

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
АГРОТЕХНОЛОГІЙ, СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

Кафедра рослинництва

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ Й ЯКОСТІ  
КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
за ОПІ Еколого-економічне рослинництво  
спеціальності 201 Агрономія  
ступеня вищої освіти магістр  
денної форми навчання  
Рябченко Євгеній Миколайович

Керівник: ЛЯШЕНКО Віктор Васильович,  
кандидат с.-г. наук, доцент

Рецензент: ОЛЕПІР Роман Вікторович,  
кандидат с.-г. наук, доцент

Полтава – 2024 року





## **ЗМІСТ**

<b>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД АЗОТНИХ ДОБРІВ (огляд літератури)</b>	<b>9</b>
1.1 Потреби кукурудзи в азотних добривах	9
1.2 Вплив азотних добрив на врожайність та якість кукурудзи	15
<b>РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>20</b>
2.1 Місце проведення досліджень	20
2.2 Ґрунтові умови господарства	20
2.3 Погодні умови місця проведення дослідження	21
2.4 Методика проведення досліджень	24
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>28</b>
3.1 Формування структури врожаю кукурудзи залежно від форм азотних добрив	28
3.2 Вплив форм азотних добрив на врожайність кукурудзи	31
3.3 Якість кукурудзи залежно від форм азотних добрив	34
<b>РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ</b>	<b>38</b>
<b>РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА</b>	<b>42</b>
<b>РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	<b>45</b>
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	<b>47</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>49</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	<b>57</b>
<b>АНОТАЦІЯ</b>	<b>65</b>

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Виробництво продуктів харчування в достатній кількості з часом стало проблемою для людства. На світовому рівні кукурудза (*Zea mays* L.) належить до найбільш вирощуваного зерна з обсягами в 1,2 млрд тонн на рік. При цьому, в найближчі роки за рахунок неї планується забезпечити 45 % збільшення виробництва зернових, як результат прогнозованого зростання чисельності населення до 9,7 млн людей до 2050 року. Незважаючи на те, що виробничий потенціал гібридів кукурудзи збільшився за рахунок генетичних удосконалень і розвитку більш технічно досконалих культур, наразі середньо світова врожайність складає 5,98 т/га, що значно нижче продуктивного потенціалу культури.

Кукурудза належить до однієї з найбільш домінуючих і продуктивних культур у світі, яку широко вирощують як їжу для людей і худоби, як біопаливо та як сирій матеріал у промисловості. Кукурудза є третім за величиною джерелом їжі рослинного походження у світі. Близько 70-80 % вирощеної кукурудзи у світі використовується як кормовий інгредієнт. Також кукурудза використовується для виробництва етанолу (етилового спирту), що представляє собою рідину першого покоління біопалива. Багато частин рослини кукурудзи використовуються в промисловості, а кілька видів кукурудзи вирощують переважно для промислового використання.

Однак, у гонитві за врожайністю кукурудзи фермери активно використовують азотні добрива, які необхідні у найбільших кількостях, оскільки азот є відповідальним за фотосинтетичні процеси, синтез білків, амінокислот і ферментів. Надмірне використання добрив та інших органічних і неорганічних добавок негативно впливає на якість води та ґрунту в глобальному масштабі. У цьому сенсі надмірне застосування азотних добрив призводить до значних екологічних проблем, включаючи евтрофікацію води, підкислення ґрунту та втрату біорізноманіття через

збільшення втрат азоту. Таким чином, для забезпечення ефективності використання азотних добрив і максимізації врожайності кукурудзи необхідно визначити їх взаємозв'язок у певних агрономічних і кліматичних умовах.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – визначити вплив форм азотних добрив на формування врожайності й якості кукурудзи.

Для досягнення поставленої мети програмою дослідження очікувалось вирішити наступні завдання:

- проаналізувати потреби рослин кукурудзи в азотних добривах;
- встановити вплив азотних добрив на врожайність та якість кукурудзи;
- дослідити структуру врожаю кукурудзи залежно від форм азотних добрив;
- оцінити вплив азотних добрив на врожайність і якість кукурудзи;
- надати економічну оцінку ефективності вирощування кукурудзи залежно від форм азотних добрив.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єкт дослідження – процес формування врожайності й якості кукурудзи в залежності від сорту, внесених азотних добрив та особливості їх взаємодії за різних погодно-кліматичних умов.

Предмет дослідження – гібрид кукурудзи РЖТ Ексклам, азотні добрива, врожайність і якість, економічна ефективність технології вирощування.

**Методи досліджень:** польовий метод використано для визначення дії та взаємодії факторів, що досліджуються; лабораторно-аналітичний – визначення біометричних показників структури врожаю, врожайності й якості зерна кукурудзи; порівняльно-розрахунковий – обрахунку економічної ефективності технології вирощування кукурудзи на зерно.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що вперше дослідним шляхом розглянуто вплив форм азотних добрив на формування врожайності й якості зерна кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам у польових

умовах фермерського господарства в Миргородському районі Полтавської області. Доведено, що різні форми азотних добрив, погодно-кліматичні умови та генетичний потенціал рослини значно впливали на структуру врожаю кукурудзи, врожайність й якість її зерна. Визначено, що за удобрення КАС 32 збільшується кількість зерен у ряду качана, маса зерна з одного качана та маса 1000 зерен. Виявлено, що внесення азотних добрив різної форми позитивно впливає на врожайність і якість зерна кукурудзи, але найбільш всього – КАС 32, що сприяє економічній і господарській ефективності. За результатами дослідження вирощування кукурудзи має ґрунтуватись на попередньому аналізі ґрунту щодо наявних макро- і мікроелементів, його родючості, використанні відповідних форм азотних добрив, що забезпечать рослини впродовж всього періоду вегетації, та використовувати сорти, які мають пластичність до умов вирощування.

**Практичне значення одержаних результатів** пов'язано з їх можливим використанням сільськогосподарськими виробниками задля підвищення врожайності й якості зерна кукурудзи завдяки застосуванню різних форм азотних добрив в умовах Лісостепу України.

**Особистий внесок здобувача.** За консультації наукового керівника означено мету роботи, завдання до програми досліджень і їх методи вирішення. Виконувачем кваліфікаційної роботи опрацьовано та проаналізовано літературні джерела відповідно до обраної тематики; визначено й обґрунтовано напрямки досліджень; впорядковано програму та визначено необхідні методики її виконання; реалізовано польові та лабораторні дослідження; оброблено й організовано результати експериментальних досліджень; згідно з даними аналізу здійснено висновки і надано пропозиції для виробництва; впорядковано наукову роботу до друку.

**Апробація результатів роботи.** Визначальні положення кваліфікаційної роботи були представлені для обговорення на засіданні кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету

(ПДАУ) та Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції на тему: «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели», яка відбулась 30 вересня 2024 року в ПДАУ.

**Публікації.** Ляшенко В.В., Рябченко Є.М. Вплив форм азотних добрив на врожайність кукурудзи. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г.П. Жемели* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Полтава, 30 верес. 2024 р.). Полтава : ПДАУ, 2024. С. 52–54.

**Структура та обсяг роботи.** Випускна робота розміщена на 48 сторінках комп'ютерного набору, містить 5 рисунків та 4 таблиці. Робота складається з загальної характеристики роботи, шести розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків.

# РОЗДІЛ 1

## ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД АЗОТНИХ ДОБРИВ (огляд літератури)

### 1.1 Потреби кукурудзи в азотних добривах

Азотні добрива впливають на виробництво сухої речовини кукурудзи (*Zea mays* L.), впливаючи на розвиток площі листя, збереження площі листя, фотосинтетичну здатність і, як наслідок, на врожайність і якість зерна [1]. Однак регулювання внесення азотних добрив у виробництві кукурудзи вважається проблемою з економічних, агрономічних та екологічних причин [2, 3]. Так, наприклад, було підраховано, що неефективне використання азотних добрив становить приблизно 680 млрд канадських доларів прямих економічних втрат щорічно лише для канадських фермерів. Як наслідок, впровадження вдосконалених практик управління внесенням азотних добрив у виробництві кукурудзи може збільшити як урожайність зерна, так і ефективність використання азоту, а також мінімізувати навантаження від азоту на навколишнє середовище [2, 4–6].

Азот (N), як хімічний макроелемент, є найбільш важливим для кукурудзи, більш ніж калій (K) і фосфор (P). Навіть враховуючи, що азот належить до найбільш поширених елементів на землі, недолік цього елемента може бути найважливішою проблемою щодо поживних речовин серед фермерів. Азот належить до основних компонентів амінокислот, що виконують функції будівельних блоків білків. Головна роль азоту в усіх рослинах полягає в тому, що він є компонентом зеленого пігменту рослин (хлорофілу), який потрібен для фотосинтезу. Достатність азоту в кукурудзі допомагає рослині досягти генетичного потенціалу врожайності.

Азоту багато міститься у повітрі – 78 % атмосфери, але такі рослини, як кукурудза, не можуть використовувати наявний у повітрі азот. Натомість кукурудза повинна використовувати своє коріння, щоб

отримати необхідний їй азот із ґрунту. Проблема в тому, що азот має дуже динамічні реакції з навколишнім середовищем, і може бути важко «утримувати» азот у ґрунті, де його можуть досягти коріння кукурудзи.

Азот у ґрунті буває трьох форм: органічний, іони амонію ( $\text{NH}_4^+$ ), іони нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ). Органічний азот розміщується у ґрунті в рослинних залишках, органічній речовині та мікробному співтоваристві. Навіть за умови, що цей вид азоту може складати більшу частину азоту в ґрунті, він є недоступним для рослин до того, поки не буде перероблений мікроорганізмами за допомогою мінералізації. Під час мінералізації відбувається перетворення органічного азоту на іони амонію або нітрату, котрі рослина може поглинати. Під час вегетаційного періоду рослин амоній здатен швидко перетворитися на нітрат, відбувається нітрифікація. Нітрат – основна форма азоту, яка може поглинатись рослиною [7].

Розрізнення форм азоту важливе, оскільки ґрунт має невеликий негативний заряд, а вода – невеликий позитивний заряд. Позитивно заряджений амоній утримується в ґрунті, але негативно заряджені нітрати притягуються до води та переміщуються з дощем або зрошенням, коли вони просочуються крізь ґрунт. Це ще більше ускладнюється типом ґрунту, погодою та часом внесення азоту відносно того, коли культура швидко росте. Усі ці фактори створюють ситуацію, коли «правильна» норма азоту та час внесення щороку різні [8].

