, проектується або функціонують;
- підтримання динамічної природної рівноваги та сприятливого стану навколишнього середовища.

До завдань належать:

- перевірка проектних матеріалів з урахуванням законодавства України (Конституція, закони про надра, земельне, водне, лісове законодавство, охорону атмосферного повітря);
- оцінка проектів з позиції державної екологічної політики;
- визначення екологічних властивостей матеріалів та оцінка їх впливу на екосистему;
- підготовка матеріалів із рекомендаціями природоохоронних заходів.

Інтенсивне застосування органо-мінеральних добрив, пестицидів та засобів захисту рослин іноді призводить до порушення норм екологічної безпеки, зокрема:

- недотримання правил внесення пестицидів;
- розкидання мінеральних добрив поблизу водоймищ;
- забруднення ґрунтових вод та поверхні землі.

Особливо небезпечними є продукти, що містять залишки мінерального азоту та пестицидів, а також складські приміщення для мінеральних добрив та отрутохімікатів у незадовільному стані. Це може впливати на здоров'я людей та сприяти підвищенню рівня онкологічних захворювань.

Останнім часом спостерігається інтенсивне застосування на посівах культурних рослин органо-мінеральних добрив, засобів захисту проти бур'янів, шкідників та хвороб. При цьому інколи спостерігається порушення норм екобезпеки, таких як, недотримання правил застосування пестицидів, мінеральних добрив та ін. Що негативно впливає на здоров'я людей та довкілля

Більш за все негативно позначаються на здоров'ї продукти, які містять залишки пестицидів.

Велику небезпеку становлять складські приміщення для мінеральних добрив та отрутохімікатів. Хоча вони і розміщені на великій відстані від населеного пункту але часто знаходяться в незадовільному стані. Дощові, талі води забруднюють ґрунтові води і навколишні землі, що негативно відображається на здоров'ї людей. Останнім часом значно зріс відсоток ракових захворювань серед населення, а це в значній мірі залежить від екологічної чистоти продукції та навколишнього середовища.

На долю отрутохімікатів, при забрудненні навколишнього середовища припадає 20 %. Широкомасштабне і безграмотне їх застосування може призвести до непередбачуваних ефектів. Крім того, багато пестицидів можуть розповсюджуватись за межі оброблюваних ділянок і циркулювати в біосфері.

Пестициди і мінеральні добрива є одним із помітних факторів в забрудненні навколишнього середовища. Їх застосування є необхідною умовою на дію шкідливих природних організмів, конкуруючих з людиною за умови існування. Але є і інші шляхи боротьби із шкідливими факторами сільськогосподарського виробництва для підвищення врожайності культур.

На підприємстві проводяться наступні заходи:

- протиерозійний захист земель: заліснення ярів, створення лісосмуг;
- облік і очищення джерел води, струмків та балок;
- впровадження смугового та безполцевого обробітку ґрунту;
- механічна боротьба з бур'янами замість гербіцидів;
- застосування біологічних та агротехнічних заходів боротьби зі шкідниками та хворобами;
- облаштування складів для зберігання пестицидів та мінеральних добрив.

Технологічні операції при вирощуванні кукурудзи виконуються з дотриманням екологічних норм: мінеральні добрива після розкидання відразу заробляються у ґрунт дисковою бороною БДТ-7; внесення гербіцидів проводиться при швидкості вітру ≤ 4 м/с із наступним зароблянням у ґрунт культиватором.

До основних недоліків відносяться: відсутність системи догляду за водними ресурсами; відсутність каналізації та проникнення органічних відходів у підземні води; зменшення вмісту гумусу в ґрунті на 0,2–0,4 % за останні роки; засмічення та забруднення пасовищ, лісосмуг, ґрунтів.

Для покращення екологічної ситуації необхідно:

1. Впроваджувати смугове землеробство та протиерозійні сівозміни;
2. Максимально утримувати еродовані ґрунти під рослинністю;
3. Використовувати біологічні та агротехнічні методи боротьби з хворобами та шкідниками;

4. Обладнати сучасні склади для зберігання мінеральних добрив та пестицидів;

5. Створювати громадські контролюючі органи для дотримання санітарних норм та раціонального використання водних ресурсів.

З економічної точки зору найбільш важливими результатами протиерозійного обробітку ґрунту є зниження втрати родючого шару ґрунту і в цілому менше його пошкодження. Ґрунтозахисний обробіток проводять, зводячи до мінімуму площинний змив ґрунту і руйнування його вітром. До доступних протиерозійних заходів відносяться оранка і посів впоперек схилу. Велика увага приділяється збереженню ґрунту. За останні роки вміст гумусу в ґрунті зменшився на 0,2-0,4 %.