Кожна 1 т зерна вимагає від рослини кукурудзи 25–30 кг азоту, 10–15 кг фосфору, 30–40 кг калію, 640 кг кальцію, 6–10 кг магнію, 2–4 кг сірки. При цьому, необхідно враховувати, що реалізація потенціалу врожайності кукурудзи, що передбачає отримання максимальних зборів зерна та сухої речовини у певних ґрунтових і кліматичних умовах, рослині потрібні поживні елементи протягом всього вегетаційного періоду, однак найбільш інтенсивно вона їх споживає від фази 6–8 листків і до закінчення цвітіння. Тому, внесені дози мінеральних добрив під вирощування кукурудзи мають

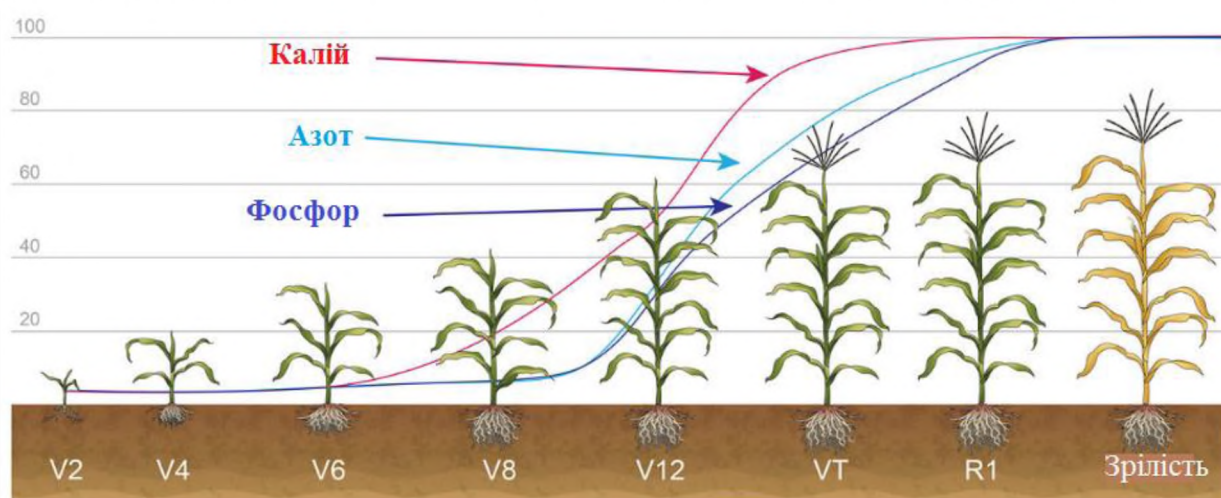
бути розраховані з урахуванням поживних елементів, що фактично наявні у ґрунті, та планового рівня продуктивності культури [9].

Основними джерелами й особливостями споживання азоту впродовж вегетації кукурудзи можна виділити наступні:

1. Для забезпечення росту та розвитку зернівок кукурудзи є два джерела азоту: переміщений з вегетативних органів рослини та постійно вбирається з ґрунту. Отже, рослини повинні бути забезпечені азотом протягом усього вегетаційного періоду, що є критичним фактором в отриманні максимального врожаю.

2. До фази цвітіння (R1) кукурудза споживає майже 63 % азоту від сезонної потреби, тоді як решту – в період наливу зерна (R1–R6);

Поглинання азоту прискорюється на стадії вегетативного росту (V6), коли рослина поглинає приблизно 11,3–13,6 кг N. На стадіях росту від V6 до V12 рослиною поглинається близько 25 % загального азоту (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Поглинання кукурудзою азоту, фосфору та калію протягом вегетаційного періоду, % від загального споживання [7]**

Від стадії росту V12 до появи китиці (VT) культурою поглинається ще 40 % загального необхідного азоту. Залишок необхідного азоту поглинається з VT до репродуктивної стадії R3 (молоко) [10].

3. Для забезпечення отримання достатньо високих урожаїв зерна кукурудзи рослини потребують 150–230 кг/га азоту. Орієнтовно 38 % цієї

потреби надходить із вегетативних органів рослини, а решта азоту споживається з ґрунту після цвітіння.

4. За використання інтенсивної технології вирощування кукурудзи споживання азоту після цвітіння рослини може бути 95–145 кг/га.

Пожовтіння або хлороз старих листків у вигляді гострого загострення є ознакою дефіциту азоту (рис. 1.2).



**Рис. 1.2.** Лист кукурудзи з симптомами дефіциту азоту [7]

Дефіцит азоту під час появи сходів до стадії росту V6 може призвести до слабшої кореневої системи, особливо після стадії росту V4, коли рослина здійснює перехід від насінневих ресурсів до ґрунтових. Під час швидкого росту, який починається зі стадії росту V6 і продовжується через формування китиць (VT), коли стебло активно подовжується, якщо недостатньо азоту, енергія може бути знижена, коренева система може

затримуватися, а поглинання інших поживних речовин (особливо калію) може бути зменшено. Це може мати негативні наслідки для ефективності фотосинтезу. Зменшення фотосинтетичної активності може зменшити кількість зерен і, якщо це серйозно, призвести до їх скидання. Кількість рядків зерен визначається стадією росту V8, а дефіцит азоту перед цією стадією зменшить кількість рядків зерен і розмір качана. Крім того, дефіцит азоту під час наповнення зерна може призвести до ремобілізації азоту з стебел і коренів до зерен, що розвиваються. Це може призвести до ослаблення стебел, що призведе до зараження організмами гнилі стебла. Інколи відбувається потемніння стебел рослини до темно-червоного відтінку. Азот є найважливішою поживною речовиною для рослин у визначенні кінцевого врожаю зерна.

Існує багато доступних форм азотних добрив, серед яких сечовина є найпоширенішою:

- сечовина має високий вміст азоту (46 %) і дуже швидко перетворюється на нітрат. Однак застереження полягає в тому, що коли сечовина наноситься поверхнево, вона піддається атмосферним втратам через випаровування. Тому рекомендується вносити сечовину в ґрунт, щоб мінімізувати ймовірність цього;

- нітрат амонію сечовини (карбамідно-аміачна суміш, КАС) є звичайною рідкою формою з вмістом азоту від 28 до 32 %; це зазвичай використовується в підгодівлі та стартових добривах;

- сульфат амонію є розчинною формою азоту, яка забезпечує як азот (21%), так і сірку (24%);

- безводний аміак має найвищий вміст азоту з усіх доступних продуктів, 82 % азоту;

- нітрат амонію – це сіль, яка містить 34 % азоту як з амонійною, так і з нітратною формами азоту. Ризик випаровування менший, ніж у сечовини;

- моноамонійфосфат має у складі 11 % азоту, 52 % фосфору, з невеликою кількістю сірки, і часто використовується як сухе стартове добриво;

- діамонійфосфат – це сухий склад, який містить 18 % азоту і 46 % фосфору.

Вміст азоту в гної може коливатися приблизно від 0,4 до 0,8 % для рідкого гною і від 0,8 до 2,7 % для твердого гною. Пташиний послід має найвищий вміст азоту в рідкій або твердій формах. Оскільки вміст азоту в гної може змінюватися, доцільно пройти аналіз для визначення вмісту азоту. Внесення гною в ґрунт одразу після внесення забезпечить рослині найбільшу кількість азоту з гною.

Урожайність зерна кукурудзи залежить від здатності культури асимілювати  $\text{CO}_2$  [11]. Фотосинтетична здатність листя часто асоціюється з вмістом азоту в листях [11, 12]. Оскільки більша частина азоту листя міститься в молекулах хлорофілу, існує тісний зв'язок між вмістом хлорофілу листя й азотом листя [13]. Однак успіх точного управління азотом у кукурудзі залежить від точної діагностики стану рослинного азоту в ґрунті [14–17]. Стверджується, що джерела азоту в добривах впливають на врожайність і якість зерна [18, 19].

Отже, головним чинником, який обмежує врожайність і якість кукурудзи є дефіцит азоту. В процесі вегетації рослинами використовується лише частина загального обсягу азоту з ґрунту, що вноситься з мінеральними добривами, тому що з мінеральними сполуками азоту відбуваються складні процеси в ґрунті, що забезпечують його доступність рослинам. В результаті, рослини кукурудзи здатні використати до 60 % азоту з ґрунту, тоді як інші 40 % втрачаються [20]. На втрати азоту впливають: температура ґрунту та повітря [21], вологість і рН ґрунту [22, 23], буферні властивості ґрунту [24], наявність соломи поверх ґрунту [25], джерела азоту та норми його внесення [26, 27].

Таким чином, азот є найважливішим макроелементом для кукурудзи, який засвоюється рослиною протягом усього періоду активного росту. Внесення азоту для забезпечення формування та наливу зерна має ґрунтуватись на знаннях щодо наявного азоту в ґрунті та запланованому рівні врожаю, оскільки надлишковий азот завдає економічних, агрономічних та екологічних проблем.

## **1.2 Вплив азотних добрив на врожайність та якість кукурудзи**

Норма внесення азоту та джерело азотних добрив впливають на врожайність та якість зерна кукурудзи [18]. Використання сечовини зростає, оскільки вона має певні переваги перед іншими формами азотних добрив у виробництві, транспортуванні та маркетингу. Однак значна кількість азоту може бути втрачена через випаровування аміаку, якщо сечовина не буде включена в ґрунт під час обробітку ґрунту, дощів або зрошення [14]. У той час як сечовина вважається найважливішим джерелом азоту для добре керованих систем виробництва кукурудзи, інші форми азотних добрив (наприклад, нітрат амонію, нітрат амонію сечовини тощо) були популярними у виробництві кукурудзи в системах без обробітку ґрунту [28, 29].

Було також доведено, що агрономічна ефективність використання азоту (тобто кількість зерна, виробленого на одиницю внесеного азотного добрива) є більшим при застосуванні карбамідно-аміачної селітри або нітрату амонію, ніж при застосуванні сечовини на кукурудзі без обробки [19, 29, 30]. У дослідженні [31] проведено оцінку впливу сульфату амонію, нітрату амонію, нітрату кальцію та сечовини на виробництво силосу та врожайність зерна кукурудзи. В результаті отримано значне збільшення силосу при внесенні добрив; однак відмінності в урожайності зерна серед різних джерел азоту були незначними.

Згідно з дослідженням [32] сульфат амонію сприяє збільшенню як урожайності зерна, так і ефективності використання азоту за богарної системи вирощування кукурудзи, тоді як нітрат амонію сечовини здебільшого покращує врожайність зерна за зрошуваної системи порівняно з сульфатом амонію. Навпаки, довгострокове дослідження джерел азоту продемонструвало, що сечовина як джерело азоту в якості добрива покращує як врожайність зерна, так і поглинання азоту кукурудзою порівняно з іншими джерелами азотних добрив [33].

Поліпшення ефективності використання азоту (NUE) зерновими вважається великою проблемою, оскільки для досягнення максимального врожаю необхідна велика кількість азотних добрив, тоді як фактично NUE становить набагато менше 50 % [34, 35]. NUE можна розділити на два процеси: 1) ефективність поглинання азоту (NupE; здатність рослини поглинати азот із ґрунту у вигляді нітратів і амонію); 2) ефективність використання азоту (NutE; здатність рослини використовувати азот для отримання врожаю зерна). NUE рослин є складною фізіологічною властивістю, яка залежить від відносної доступності азоту в ґрунті та фотосинтетичної фіксації вуглецю для забезпечення енергією для поглинання азоту та попередників, необхідних для біосинтезу амінокислот [36]. Було задокументовано, що постачання азоту може підвищити швидкість фотосинтезу (тобто кількість вуглецю, що асимілюється на одиницю площі листя та часу) й ефективність фотосинтетичного використання азоту (тобто кількість вуглецю, виробленого на одиницю азоту листям), але це може знизити агрономічну ефективність використання азоту [37, 38]. З іншого боку, джерело азоту в добриві має значний вплив на NUE кукурудзи [32, 39].

Поглиблені знання про фізіологічні механізми, що контролюють економію азоту в рослинах за різних методів управління азотом, мають вирішальне значення для покращення NUE, а також для зменшення

надмірного внесення добрив, зберігаючи при цьому прийнятну врожайність і якість навколишнього середовища [2, 5, 36].

Застосування азоту зазвичай збільшує врожайність зерна та вміст білка в зерні кукурудзи [18, 40, 41], а отже підвищує економічну ефективність. Дослідами [42] було виявлено, що врожайність кукурудзи реагувала на додавання азоту, досягнувши максимальної врожайності при нормі азоту 150 або 200 кг/га залежно від періоду вегетації. Високі врожаї зерна, досягнуті застосуванням азоту, пояснювалися більшим розміром зерна, і цього можна було досягти завдяки високій швидкості фотосинтезу при внесенні азоту в нормі 200 кг/га. Виявлено, що вміст азоту зростає зі збільшенням його норми, що вказує на збільшення поглинання азоту зі збільшенням норми азоту. При цьому існує негативний зв'язок між поглинанням азоту і фосфору кукурудзою. Наприклад, внесення азоту в нормі 100, 150 і 200 кг/га призвело до його збільшення на 36, 57 і 75 % відповідно порівняно з контрольною обробкою, тоді як вміст сірки зменшився на 31, 41 і 42 % відповідно. Це вказує на те, що більша кількість азоту може негативно вплинути на поглинання фосфору кукурудзою.

Виявлено, що джерело азоту в добривах суттєво вплинуло на врожайність зерна. Найвищий урожай зерна був виявлений у посівах, удобрених нітрат амонієм ( $N = 34 \%$ ), дещо нижче за удобрення кальцієво-аміачною селітрою ( $N = 27 \%$ ), а найнижча – за удобрення сечовиною ( $N = 46 \%$ ). Вищий урожай зерна кукурудзи, удобреної нітрат амонієм, був пов'язаний з більшим розміром зерен. Цей результат означає, що була нижча ефективність сечовини на врожай кукурудзи порівняно з нітрат амонієм у добре керованих системах виробництва. Ці результати частково узгоджуються з попередніми звітами, які продемонстрували нижчу продуктивність сечовини для врожаю зерна кукурудзи без обробки ґрунту порівняно з такою для нітрату амонію [28, 30]. Це можна додатково пояснити вищими  $NupE$  та  $aNUE$  у кукурудзи, удобреної нітрат амонієм,

порівняно з кальцієво-аміачною селітрою або сечовиною впродовж вегетаційного періоду.

В той же час, у довгостроковому дослідженні [43] сечовина як джерело азоту в якості добрива покращила як врожайність зерна, так і поглинання азоту кукурудзою порівняно з іншими джерелами азоту в якості добрива. Отримані результати щодо впливу джерела азотних добрив на різні агрономічні властивості та ознаки ефективності використання азоту показали, що ці показники змінювалися з роками. Однак, необхідно враховувати, що різні джерела азоту в добривах значно впливають на викиди  $N_2O$  [44].

Норма внесення азоту позитивно корелює з біомасою кукурудзи й урожаєм зерна, що узгоджуються з уявленням про те, що азот є ключовим компонентом у покращенні врожайності кукурудзи та якості зерна [18, 40]. Це також вказує на те, що застосування більш високого азоту призводить до зниження ефективності використання азоту в кукурудзі [2]. Врожайність зерна може бути збільшена зі збільшенням біомаси за рахунок збільшення фотосинтетичної здатності кукурудзи. Результати означають, що врожайність зерна, якість зерна та ефективність використання азоту повинні бути оптимізовані для сталого виробництва кукурудзи [2].

Результати [45] показали, що оптимальну норму внесення азоту можна було зменшити з 240 до 175 кг/га при одночасному збільшенні врожайності кукурудзи на 5,2 % за рахунок мікробних консорціумів, що зменшить викиди  $CO_2$  на 682,5 кг/га. Надмірне внесення азоту, головним чином за наявності корисних бактерій, може порушити баланс азоту в рослині, змінити рівень ґрунту та бактерій і, зрештою, вплинути на ріст рослин та врожайність.

Отже, завдяки забезпеченню рослин кукурудзи необхідним обсягом азоту можна досягти генетичного потенціалу її врожайності й одночасно поліпшити поживну якість зерна [46]. Важливо для отримання високого показника NUE й оптимізації внесеного азоту, враховувати його наявність

у ґрунті шляхом проведення аналізів, а не лише з розрахунку очікуваної врожайності. Так, в ґрунті може бути дуже різна кількість азоту та перебувати в межах 20–100 кг/га, що залежить від попередника і використаної системи удобрення, класу ґрунту й застосованої агротехніки вирощування [47].

На думку вітчизняних науковців Танчика С.П. і Сентіло Л.В., вирощування на типових чорноземах кукурудзи на зерно екологічно доцільно включати мінеральні добрива у дозах, що не більше  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Перевищення є небажаним з точки зору екологічної (відбуваються вагомні втрати газоподібного азоту та гальмування азотфіксації впродовж вегетації) й економічної доцільності (у порівнянні з вартістю добрив урожайність є відносно низькою) [47].

Необхідно вдосконалювати систему удобрення кукурудзи азотом, що дозволить максимізувати результативність його використання з добрив, але мінімізувати шкідливе навантаження на довкілля [48, 49]. Вдосконалення практики управління в сучасних системах сільськогосподарського виробництва є першочерговими завданнями, що дозволять оптимізувати врожайність, мінімізувати втрати азоту та підвищити ефективність його поглинання. Для цього необхідно синхронізувати подачу азотних добрив залежно від потреб культур в азоті з урахуванням часу, норм і методу внесення [50, 51]. Результативність зазначених методів управління ґрунтується на точній оцінці норм азотних добрив, що дозволяє отримати найвищу врожайність, що забезпечить виробнику досягнути оптимальної економічної віддачі [52].

Таким чином, використання азотних добрив сприяє збільшенню врожайності й якості кукурудзи, але для забезпечення їх оптимального рівня необхідно заздалегідь враховувати наявний азот у ґрунті, форму внесення, агротехніку вирощування. Управління процесом внесення азотних добрив сприятиме також підвищенню економічної ефективності та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Місце проведення досліджень

Впродовж 2022–2024 рр. проведено дослідження в польових умовах АОПП Великосороченське, що розташоване на території села Великі Сорочинці Миргородського району Полтавської області. Основним видом діяльності господарства є вирощування зернових і бобових культур, насіння олійних культур.

Місцерозташування населеного пункту – на обох берегах річки Псел, на відстані 25 км від м. Миргород і 90 км від м. Полтава, що відповідає наступним географічним координатам: 50.03° пн. ш., 33.96° сх. д.

#### 2.2 Ґрунтові умови господарства

Рельєф місцевості, де розташовані дослідні поля, представляє собою рівнинно ґрунтове плато з балками. Ґрунт дослідних ділянок класифікується як чорнозем типовий малогумусний і представляє собою один із родючих ґрунтів, що містить порівняно великі запаси необхідних поживних речовин, має достатньо сприятливі агрохімічні та фізичні властивості. Цей тип ґрунту з морфологічної сторони характеризується чітким, добре сформованим глибоким гумусовим горизонтом (45–60 см). Ґрунти рихлі з вмістом великої кількості карбонатів. Материнська порода – лес.

Чорнозем типовий малогумусний на глибині орного шару за гранулометричним складом є придатним для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Ґрунт достатньо прогрівається сонцем і провітрюється, що сприяє їх швидкому досягненню, робить його привабливим для використання у сільському господарстві.

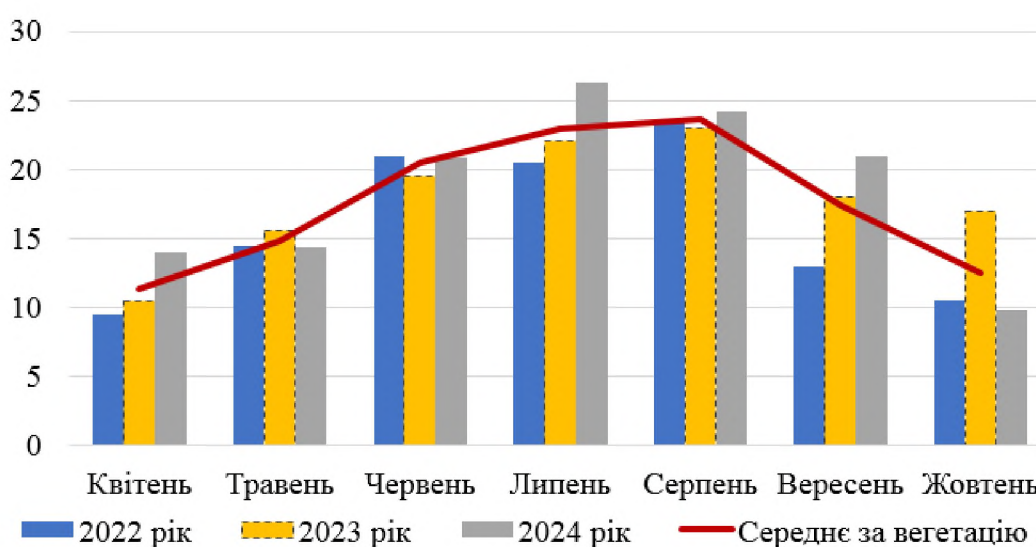
Агрохімічний аналіз ґрунту показав: гумус – 2,96 % (середній), азот (N) – 120,4 мг/кг (низький), фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 95,8 мг/кг (середній), калій (K<sub>2</sub>O) – 93,5 мг/кг (підвищений), рН ґрунту (сольовий) – 6,8 (нейтральний). Бонітет (показник якості ґрунту, його продуктивності, добротності, де еталон – 100 балів), бал: агрохімічний – 42, еколого-агрохімічний – 42,4.

### **2.3 Погодні умови місця проведення дослідження**

Визначальну роль у формуванні розміру врожаю та його якості мають водний і температурний режими. Згідно з дослідженням [53] продуктивність кукурудзи залежить від наявності азоту на 26 %, тоді як від погодних умов – на 27 %. Сприятливі погодні умови сприяють об'єднанню факторів азотного живлення і погоди, що дозволяє забезпечити понад 50 % загального врожаю. Тоді як посушливі погодні умови здатні значно обмежити позитивну реакцію рослинами кукурудзи на використання азоту.

За період проведення досліджень (2022–2024 рр.) погодні умови відрізнялися за рівнем опадів і надходженням тепла, розподілом їх протягом місяців вегетаційного періоду культури (квітень–жовтень, рис. 2.1–2.2). При цьому значний вплив на температурний режим мала загальносвітова тенденція до її підвищення.

У 2022 р. весняний період був прохолоднішим за середній показник на 0,3–1,8 °С. В літній період цього року температурний режим тримався на сприятливому рівні – 20,5–23,5 °С, та спостерігалось незначне перевищення середнього показника у червні. В перші два осінні місяці температура повітря була значно менше, ніж середні показники, та перебувала на рівні 10,5–13,0 °С.



**Рис. 2.1. Розподіл середньомісячних показників температури повітря впродовж вегетації кукурудзи, 2022–2024 рр.**

**[авторські дослідження]**

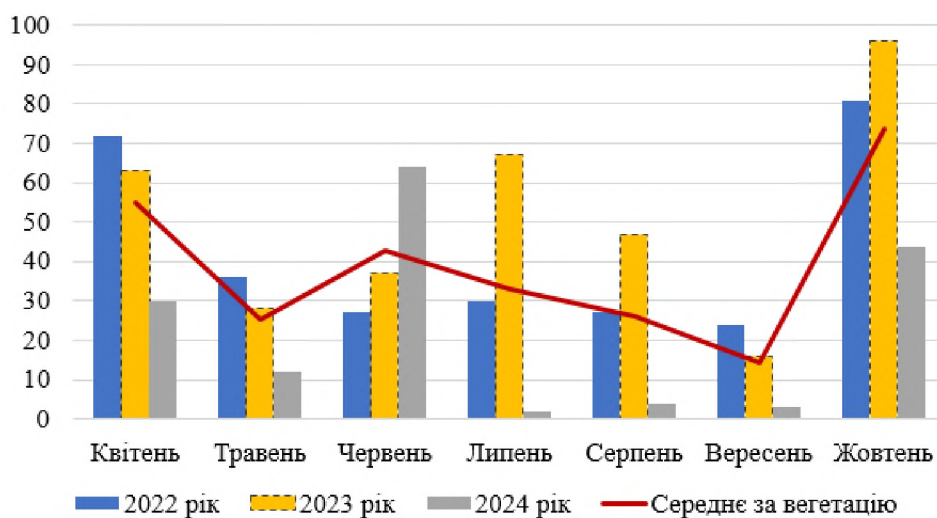
Впродовж вегетаційного періоду 2023 р. спостерігався рівномірний розподіл температур, без значних коливань. При цьому, середньомісячна температура квітня–червня була вище на 1,0 °С, ніж у 2022 р. Впродовж літнього періоду температурний режим перебував у межах середніх показників у межах 19,5–23,0 °С. Перші осінні місяці відрізнялись достатнім теплом – 17,0–18,0 °С.