Глобальною проблемою залишається засмічення та забруднення ґрунтів, лісосмуг. Щорічно проводиться їх розчищення і окультурення.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-технічних та профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності (ст. 1 Закону України «Про охорону праці», зі змінами від 21.11.2002 р.). Закон зобов'язує роботодавця створювати органи управління охороною праці для виконання нормативів і підвищення рівня безпеки праці.

Закон України «Про охорону праці» – базове законодавче визначення охорони праці як системи правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-технічних та профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я й працездатності працівників.

Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені Наказом Мінсоцполітики України від 29.08.2018 № 1240. Ці правила є обов'язковими для всіх підприємств, які здійснюють діяльність у сільському господарстві і використовують найману працю. Раніші НПАОП: Наприклад, НПАОП 2.0.00-1.01-00 «Правила охорони праці у сільському господарському виробництві», затверджені Наказом Мінпраці від 11.08.2000 № 202 (введені в дію з 01.01.2001)

Міжнародні нормативи: Рекомендація МОП № 192 від 05.06.2001 «Про безпеку та гігієну праці в сільському господарстві», яка може бути використана як орієнтир для впровадження превентивних заходів.

Таким чином, охорона праці в сільському господарстві регламентується як на національному, так і на міжнародному рівні, що створює системний підхід до безпеки працівників.

Система управління охороною праці визначається як механізм реалізації законодавчих і нормативних вимог охорони праці на рівні підприємства. Положення про систему управління охороною праці (СУОП)

формалізує структуру й функції управління безпекою: планування, координування, контроль та стимулювання охоронних заходів.

Рівні управління:

1. Господарський рівень: керівник, головні спеціалісти, відділ охорони праці.
2. Підрозділ: начальник структурного підрозділу.
3. Бригадний рівень: майстер, бригадир.

Роль інженера з техніки безпеки: контроль технічного стану обладнання, забезпечення ЗІЗ, ведення обліку нещасних випадків, участь у розслідуванні, розробка превентивних заходів.

Працівники проходять всебічне навчання: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Інструктажі з охорони праці проводяться за рахунок роботодавця для навчання безпечним методам праці та надання першої допомоги.

Види інструктажів:

1. Вступний – при прийомі на роботу, для відряджених, студентів і учнів;
2. Первинний – на робочому місці перед початком роботи;
3. Повторний – на роботах з підвищеною небезпекою – щоквартально, інші – раз на півроку;
4. Позаплановий – при змінах нормативів або аваріях;
5. Цільовий – при разових роботах, ліквідації аварій або стихійних лих, оформлених нарядом-допуском.

Ці інструктажі покликані гарантувати, що кожен працівник знає свої обов'язки, правила безпеки, а також має навички надання першої медичної допомоги. Частина навчання базується на нормативних актах, зокрема на зазначених Правилах № 1240 та НПАОП.

На підприємстві забезпечено санітарно-побутові умови: відпочинкова кімната, гардеробна, тощо. Це відповідає вимогам гігієни праці, покладеним у нормативних актах.

При роботі з органічними добривами використовуються спеціальні вимоги безпеки:

1. Внесення добрив у період вегетації (заборона внесення взимку).
2. Використання внутрішньо-грунтової технології з мінімальним обробітком.
3. Заборона поверхневого внесення без одночасного заробітку в ґрунт.
4. Перевезення органічних добрив лише в чистих транспортних засобах без щілин.
5. Обов'язкова аптечка з предметами першої допомоги.

Маркування безпеки: на складах і робочих зонах мають бути розміщені відповідні знаки безпеки згідно із стандартами.

Аналіз стану охорони праці показав, що працівники не завжди використовують засоби індивідуального захисту, що суперечить нормам Правил № 1240 та НПАОП. Часто техніка застаріла й потребує капітального ремонту, що підвищує ризики виробничих нещасних випадків. Перевірка аптечок виявила застарілі медикаменти, що знижує ефективність надання першої допомоги. Санітарно-побутові приміщення недостатньо оснащені, що може впливати на гігієну та здоров'я працівників.