Температурний режим в період вегетації кукурудзи в 2024 р. продемонстрував значні перевищення відносно середніх показників у квітні (на 2,7 °С), липні (на 3,4 °С), вересні (на 3,7 °С), та незначні у травні й серпні – на 0,5 і 0,6 °С відповідно.

Розподіл опадів протягом всіх років досліджень значно відрізнявся від середніх показників (рис. 2.2).

Так, впродовж вегетаційного періоду 2022 р. випало 297 мм опадів, що становило 93 % від середнього показника. У квітні випало 72 мм опадів, що становило 131 %, тоді як у травні – 36 мм або 144 % від середнього показника. У червні та липні випало 27 та 30 мм опадів, що менше від середніх значень на 37 та 9 % відповідно. В серпні та вересні

спостерігалось зниження кількості опадів до 27 та 24 мм, але це на 4 та 71 % більше порівняно з середніми показниками за останні 3 роки.



**Рис. 2.2. Розподіл середньомісячних показників кількості опадів упродовж вегетації кукурудзи, 2022–2024 рр. [авторські дослідження]**

У 2023 р. упродовж вегетаційного періоду кількість опадів становила 354 мм, що на 19,2 % більше, ніж у попередньому році. В квітні випало 65 мм опадів, що складає 115 % від середніх показників. Травень характеризувався незначною кількістю опадів – 28 мм або 112 % від середнього показника, в той же час у червні – 86 %. У липні та серпні випало опадів більше від середніх значень, з відхиленням у 1,8–2,0 рази. У вересні випало незначні 16 мм опадів, але це на 14 % більше за середній показник, у жовтні – 96 мм, що на 30 % більше від середнє значення за останні 3 роки.

Впродовж вегетаційного періоду в 2024 р. загальна сума опадів була мінімальною за всі роки досліджень – 159 мм. У квітні та травні випало опадів в межах 45 і 52 % від середнього рівня. У червні спостерігалось перевищення середнього показника на 49 %. З липня по вересень значно зменшилась кількість опадів на фоні достатньо високих температур, що призвело до посухи. У жовтні кількість опадів зросла до 44 мм, але це всього 41 % від середнього рівня.

Отже, 2024 р. виявся найменш сприятливим за гідротермічними умовами, характеризувався значним дефіцитом вологи впродовж липня-серпня та високими середньомісячними температурами. При цьому, найкращі погодні умови склались у 2023 р., що мало значний вплив на рівень урожайності зерна кукурудзи.

## **2.4 Методика проведення досліджень**

Встановлення впливу форм азотних добрив на формування потенційної врожайності й високої якості кукурудзи закладався польовий дослід згідно з загальноприйнятими в землеробстві та рослинництві методами [54] за трикратного повторення. Розмір облікової ділянки 50 м<sup>2</sup> за рендомізованого розміщення. Використана агротехніка вирощування кукурудзи відповідно до зони вирощування. Попередник у сівозміні – озимі зернові.

Об'єктом дослідження обрано середньоранній гібрид кукурудзи РЖТ Ексклам (ФАО 270). Компанія RAGT Semences відносить його до ефективних гібридів з високою посухостійкістю (9 б.), початковими темпами росту (9 б.), холодостійкістю (9 б.), вологовіддачею (8 б.), стійкістю до фузаріозу зерна і стебал (8 б.). Рекомендовано для вирощування у всіх кліматичних зонах України за належної норми висіву: Полісся – 65–70 тис. шт./га, Лісостеп – 62–68 тис. шт./га, Степ – 45–50 тис. шт./га. Володіє високим потенціалом врожайності – до 180 ц/га. Гібрид пластичний до умов вирощування та володіє високою енергією росту на початкових етапах розвитку, що дозволяє вчасно здійснити всі необхідні для нормального розвитку технологічні операції. Гібрид має добру адаптацію до різних видів обробітку ґрунту (в тому числі, мінімального) та вирощування в монокультурі. Качан має 16–18 рядів з 38–42 зернами в кожному ряду. Маса 1000 зерен дорівнює 320–340 г [55].

Після збору попередника обробіток ґрунту проводився шляхом лущення стерні. Здійснено дискування на глибину 10–12 см важкими дисками з метою найкращого подрібнення рослинних рештків і формування мульчуючого шару. Проведено загортання у ґрунт насіння бур'янів, що пошкоджувало їх вегетативні органи, з метою провокування їх проростання.

Напередодні основного обробітку згідно зі схемою експерименту на дослідні ділянки було внесено добриво діаміфоска (10N:26P:26K) на фоні (220 кг/га ф. в.). Внесення проведено з використанням розкидача Amazone ZA-M Limiter X 1001 та подальшою оранкою плугом Lemken Jewel 8M 5+1 глибиною 30–35 см.

Насіння кукурудзи висіяно за прогрівання ґрунту до +8 °С: 2022 р. – 16 травня; 2023 р. – 27 квітня; 2021 р. – 20 квітня. Сівбу здійснено сівалкою KINZE 3600 на глибину 5 см з нормою висіву 75 тис. шт./га. Азотні добрива різної форми у вигляді аміачної води, карбаміду та КАС 32 додано перед передпосівним обробітком ґрунту за норми азоту (N) – 120 кг/га д. р. У фазі 4–6 листків внесено самохідним обприскувачем John Deere 4730 страхові гербіциди Тренд 90 (0,25 л/га) і Таск Екстра (0,44 кг/га).

Збір урожаю здійснено поділянково, за допомогою суцільного обмолоту. Завчасно відібрано пробні взірці рослин задля визначення біологічної врожайності та структури врожаю.

Схемою дослідження передбачено внесення різних форм азотних добрив: 1) контроль (без добрив); 2) фон – діаміфоска (N<sub>22</sub>P<sub>57</sub>K<sub>57</sub>); 3) фон + аміачна вода (N<sub>120</sub>); 4) фон + карбамід (N<sub>120</sub>); 5) фон + КАС (N<sub>120</sub>);

Діаміфоска (10N:26P:26K) є комплексним високоефективним добривом у формі гранул, що внесено перед оранкою за допомоги лійки. Добриво містить NH<sub>4</sub> (амонійну форму азоту), гранульовані фосфор і калій, що розчинні у воді й є легкодоступними для рослин.

Весняний обробіток ґрунту розпочато закриттям вологи за допомогою зубчастих борон на глибину 5 см для збереження в ньому вологи.

Впродовж передпосівного обробітку ґрунту здійснено закладання дослідів з додаванням різних форм азотних добрив. Передпосівна культивування на всіх варіантах дослідів, окрім аміачної води, проведено на глибину 6–7 см комбінованим агрегатом Kompartomat FARMET.

Аміачна вода внесена в нормі 585 л/га (N = 120 кг д. р.) культиватором NUTRI-PLACER, яким здійснено передпосівну культивування й одночасно вносено рідкі добрива. Аміачна вода – водний розчин технічного аміаку, з часткою аміаку не менше 25 % та азоту 20–21 %. Азот аміачної води ліпше втримується ґрунтом порівняно з амонійним азотом твердих добрив, що дозволяє використовувати аміачну воду впродовж основного обробітку ґрунту та передпосівної культивування.

Карбамід внесений у нормі 260 кг/га ф. мв. (N = 120 кг д. р.) за допомогою розкидача Amazone ZA-M 1001 й одночасною заробкою Farmet Kompartomat 4 м. Карбамід утворюється за допомогою синтезу  $\text{CO}_2$  і  $\text{NH}_3$ . В ґрунті відбувається повільний процес трансформації амідної форми з переходом в аміачну, а згодом – в нітратну. Завдяки пролонгованій дії рослини засвоюють азот впродовж вегетації. Відсутні нагромадження азоту в рослині та ґрунтових водах. Вимивання з ґрунту незначні, а отже втрати азоту є мінімальними.

КАС 32 внесено поверхнево в нормі 375 л/га (120 кг д. р.) обприскувачем Богуслав ОП 2000 поперед проходження культиватора. Обов'язково для мінімізації втрат азоту виконана швидка заробка добрива в ґрунт, що дозволило забезпечити рослини протягом вегетації пролонгованим азотним живленням. КАС містить неінертні 3 форми азоту (відсутні його втрати): 50 % – амідної, по 25 % – аміачної та нітратної.

Польові дослідження закладено та виконано згідно з методикою проведення польових досліджень:

- розрахунки структури врожаю виконано за виборними зразками шляхом розбирання проб за кожним варіантом у двох несуміжних повтореннях: маса качана, кількість зерен, маса зерна з одного качана;

- визначення маси 1000 зерен шляхом відбору двох проб по 500 зерен з подальшим зважуванням на лабораторних вагах і розрахунком згідно з ДСТУ 4138-2002;

- облік урожаю з кожної ділянки здійснено методом суцільного обмолоту зерна з наступним перерахунком на 100 % чистоту і 14 % базисну вологість.

- розрахунок економічної ефективності застосування різних форм азотних добрив для вирощування кукурудзи визначено за технологічними картами.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **3.1 Формування структури врожаю кукурудзи залежно від форм азотних добрив**

Формування основних елементів структури врожаю кукурудзи відбувається в залежності від багатьох чинників, важливими серед яких є технологічні прийоми вирощування разом з вибором гібридів і метеорологічними [56]. При цьому, безпосередній вплив на продуктивність мають такі елементи технології вирощування як мінеральні добрива, оскільки рослини не залежно від гібриду та погодних умов потребують елементи живлення, що забезпечать їх ріст і розвиток.

Структурні елементи врожайності сільськогосподарських культур є невід'ємною складовою продуктивності їх посівів. В результаті урожайність і якість продукції знаходиться під впливом проведених агротехнічних заходів. При цьому, деякі елементи структури врожаю підпадають під більший вплив технологічних операцій, тоді як інші – менше [57–59].

Проведений аналіз структури врожаю кукурудзи у польовому досліді з внесенням різних форм азотних добрив, дозволяє визначити ефективність їх впливу на ці показники (табл. 3.1).

Так, впродовж 2022–2024 рр. кількість рядів не особо змінювалась (зазвичай 14 шт. і лише у 2023 р. за двох варіантів 16 ш.), але кількість зерен у ряді, а отже і качані, значно варіювали в залежності від року досліджень і форми азотних добрив.

Найбільша кількість зерен у ряді дещо змінювалась: 2022 р. і 2024 р. – за внесення КАС 32 (120 кг д. р. азоту/га) – відповідно 36 і 33 шт., а в 2023 р. – за внесення аміачної води – 36 шт. При цьому, у контрольних варіантах

без добрив цей показник у 2022, 2023 і 2024 рр. був меншим на 19,4; 22,2 і 30,3 % відповідно.

Таблиця 3.1

**Показники структури врожаю кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам за різних форм азотних добрив, 2022–2024 рр. [авторські розрахунки]**

Показники	Варіанти удобрення				
	Контроль	Фон	Фон + Аміачна вода	Фон + Карбомід	Фон + КАС 32
2022 р.					
Кількість рядів, шт.	14	14	14	14	14
Кількість зерен у ряді, шт.	29	33	34	35	36
Кількість зерен у качані, шт.	406	462	476	490	504
Маса зерна з качана, г	114,9	131,7	144,7	148,5	157,8
Маса 1000 зерен, г	283	285	304	303	313
2023 р.					
Кількість рядів, шт.	16	14	14	14	16
Кількість зерен у ряді, шт.	28	35	36	35	35
Кількість зерен у качані, шт.	448	490	504	490	560
Маса зерна з качана, г	129,0	144,6	151,7	157,8	174,2
Маса 1000 зерен, г	288	295	301	322	311
2024 р.					
Кількість рядів, шт.	14	14	14	14	14
Кількість зерен у ряді, шт.	23	27	29	31	33
Кількість зерен у качані, шт.	322	378	406	434	462
Маса зерна з качана, г	90,2	111,1	119,8	122,8	131,7
Маса 1000 зерен, г	280	294	295	283	285

Залежність кількості зерен у ряді від умов вирощування демонструє його зростання відносно контролю залежно від форм азотних добрив: 2022 р.,

аміачна вода – 17,2 %, карбамід – 20,7 %, КАС 32 – 24,1 %; 2023 р., аміачна вода – 28,6 %, карбамід і КАС 32 – по 25,0 %; 2024 р., аміачна вода – 26,1 %, карбамід – 34,8%, КАС 32 – 43,5 %.

Здійснені розрахунки підтверджують позитивний вплив форм азотних добрив і погодних умов у році досліджень на кількість зерен в ряду качана. Відстежується чітка перевага внесення азотного добрива КАС 32 з урахуванням середнього показника за періоди досліджень щодо контролю (29,6 %), внесення аміачної води (6,1 %) і карбаміду (2,9 %).

Необхідно зауважити, що до вагомих елементів структури врожаю належить показник маси зерна з качана, який також знаходиться під впливом генетичних особливостей, погодних умов і форм удобрення. Так, залежно від кліматичних умов цей показник на контрольному варіанті більше у 2022 і 2023 рр. відносно 2024 р. на 27,4 і 43,0 % відповідно.

За даними табл. 3.1 прослідковується також вплив форм азотних добрив на визначену масу зерна з качана. Так, існує пряма залежність між цим показником і формою азотних добрив, оскільки за удобрення аміачною водою він складає в середньому 138,7 г, карбаміду – 143,0 г, КАС 32 – 154,6 г.

Найбільшу масу 1000 зерен отримано у 2023 р. за удобрення карбамідом (322 г), але за інших показників структури врожаю цей показник виявився менш продуктивним. Найменший показник маси 1000 зерен отримано у 2024 р. на контрольному варіанті в розмірі 280 г, що пов'язано зі значним дефіцитом вологи за високих температур.

Таким чином, підсумовуючи можна зазначити, що за кращих умов зростання та розвитку рослин кукурудзи протягом вегетаційного періоду формуються вищі показники елементів структури врожаю. Ці умови можуть бути як об'єктивними (метеорологічні), так і суб'єктивні (форми та норми внесення мінеральних добрив).

### 3.2 Вплив форм азотних добрив на врожайність кукурудзи

Відмінність кукурудзи від інших зернових культур полягає у її вимогливості до підвищеного рівня мінерального живлення, що пов'язано передусім з її довготривалим вегетаційним періодом та здібністю рослин до засвоювання поживних речовин майже до повного дозрівання зерна [60]. Потреби рослин кукурудзи в основних поживних елементах відрізняються за зонами вирощування, значно залежать від ґрунтових і погодних умов, використання заходів агротехніки та інших факторів. Найбільш чутлива кукурудза до внесення азотних добрив [61, 62]. З-поміж всіх елементів мінерального живлення безпосередньо азот займає визначальне місце у формуванні врожайності різних сільськогосподарських культур. В той же час, засвоєння та використання азотних добрив рослинами в значній мірі визначається метеорологічними умовами [63].

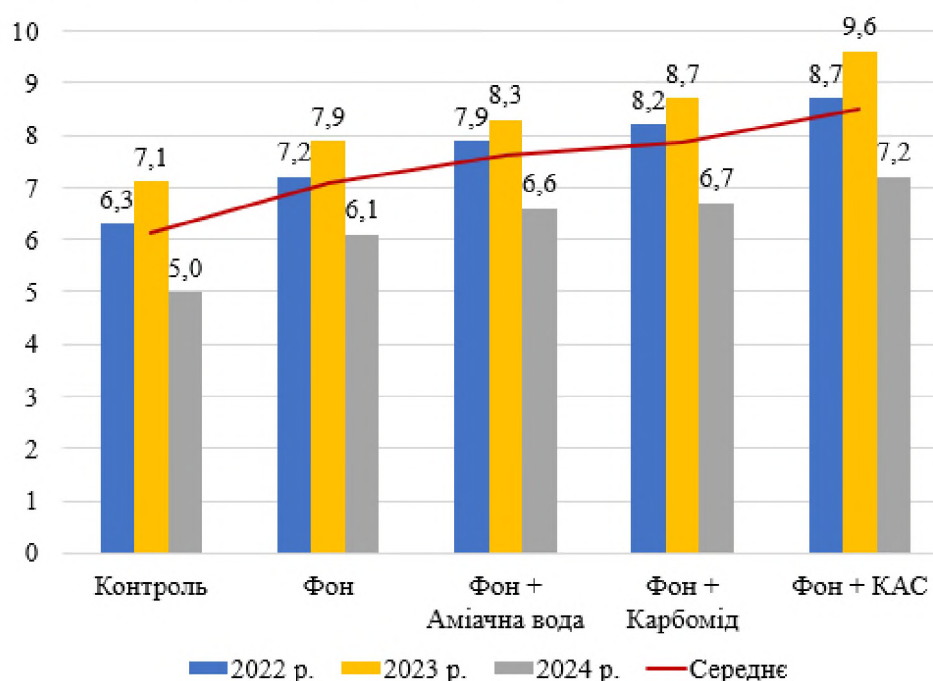
Дослідження [64] обґрунтовано зазначають про ефективність всіх існуючих елементів системи удобрення, але ще недостатньо визначена їх комплексна дія. У зв'язку з цим виробники потребують проведення додаткових досліджень відносно оптимізації опорної системи удобрення, з урахуванням біологічних особливостей сучасних гібридів кукурудзи та їх потенційних можливостей, ґрунтово-кліматичних умов регіону з наступним дослідженням їх впливу на структуру врожаю, врожайність та якість зерна.

Для формування врожайності зерна кукурудзи на рівні 5–7 т/га, рослина, з урахуванням нетоварної продукції, виносить із ґрунту 146–204 кг азоту, 160–238 г цинку, 125–175 кг калію, 110–154 марганцю, 48–67 фосфору, 19–27 г кобальту, 12–16 міді. Однак, навіть високий рівень родючості ґрунту не зможе забезпечити рослинам таку кількість доступних поживних елементів. В результаті цього тільки завдяки мінеральним добривам можна забезпечити підвищення врожайності [65].

Ефективність проведення будь-яких агротехнічних заходів визначається рівнем урожайності культури та залежить від своєчасності й якості забезпечених умов зростання та розвитку рослин в онтогенезі. Отже, важливість полягає не лише у забезпеченні рослин азотом, а й залежить від його засвоєння, що в значній мірі позначається гідротермічними умовами року. Це обумовлено тим, що в середньому урожайність кукурудзи за удобрення середніми дозами азотних добрив може зростати тільки на 10 %, але за сприятливих умов достатнього вологозабезпечення збільшення врожаю може бути від 50 % [66].

Кукурудза на початкових фазах розвитку споживає тільки 25 % азоту [67], але потреба в ньому починає стрімко зростати після настання фази 10 листків. За результатами досліджень висока ефективність забезпечується пролонгованим азотним живленням цієї культури [68].

Згідно з виконаними дослідженнями визначено, що рівень урожайності гібриду РЖТ Ексклам суттєво відрізнявся залежно від форм азотних добрив і погодних умов (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Врожайність зерна гібриду кукурудзи РЖТ Ексклам залежно від метеорологічних чинників і форм азотних добрив, 2022–2024 рр., т/га [авторські розрахунки]**

Як вже зазначалось, зі всіх років досліджень 2024 р. виявився найменш сприятливим за гідротермічними умовами через дефіцит вологи впродовж липня-вересня та фоні високих температур, що мало значний вплив урожайність зерна кукурудзи. В результаті середня врожайність культури за всіх варіантів досліджень становила 5,0–7,2 т/га. Найбільший показник було отримано за удобрення КАС 32 (7,2 т/га), тоді як за удобрення аміачною водою і карбамідом цей показник становив 91,7 і 93,1 % від удобрення КАС 32.

У дослідженні [69] підтверджується, що за сприятливих погодних умов фактори погоди й азоту поєднуються, забезпечуючи високий показник урожайності (50 %). Тоді як, у посушливі роки погода значно зменшує реакцію кукурудзи на використання азоту. Враховуючи це, з метою отримання високих врожаїв кукурудзи, критично важливо забезпечувати рослини достатнім рівнем азоту протягом вирішальних фаз зростання та розвитку. В цьому випадку внесення азоту в декілька прийомів дозволяє оптимізувати живлення рослин кукурудзи, зменшуючи непродуктивні втрати та забруднення середовища. Таким чином, відбувається зростання показників індивідуальної продуктивності, врожайності й якості зерна [70].

Найбільш сприятливим для зростання, розвитку та формування врожайності кукурудзи виявився 2023 р., що підтверджено не лише структурними елементами врожаю, а й безпосередньо врожайністю. Так, максимальна врожайність гібриду РЖТ Ексклам отримана за внесення добрив КАС 32 і становила 9,6 т/га, що більше за показник на контролі на 35,2 % або 2,5 т/га. За внесення аміачної води врожайність становила 8,3 т/га (86,5 % від удобрення КАС), а за внесення карбаміду – 8,7 т/га (90,6 % відповідно).

Відносно 2022 р. можна зазначити про його достатню сприятливість за гідротермічними показниками, що відображено в отриманій врожайності – 6,3–8,7 т/га. В цьому році, як і в інших роках досліджень,

максимальна врожайність отримана за удобрення КАС 32 (8,7 т/га), тоді як на контрольному варіанті – 72,4 % від максимального рівня. За удобрення аміачною водою та карбамідом отримано більшу врожайність, ніж на контролі, але менше, ніж за внесення КАС 32 – на 9,2 і 5,7 % відповідно.

Отже, внесення аміачної води та карбаміду дозволило отримано трішки нижчі рівні врожайності в порівнянні з КАС 32. Так, середній показник врожайності за внесення КАС 32 становив 8,5 т/га, а за внесення аміачної води та карбаміду – менше на 10,6 і 7,1 % відповідно.

### **3.3 Якість кукурудзи залежно від форм азотних добрив**

Важливим завданням сільськогосподарського виробництва є отримання потенційно високих урожаїв культур високої якості, оскільки через збільшення продажу через зовнішні ринки зростають вимоги до їх якості. При цьому, продукція вищої якості завжди коштує дорожче, що дозволяє збільшити доходи від реалізації, а отже і прибутки виробництва.

Зерно кукурудзи у своєму складі містить вуглеводи (65–70 %), білки (9–12 %), рослинну олію (4–8 %, у зародку до 40 %), клітковину (близько 2 %), вітаміни (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, С), мінеральні солі, незамінні амінокислоти та мікроелементи (цинк, калій, магній, залізо, фосфор) [62].

Науковими дослідженнями встановлено, що мінеральні добрива, не тільки мають значний вплив на врожайність зерна кукурудзи, а й на вміст в ньому білка. Завдяки їх внесенню відбувається підвищення вмісту білка в зерні, жиру, крохмалю, золи, каротину, безазотистих екстрактивних речовин, кальцію й фосфору [71].