На основі нормативного аналізу та оцінки поточного стану в підприємстві пропонуються такі практичні заходи:

1. Актуалізація Положення СУОП з урахуванням діючих Правил № 1240 та інших нормативних актів.
2. Розробка або оновлення інструкцій з охорони праці, які базуються на НПАОП та стандартах.
3. Постійне навчання та перевірка знань працівників щодо безпеки, інструктажів та практик надання першої допомоги.
4. Інвестиції в технічне оновлення обладнання, модернізацію техніки, щоб знизити ризики травматизму.
5. Контроль за наявністю та придатністю засобів індивідуального захисту – регулярний облік, видача, перевірка використання.

6. Модернізація аптечок: оновлення складу, забезпечення сучасними медичними засобами.

7. Покращення санітарно-побутової інфраструктури: інвестиції в будівництво або ремонт відпочинкових кімнат, душових, інших приміщень.

8. Моніторинг і внутрішній аудит охорони праці, щоб оцінювати ефективність впроваджених заходів і вчасно коригувати систему.

9. Впровадження системи стимулювання безпечної праці, наприклад, премії або заохочення для працівників, які дотримуються правил безпеки.

Інтеграція нормативів (законів, правил, НПАОП) у систему управління підприємства (СУОП) створює системний підхід до безпеки. Запропоновані рекомендації базуються на бібліографічному аналізі нормативних актів і практичному аудиту стану охорони праці, що має прикладне значення для аграрних підприємств із схожою структурою. Впровадження таких заходів може значно знизити рівень травматизму та захворюваності, підвищити соціальну відповідальність підприємства та його конкурентоспроможність.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Формування густоти рослин і кількості качанів кукурудзи майже не залежало від застосування органічних добрив, що свідчить про стабільність цих показників у даних ґрунтово-кліматичних умовах. Це означає, що основні показники структури посіву кукурудзи визначаються генетичними властивостями сорту та агротехнічними параметрами сівби, а внесення органічних добрив більше впливає на продуктивність окремих рослин, а не на щільність посіву.

2. Використання соломи пшениці озимої сприяло збільшенню маси зерна з однієї рослини. Порівняно з контролем, середній приріст становив 16,6 г. При внесенні соломи + N10/т + N45P45K45 маса зерна збільшувалася на 19,1 г, (15,1 %), а при застосуванні соломи + N10/т + N60 (підживлення) – на 26,7 г (21,1 %). Аналогічні тенденції спостерігалися і для маси зерна з одного качана: приріст становив 11,0 г (9,0 %) та 19,0 г (15,6 %) відповідно. Це свідчить про те, що комбіноване використання органічних та мінеральних добрив значно підвищує інтенсивність наливу зерна та його масу.

3. Найбільш ефективним варіантом за приростом врожайності зерна виявилось внесення соломи пшениці озимої разом із компенсуючою дозою азоту N50 та додатковим підживленням N60. Урожайність у цьому варіанті зросла на 1,06 т/га, що становить 17,9. Це підтверджує доцільність комплексного підходу до удобрення, який поєднує органічні та мінеральні джерела поживних речовин.

4. Внесення побічної продукції незначно впливало на вміст білка в зерні кукурудзи – приріст становив у середньому лише 0,13 %. Основний фактор, що визначає вміст білка, – погодні умови в період наливу зерна, зокрема температура та вологості ґрунту. У роки з посушливими умовами

спостерігався дещо вищий вміст білка, що пояснюється концентрацією білкових компонентів у зерні через зменшення маси крохмалю.

5. З економічної точки зору найвигіднішим варіантом було застосування соломи пшениці озимої + N10/т + N60 (підживлення). На цьому варіанті отримано максимальний прибуток – 21311 грн/га, при рентабельності 64,5 %. Використання побічної продукції дозволяє підвищити валову продукцію, знизити собівартість одиниці зерна та значно покращити фінансові результати виробництва. Найнижча рентабельність спостерігалася при внесенні лише мінеральних добрив N45P45K45 – 35,0 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності та економічної ефективності виробництва кукурудзи доцільно застосовувати подрібнену солому пшениці озимої з компенсуючою дозою азоту N10 на кожну тону соломи та додатковим підживленням N60 у період вегетації. Такий підхід забезпечує комплексне використання органічних і мінеральних джерел живлення, підвищує масу зерна та врожайність, оптимізує витрати на виробництво та збільшує рентабельність.

Таким чином, комплексне застосування органічних і мінеральних добрив є ефективним агрономічним та економічним заходом, що дозволяє максимізувати врожайність зерна кукурудзи та забезпечити високу прибутковість виробництва навіть за мінливих погодних умов.