Так, азотні добрива сприяють позитивному накопиченню сирого білка в зерні кукурудзи, але призводять до зменшення накопичення жиру. За внесення фосфорних добрив, як і азотних, відбувається збільшення врожайності зерна та підвищення вмісту білка та жиру в ньому. При цьому,

фосфор менш стійко впливає на збільшення вмісту білка та в значній мірі залежить від властивостей ґрунту, наявності та співвідношення внесених у нього поживних речовин і добрив. Калійні добрива в більшості мають незначний вплив на якість зерна кукурудзи. Однак, вони здатні призводити як до збільшення, так і зменшення вмісту білка в зерні за певних умов. Вплив калійних добрив в значній мірі залежить від властивостей ґрунту, а ще більше – від існуючого в добривах співвідношення елементів живлення. Отже, завдяки правильному вибору співвідношення між азотом, фосфором і калієм можна досягнути найвищої врожайності й якості зерна кукурудзи [72].

Результати проведених досліджень (табл. 3.2) свідчать, що мінеральні добрива значно впливають на кількість білку, крохмалю й олії в зерні кукурудзи.

Таблиця 3.2

**Показники якості зерна кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам за різних форм азотних добрив, 2022–2024 рр. [авторські розрахунки]**

Вміст, %	Варіанти удобрення				
	Контроль	Фон	Фон + Аміачна вода	Фон + Карбомід	Фон + КАС 32
2022 р.					
Білок	10,5	10,7	10,9	10,8	11,2
Крохмаль	54,4	55,2	59,8	59,1	62,4
Олія	3,9	3,9	3,9	3,9	4,0
2023 р.					
Білок	9,8	10,5	11,2	10,9	11,3
Крохмаль	54,2	54,8	58,9	58,0	61,4
Олія	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9
2024 р.					
Білок	10,3	10,5	10,8	10,8	11,1
Крохмаль	54,8	55,0	59,3	58,8	60,5
Олія	3,8	3,8	3,8	3,7	4,0

## Продовження таблиці 3.2

Вміст, %	Варіанти удобрення				
	Контроль	Фон	Фон + Аміачна вода	Фон + Карбомід	Фон + КАС 32
Середнє за роки					
Білок	10,2	10,6	11,0	10,8	11,3
Крохмаль	54,5	55,0	59,3	58,6	61,4
Олія	3,9	3,9	3,9	3,8	4,0

Проведені дослідження впродовж 2022–2024 рр. виявили залежність вмісту білка та крохмалю в зерні гібридів від форм азотних добрив. На контрольному варіанті вміст білка становив 10,5; 9,8; 10,3 % відповідно за роками досліджень і виявився нижчим, ніж у варіантах внесення азотних добрив. Втім, рівень вмісту білка зростав відповідно до форм азотних добрив. Впродовж років досліджень найбільший вміст білка в зерні кукурудзи визначено на рівні 11,3 % у 2023 р. за удобрення КАС 32, що перевищив контроль на 15,3 %. Доцільно відзначити, що й в інші роки досліджень найбільші показники вмісту білка були за удобрення КАС 32: 2022 р. – 11,2 % або на 6,7 % більше за контроль, 2024 р. – 11,3 % або на 10,8 %. Це пояснюється наявністю у КАС 32 азоту в трьох формах (нітратній, амонійній, амідній).

Накопичення крохмалю в зерні кукурудзи також визначило чітку динаміку щодо збільшення за використання різних форм азотних добрив. Даний показник на контрольному варіанті у гібрида РЖТ Ексклам становив: 2022 р. – 54,4 %; 2023 р. – 54,2 %; 2024 р. – 54,8 %. Найбільший вміст крохмалю відмічено за удобрення КАС 32: 2020 р. – 62,4 %; 2023 р. – 61,4 %; 2024 р. – 60,5 %.

Варто зауважити, що одним з надважливих показників якості зерна кукурудзи є олія. У середньому за роки досліджень її величина коливалась від 3,8 до 4,0 % (див. табл. 3.2).

Показники вмісту олії в гібриду РЖТ Ексклам у варіанті контролю за 2022, 2023, 2024 рр. відповідно становили 3,9; 3,9; 3,8 %. Наведені показники не дозволяють визначити загальну закономірність відносно величини показників вмісту олії у зерні кукурудзи за різних форм азотних добрив. Отже, на даний показник мали більший вплив погодно-кліматичні умови та особливості гібриду.

Таким чином, генетичні особливості гібриду кукурудзи, форми азотних добрив і використана агротехніка, а також рівень родючості ґрунту та співвідношення поживних елементів, погодні умови – все це впливає на врожайність та якість зерна.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Сучасне рослинництво ґрунтується на залучення у виробництво продукції мінімальних матеріальних витрат у розрахунку на її одиницю. Саме це й передбачається визначенням економічної ефективності, завдяки якій розраховуються кількісне й якісне співвідношення між отриманим ефектом і витратами шляхом встановлення вартості виробництва валової продукції, загальної структури витрат, собівартості виробленої продукції, а також величини отриманого прибутку та рівня рентабельності.

Результативність використаної технології вирощування сільськогосподарської культури відображується абсолютною урожайністю й економічною ефективністю. Не менш важливе впровадження окремих технологічних інновацій [57].

Основною метою будь-якої господарської діяльності, в тому числі й сільськогосподарській, є отримання максимально можливого обсягу виробленої (вирощеної) продукції для забезпечення прибутковості. Це дозволить вдосконалювати та розширювати виробництво, запроваджувати сучасні прогресивні ресурсозберігаючі технології, оновлювати технологічний парк, закуповувати якісне та сучасне насіння, заохочувати до підвищення продуктивності праці [73]. Необхідно зауважити про визначальне місце зернового господарства в агропромисловому комплексі, завдяки якій забезпечується продовольча безпека та сприяння розвитку експортного потенціалу країни, насичуються сировиною інші галузі АПК і виробництва (харчова, хімічна тощо). А це, в кінцевому рахунку, сприяє подальшому підвищенню рівня життя людей [74].

Для досягнення вищевказаного необхідно постійно збільшувати врожайність і покращувати якість вирощеного зерна всіх зернових культур, у тому числі й кукурудзи, за допомогою вдосконалення технології їх вирощування. У зв'язку з цим, нами поставлено завдання, ґрунтуючись

на дослідженнях, обґрунтувати не тільки агробіологічні й екологічні, але й економічні аспекти використання різних форм азотних добрив для вирощування сучасних гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу. Економічна оцінка результатів досліджень проведена згідно з загальноприйнятими методиками.

Для визначення виробничих затрат на 1 га посіву та собівартість 1 т зерна кукурудзи використано технологічні карти та чинні методичні рекомендації.

Чистий дохід (прибуток) представляє собою різницю між показниками – вартість врожаю та виробничі затрати. Рівень рентабельності визначено шляхом відношення розрахованого чистого доходу до виробничих витрат, що відображено у відсотках. Завдяки цьому показнику надається кількісна характеристика ефективності агротехнічного заходу, тобто ступінь його прибутковості.

Витрати на вирощування зерна кукурудзи за всіма варіантами досліджень розраховано на основі однакових нормативів, тарифів і цін. Розрахунок економічної ефективності вирощування засвідчив, що показники значно залежали від врожайності зерна та форми азотних добрив (табл. 4.1).

Діапазон рівня врожайності в середньому за 2022–2024 рр. змінювався (табл. 4.1) у гібриду РЖТ Ексклам від 6,1 т/га (на контролі) до 8,5 т/га (за внесення азотного добрива КАС 32 з нормою N=120 кг д. р. на фоні діаміфоски N<sub>22</sub>P<sub>57</sub>K<sub>57</sub>).

Отримані показники врожайності за удобрення аміачною водою та карбамідом виявились менш ефективними у порівнянні з КАС 32. Так, після внесення КАС 32 отримано найвищий умовно чистий прибуток – 31925 грн/га та забезпечено рівень рентабельності в 80,9 %, що перевищило показник на контрольному варіанті на 9040 грн/га.

Таблиця 4.1

**Оцінка економічної ефективності вирощування кукурудзи гібриду  
РЖТ Ексклам за різних форм азотних добрив, середнє за 2022–2024 рр.  
[авторські розрахунки]**

Показники	Варіанти удобрення				
	Контроль	Фон	Фон + Аміачна вода	Фон + Карбомід	Фон + КАС 32
Урожайність, т/га	6,1	7,1	7,6	7,9	8,5
Ціна реалізації, грн/т	8400				
Вартість валової продукції, грн/га	51240	59640	63840	66360	71400
Виробничі затрати, грн/га	28355	33595	41293	38000	39475
Собівартість 1 т продукції, грн/т	4648,3607	4732	5433	4810	4644
Умовно чистий прибуток, грн/га	22885	26045	22547	28360	31925
Рівень рентабельності, %	80,7	77,5	54,6	74,6	80,9

Інші використані азотні добрива показали зменшений економічний ефект від їх застосування відносно КАС 32: одержано менший на 9378 грн/га умовно чистий прибуток за удобрення аміачною водою та на 3565 грн/га – за карбамідом, що призвело до їх меншої рентабельності – 54,6 і 74,6 % відповідно.

Доцільно звернути увагу на зростання витрат на вирощування кукурудзи зі зростанням урожайності. Так, внесення високоефективного добрива КАС 32, виробничі витрати склали 31925 грн/га. Тоді як зберігається загальна тенденція збільшення витрат до зростання

врожайності зерна кукурудзи. Однак, за удобрення КАС 32 отримано найбільшу окупність витрат за рахунок приросту врожаю.

Серед інших форм азотних добрив аміачна вода є найдорожчою та найзатратнішою за внесенням, що є причиною найнижчих показників умовно чистого прибутку та рівня рентабельності.

За результатами розрахунків найбільш економічно ефективною формою азотних добрив є використання КАС 32 з нормою  $N = 120$  кг д. р. на фоні діамфоски  $N_{22}P_{57}K_{57}$ , що дозволяє збільшити врожайність на 39,3 % відносно контролю та збільшити вартість валової продукції. При цьому, рівень рентабельності вирощування кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам дорівнює 80,9 %.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Оцінка впливу на довкілля є обов'язковою в процесі прийому рішень про впровадження діяльності з ведення сільського господарства, оскільки може мати вагомий вплив на довкілля. Це стосується сільськогосподарського освоєння, рекультивациі та меліорації земель на територіях, що мають площу від 20 гектарів, або які розміщені на площі від 5 гектарів на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду чи в їх охоронних зонах, а також передбачає будівництво меліоративних систем і поодиноких об'єктів інженерної інфраструктури цих систем [75].

Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII, який введений після втрати чинності Закону України «Про екологічну експертизу» від 09.02.1995 р. № 45/95-ВР, зазначено, що вплив на довкілля представляє собою будь-які наслідки від планової діяльності для довкілля, котрі включають наслідки для безпеки життєдіяльності людей, їх здоров'я, фауни, флори, біорізноманіття, клімату, повітря, води, ґрунту, ландшафту, природних об'єктів і територій, історичних пам'яток й інших матеріальних об'єктів або для сукупності цих факторів [75].

Таким чином, під час сільськогосподарської діяльності необхідно враховувати, що ґрунти є незамінним ресурсом для забезпечення життя на планеті. Окрім того вони виконують захисну функцію для рослинності, атмосфери та природних вод. При виконанні захисної ролі ґрунти накопичують хімічні речовини, які можуть потрапити та забруднити гідросферу та вирощену рослинну продукцію, яка споживається безпосередньо людиною чи використовується для подальшого виробництва. До найбільш поширених забруднювачів ґрунту відносять: нафту та нафтопродукти, важкі метали, пестициди, фториди, галогени [76].

Ґрунти мають потенціал стійкості до забруднення, що передбачає сукупність фізичних, біохімічних і хімічних процесів, що здатні сприяти

зниженню токсичності речовин, що забруднюють, й їх розкладанню, а також природних властивостей ґрунту, котрі допомагають його відновленню.

Здібність ґрунтів до самоочищення знаходиться в залежності від багатьох показників, що взаємозв'язані. До основних з них належать [76]:

1) вміст гумусу та частку в ньому особливих гумусових сполук: гуміну, фульвокислот, гумінових кислот – елементів живлення, які здійснюють вплив на запаси, режим біологічного кругообігу, швидкість розкладання токсикантів;

2) гранулометричний склад, котрий здійснює вплив на поглинальну здатність і буферність ґрунту, тепловий і водно-повітряний режими, співвідношення й інтенсивність процесів мінералізації та трансформації органічної речовини, акумуляцію, утворення та вимивання малорозчинних сполук токсикантів.

3) щільність ґрунту, оскільки за його ущільнення підвищується опір до проникнення корневих систем рослин, погіршення водно-повітряного та живильного режимів, відбувається розвиток ерозійних процесів;

4) склад обмінних і поглинених катіонів, від яких залежать процеси перетворення, заміщення, розчинення й абсорбції токсичних елементів у твердій фазі ґрунту;

5) тепловий і водний режими, що впливають на акумуляцію та міграцію токсикантів;

6) сольовий склад і реакція ґрунтового розчину, що діють на рух і накопичення токсикантів, прояв бар'єрів;

7) повітряний режим, який впливає на відновлювальні й окислювальні процеси, які покращують мікробіологічні властивості та сприяють розкладанню токсикантів;

8) сільськогосподарське освоєння, що змінює родючість, впливає шляхом підвищення чи зниження процесів дефляції й ерозії;

9) присутність ґрунтово-геохімічних бар'єрів, що здатні затримувати речовини, які забруднюють;

10) рельєф місцевості, котрий здійснює вплив на ґрунтоутворюючі породи, водний, тепловий і повітряний режими, хімічні та фізичні властивості ґрунту.

У ґрунті відбуваються різноманітні взаємодіючі процеси, що визначають характер розподілу токсикантів: між живою речовиною та ґрунтовим розчином, твердою, газоподібною та рідкою фазами ґрунту. Хімічні властивості елементів відіграють важливу роль під час міграції у літосфері, до основних характеристик яких належить розчинність.

Враховуючи вищезазначене для покращення умов охорони навколишнього середовища в господарстві рекомендується:

1. Заміна суцільного внесення добрив локальним, що не наносить шкоди зовнішньому середовищу, є економічно доцільним.

2. Використання хімічних пестицидів під суворою регламентацією за строками, нормою витрат, концентрацією розчину, кратністю обробки, дотримання правил зберігання, транспортування та знищення.

3. Застосування хімічних пестицидів лише в тих випадках, коли рівень чисельності шкідників переважає економічний поріг шкодочинності. За можливості заміна їх на органічні або екологічно безпечні.

4. Застосування машин, котрі забезпечують поверхневе внесення з рівномірним розсіюванням добрив.

5. Не допускання при транспортуванні добрив перевалочної системи з заводу до поля.

6. Розширення організаційно-господарських, технічних, технологічних, біологічних і правових заходів з охорони природи, раціонального використання її багатств.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Обов'язковим і найважливішим елементом організації праці в Україні є її охорона в усіх галузях виробництва, враховуючи і сільське господарство. Охорона праці в господарстві ґрунтується на законодавстві про працю, державних стандартах з безпеки праці, норм і правил охорони праці. Охорона праці складається з цілої системи законодавчих актів, соціально-економічних, технічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, котрі направлені на забезпечення безпеки праці, працездатності людини, збереження її здоров'я в процесі праці [77].

В господарстві робота з охорони праці проводиться чотирма ланками посадових осіб: а) директором; б) заступником директора господарської частини; в) інженером з техніки безпеки; г) керівниками конкретних виробничих служб (агрономом, бригадиром, завідуючим майстернею та гаражем тощо).

Керівник установи та заступник керівника відповідають за охорону праці в цілому в господарстві та проводять такі заходи: розробка плану заходів з поліпшення умов праці; слідкування за технічною справністю устаткування; контроль санітарно-гігієнічних умов праці; перевірка забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям й іншими засобами індивідуального захисту; контроль дотримання експлуатаційних правил і правил охорони праці всіма працівниками.

Інженер з охорони праці: проводить первісний інструктаж з техніки безпеки; слідкує за введенням у виробництво механізації й автоматизації виробничих процесів, що підвищують безпеку праці та полегшують її; своєчасно організовує випробування та реєстрацію контрольно-вимірювальних приладів, піднімально-транспортних механізмів, апаратів і ємностей, що працюють під тиском; слідкує за тим, щоб обслуговування тракторів, комбайнів й інших агрегатів проводилось лише працівниками, що мають посвідчення чи інші документи на допуск їх до самостійної роботи.

Керівники конкретних виробничих служб (агроном, бригадир, завідувач майстернею та гаражем): здійснюють інструктаж щодо техніки безпеки на робочому місці; наглядають за функціональністю сільськогосподарської техніки, що застосовується в полі, на фермах, в гаражах, майстернях чи на інших ділянках. Ці посадові особи контролюють наявність і налагодженість будь-яких захисних установ, огорож і засобів індивідуального захисту, слідкують за своєчасним забезпеченням ними працівників, перевіряють безпечність руху техніки з одного робочого місця на інше.

З урахуванням вищезазначеного для покращення умов охорони праці в господарстві рекомендується:

1. Повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.
2. Вдосконалити стан техніки з обробітку ґрунту та наявність інструкцій на робочих місцях.
3. Підвищити контроль за виконанням заходів з охорони праці відповідно до законодавчих документів.
4. Проаналізувати показники та причини виробничих травм і захворювань, запровадити заходи морального та матеріального заохочення за зразковий стан охорони праці на робочому місці.
5. Здійснювати регулярну перевірку наявності та справності всіх засобів пожежогасіння на всіх виробничих ділянках.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Здійсненні дослідження та розрахунки економічної ефективності дозволяють визначити вплив форм азотних добрив на формування структури врожаю, врожайності й якості кукурудзи в умовах Полтавської області. За результатами можна зробити наступні висновки:

1. Визначено, що на структуру врожаю кукурудзи найбільше впливають погодні умови й азотні добрива, що дозволяють реалізуватись генетичному потенціалу культури. Так, за всіх форм азотних добрив (аміачна, вода, карбамід і КАС 32 на фоні  $N_{22}P_{57}K_{57}$ , діаміфоска) найбільші показники структури врожаю кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам визначено за удобрення КАС 32. Кількість зерен у ряду качана за цього варіанта удобрення в середньому перевищує контроль на 30 %, за удобрення аміачною водою і карбамідом – на 5,2 і 3,0 % відповідно. Маса зерна з одного качана також змінювалась за форм азотних добрив: за удобрення аміачною водою в середньому – 138,7 г, карбаміду – 143,0 г, КАС 32 – 154,6 г. Найбільшу середню масу 1000 зерен отримано за удобрення карбамідом (303 г), але за інших форм азотного удобрення він виявився не сильно меншим: за варіанту застосування аміачної води – 302,7 г, карбаміду – 300 г. Також на структуру врожаю впливав гідротермічний показник, за яким 2023 р. був найбільш сприятливим, а 2024 р. – найменш сприятливим.

2. Встановлено, що середня врожайність культури за всіх варіантів досліджень становила 5,0–7,2 т/га. Найбільший показник було отримано за удобрення КАС 32 (7,2 т/га), тоді як за удобрення аміачною водою і карбамідом цей показник становив 91,7 і 93,1 % від удобрення КАС 32. Максимальну врожайність гібриду РЖТ Ексклам отримано в 2023 р. за внесення добрив КАС 32 на рівні 9,6 т/га, що більше за показник на контролі на 35,2 % або 2,5 т/га.

3. Аналіз якісних показників зерна кукурудзи підтвердив вплив форм азотних добрив на вміст білка та крохмалю, тоді як на вміст олії впливу не

мав. позитивний вплив удобрення на них. Так, за удобрення КАС 32 вміст білка в середньому становив 11,3 %, тоді як на контролі – 10,2 %, за удобрення аміачною водою і карбамідом – 11,0 і 10,8 % відповідно. За вмістом крохмалю на контролі отримано 54,5 %, тоді як за внесення азотних добрив відбулось зростання: на 8,8 % – аміачної води, 7,5 % – карбаміду, 12,7 % – КАС 32. Таким чином, найбільший вплив на врожайність і якість зерна кукурудзи за удобрення КАС 32 пояснюється наявністю в ньому азоту в трьох формах (нітратній, амонійній, амідній).

4. Економічна ефективність застосування різних форм азотних добрив залежала від врожайності та виробничих витрат, оскільки вони залежали від удобрення (найбільші – для аміачної води). Згідно з розрахунками, найбільш економічно ефективною формою азотних добрив є використання КАС 32 з нормою  $N=120$  кг д. р. на фоні діаміфоски  $N_{22}P_{57}K_{57}$ , що дозволяє збільшити врожайність на 39,3 % відносно контролю та збільшити вартість валової продукції. Розрахований рівень рентабельності вирощування кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам за удобрення КАС 32 є найбільшим і дорівнює 80,9 %.

З урахуванням отриманих результатів і проведених розрахунків, що підтверджують їх економічну ефективність, пропонується для вирощування кукурудзи в умовах Полтавської області використовувати гібрид РЖТ Ексклам з використанням КАС 32 з нормою  $N = 120$  кг д. р. на фоні діаміфоски  $N_{22}P_{57}K_{57}$ .

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Muchow R.C. Nitrogen utilization efficiency in maize and grain sorghum. *Field Crops Res.* 1998. Vol. 56. P. 209–216.
2. Ma B.L., Biswas D.K. Precision N management for sustainable corn production. In: E. Lichtfouse, and A. Goyal (Eds.) *Sustainable Agriculture Reviews volume 16 – Cereals, Chapter 2.* New York : Springer Publishing, 2015.
3. Ma B.L., Biswas D.K. Field-level comparison of nitrogen rates and application methods on maize yield, grain quality and nitrogen use efficiency in a humid environment. *J. Plant Nutr.* 2016. Vol. 39. P. 727–741.
4. Halvorson A.D., Grosso S.J.D., Alluvione F. Nitrogen source effects on nitrous oxide emissions from irrigated no-till corn. *J. Environ. Qual.* 2010. Vol. 39. P. 1554–1562.
5. Ciampitti I.A., Vyn T.J. A comprehensive study of plant density consequences on nitrogen uptake dynamics of maize plants from vegetative to reproductive stages. *Field Crop Res.* 2011. Vol. 121. P. 2–18.
6. Ma B.L., Liang B., Biswas D.K. et al. The carbon footprint of maize production as affected by nitrogen fertilizer and maize-legume rotations. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 2012. Vol. 94. P. 15–31.
7. Benefits of Nitrogen for Corn Production. URL: <https://www.cropscience.bayer.us/articles/bayer/benefits-nitrogen-for-corn-production>.
8. Corn needs nitrogen fertilizer, but we could be using it better. URL: <https://www.cibotechnologies.com/blog/corn-needs-nitrogen-fertilizer>.
9. Weiss J., Bruulsema T., Hunter M. et al. Nitrogen fertilizers for field crops. *Cornell University Extension.* 2009. Fact Sheet 44. URL: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet44.pdf>.
10. English E., Ketterings Q., Cyzmmek K. et al. Nitrogen Uptake by Corn. Cornell University Extension. *Agronomy.* 2017. Fact Sheet No. 98. URL: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet98.pdf>.

11. Muchow R.C., Sinclair T.R. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field-grown maize and sorghum. *Crop Sci.* 1994. Vol. 34. P. 721–727.
12. Sinclair T.R., Pinter P.J., Kimball B.A. et al. Leaf nitrogen concentration of wheat subjected to elevated [CO<sub>2</sub>] and either water or N deficit. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2000. Vol. 79. P. 53–60.
13. Yoder B.J., Pettigrew-Crosby R.E. Predicting nitrogen and chlorophyll content and concentrations from reflectance spectra (400-9, 500 nm) at leaf and canopy scales. *Remote Sens. Environ.* 1995. Vol. 53. P. 199–211.
14. Ma B.L., Wu T.Y., Tremblay N. et al. Rate and timing effects of fertilizer nitrogen application to corn on ammonia volatilization in cool and humid regions. *Agron. J.* 2010. Vol. 102. P. 134–144.
15. Bausch W.C., Duke H.R. Remote sensing of plant nitrogen status in corn. *Trans. ASAE.* 1996. Vol. 39. P. 1869–1875.
16. Ma B.L., Subedi K.D., Costa C. Comparison of crop-based indicators with soil nitrate test for corn nitrogen requirement. *Agron. J.* 2005. Vol. 97. P. 462–471.
17. Ma B.L., Subedi K.D., Zhang T.Q. Pre-sidedress nitrate test and other crop-based indicators for fresh market and processing sweet corn. *Agron. J.* 2007. Vol. 99. P. 174–183.
18. Zhang F., Mackenzie A.F., Smith D.L. Corn yield and shifts among corn quality and constituents following application of different nitrogen fertilizer sources at several times during corn development. *J. Plant Nutr.* 1993. Vol. 16. P. 1317–1337.
19. Halvorson A.D., Bartolo M.E. Nitrogen source and rate effects on irrigated corn yields and nitrogen-use efficiency. *Agron. J.* 2014. Vol. 106. P. 681–693.
20. Pan B. et al. Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: A global synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* 2016. Vol. 232. P. 283–289. doi: 10.1016/j.agee.2016.08.019

21. Tasca F. A. et al. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2011. Vol. 35. P. 493–509. doi: 10.1590/S0100-06832011000200018
22. Cassim B.M.A.R. et al. Duromide increase NBPT efficiency in reducing ammonia volatilization loss from urea. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2021. Vol. 45, e0210017. doi: 10.36783/18069657rbcs20210017
23. Sunderlage B., Cook R.L. Soil property and fertilizer additive effects on ammonia volatilization from urea. *Soil Science Society of America Journal*. 2018. Vol. 82. P. 253–259. doi: 10.2136/sssaj2017.05.0151
24. Zheng J. et al. Ammonia volatilization following urea application at maize fields in the East African highlands with different soil properties. *Biology and Fertility of Soils*. 2018. Vol. 54. P. 411–422. doi: 10.1007/s00374-018-1270-0
25. Dick W.A. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. *Soil Science Society of America Journal*. 1984. Vol. 48. P. 569–574.
26. Minato E.A. et al. Controlled-release nitrogen fertilizers: characterization, ammonia volatilization, and effects on second-season corn. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2020. Vol. 44, e0190108. doi: 10.36783/18069657rbcs20190108
27. Corrêa D.C.C. et al. Ammonia volatilization, forage accumulation, and nutritive value of marandu palisade grass pastures in different N sources and doses. *Atmosphere*. 2021. Vol. 12, 1179. doi: 10.3390/atmos12091179
28. Bandel V.A., Dzienia S., Stanford G. Comparison of N fertilizers for no-till corn. *Agron. J.* 1980. Vol. 72. P. 337–341.
29. Fox R.H., Kern J.M., Piekielek W.P. Nitrogen fertilizer sources, and methods and time of application effects on no-till corn yields and nitrogen uptakes. *Agron. J.* 1986. Vol. 78. P. 741–746.
30. Touchton J.T., Hargrove W.L. Nitrogen sources and methods of application for no-tillage corn production. *Agron. J.* 1982. Vol. 74. P. 823–826.

31. Power J.F., Allesi J., Reichman G.A., Grunes D.L. Effect of nitrogen source on corn and bromegrass production, soil pH, and inorganic soil nitrogen. *Agron. J.* 1972. Vol. 64. P. 341–344.

32. Bushong J.T., Arnall D.B., Raun W.R. Effect of preplant irrigation, nitrogen fertilizer application timing, and phosphorus and potassium fertilization on winter wheat grain yield and water use efficiency. *Int. J. Agron.* 2014. Vol. 6. doi: 10.1155/2014/312416

33. Freeman K.W., Arnall D.B., Mullen R.W. et al. By-plant prediction of corn forage biomass and nitrogen uptake at various stages using remote sensing and plant height measures. *Agron. J.* 2007. Vol. 99. P. 530–536.

34. Raun W.R., Johnson G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* 1999. Vol. 91. P. 357–363.

35. Zhu Z. Loss of fertilizer N from the plant–soil system and the strategies and techniques for its reduction in China. *Soil Environ. Sci.* 2000. Vol. 9. P. 1–6.

36. Hirel B., Le Gouis J., Ney B., Gallais A. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: Towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *J. Exp. Botany.* 2007. Vol. 58. P. 2369–2387.

37. Ma B.L., Wu T.Y., Tremblay N. et al. Nitrous oxide fluxes from corn fields: On-farm assessment of the amount and timing of nitrogen fertilizer. *Glob. Chang. Biol.* 2010. Vol. 16. P. 156–170.

38. Ma B.L., Biswas D.K. Field-level comparison of nitrogen rates and application methods on maize yield, grain quality and nitrogen use efficiency in a humid environment. *J. Plant Nutr.* 2016. Vol. 39. P. 727–741.

39. Freeman K.W., Arnall D.B., Mullen R.W. et al. By-plant prediction of corn forage biomass and nitrogen uptake at various stages using remote sensing and plant height measures. *Agron. J.* 2007. Vol. 99. P. 530–536.

40. McCullough D.E., Aguilera A., Tollenaar M. N uptake, N partitioning and photosynthetic N use efficiency of an old and a new maize hybrid. *Can. J. Plant Sci.* 1994. Vol. 74. P. 479–484.

41. Ma B.L., Dwyer L.M. Maize kernel moisture, carbon and nitrogen concentrations from silking to physiological maturity. *Can. J. Plant Sci.* 2001. Vol. 81. P. 225–232.

42. Biswas D.K., Ma B.-L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Canadian Journal of Plant Science.* 2016. doi: 10.1139/cjps-2015-0186

43. Freeman K.W., Arnall D.B., Mullen R.W. et al. By-plant prediction of corn forage biomass and nitrogen uptake at various stages using remote sensing and plant height measures. *Agron. J.* 2007. Vol. 99. P. 530–536.

44. Drury C.F., Reynolds W.D., Yang X.M. et al. Nitrogen source, application time, and tillage effects on soil nitrous oxide emissions and corn grain yields. *Soil Sci. Soc. Amer.* 2012. Vol. 76. P. 1268–1279.

45. Galindo F.S., Pagliari P.H., da Silva E.C. et al. Impact of nitrogen fertilizer sustainability on corn crop yield: the role of beneficial microbial inoculation interactions. *BMC Plant Biology.* 2024. Vol. 24, 268. doi: 10.1186/s12870-024-04971-3

46. Miao Y., Mulla D.J., Robert P.C., Hernandez J.A. Within-field variation in corn yield and grain quality responses to nitrogen fertilization and hybrid selection. *Agronomy Journal.* 2006. Vol. 98. P. 129–140.

47. Танчик С.П., Центило Л.В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство.* 2017. Вип. 269. С. 71–83.

48. Omonode R.A., Halvorson A.D., Gagnon B., Vyn T.J. Achieving lower nitrogen balance and higher nitrogen recovery efficiency reduces nitrous oxide emissions in North America's maize cropping systems. *Frontiers in Plant Science.* 2017. Vol. 8. doi: 10.3389/fpls.2017.01080

49. Stasiv O., Olifir Y. Formation of corn productivity in crop rotation depending on long-term fertilization and liming. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 2021. Vol. 358 (57)1. P. 29–40. doi: 10.21005/AAPZ2021.57.1.03

50. Ladha J.K., Pathak H., Krupnik T.J., Six J., van Kessel C. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: Retrospects and prospects. *Advances in Agronomy*. 2005. Vol. 87. P. 85–156. doi: 10.1016/S0065-2113(05)87003-8

51. Qiu S.J., He P., Zhao S.C. et al. Impact of nitrogen rate on maize yield and nitrogen use efficiencies in northeast China. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107 (1). P. 305–313. doi: 10.2134/agronj13.0567

52. Cambouris A.N., Ziadi N., Perron I. et al. Corn yield components response to nitrogen fertilizer as a function of soil texture. *Canadian Journal of Soil Science*. 2016. Vol. 96 (4). doi: 10.1139/cjss-2015-0134

53. Below F. The seven wonders of the corn yield world. 2018. URL: [http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/research/seven\\_wonders.html](http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/research/seven_wonders.html).

54. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / Е.Р. Ермантраут та ін. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 121 с.

55. РЖТ Ексклам. URL: <https://www.eridon.ua/rjt-ekksklam>.

56. Каленська С.М., Говенько Р.В. Особливості формування рослин кукурудзи залежно від удобрення, гібриду та метеорологічних чинників. *Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України*: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 25–26 вересня 2019 року. Київ, 2019. С. 84–85.

57. Шпаар Д., Гінапп К., Каленська С. Кукурудза. Київ: Альфа-стевія ЛТД. 2009. 396 с.

58. Климчук О.В. Ефективність комплексного використання кукурудзи в біоенергетиці. *Наукові пр. Ін-ту біоенергет. культур і цукрових буряків НААН*. 2013. Вип. 19. С. 150–154.

59. Мазур В.А., Шевченко Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство і лісівництво*. 2017. № 6, т. 1. С. 7–14.

60. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Науковий вісник НУБіП України. Сер. Агрономія*. 2017. Вип. 269. С. 10–17.

61. Асанішвілі Н.М. Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11. № 3. С. 22–32. doi: 10.31548/agr
62. Говенько Р.В., Антал Т.В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Таврійський науковий вісник. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 127. С. 73–81.
63. Fernández M.C., Rubio G. Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2015. Vol. 178. P. 807–815.
64. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 106. С. 63–69.
65. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Дніпропетровськ : Арт-прес, 2009. 224 с.
66. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N. Effects of drought stress on yield and yield components in maize cultivars (*Zea mays* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 2013. Vol. 4 (4). P. 809–812.
67. Pierson W. The effects of starter fertilizer on root and shoot growth of corn hybrids and seeding rates and plant-to-plant variability in growth and grain yield. *Graduate Theses and Dissertations*. 2013. URL: <https://lib.dr.iastate.edu/etd/13330>.
68. Shafi M., Bakht J., Ali S. et al. Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.* 2012. Vol. 44(2). P. 691–696.
69. Господаренко Г.М. Система застосування добрив : навч. посіб. Київ : ТОВ “СІК ГРУПІ Україна”, 2015. 332 с.
70. Присяжнюк Л.М., Шовгун О.О., Король Л.В. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) в

умовах Полісся та Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2 016. С. 16–21.

71. Говенько Р.В. Продуктивність кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України : дис. доктора філософії. Київ : НУБіП, 2023. 188 с.

72. Каленська С.М., Говенько Р.В. Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепловими одиницями та живлення різними видами азотних добрив. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. Вип. 30. С. 112–121.

73. Черенков А.В., Рибка В.С., Шевченко М.С. та ін. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва) / за ред. А.В Черенкова, В.С. Рибки. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2015. 300 с.

74. Бойко В.І., Лебідь Є.М., Рибка В.С. та ін. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) / за ред. В.І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

75. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.

76. Екологічна експертиза : навч. посіб. / М.І. Федючка та ін. ; за заг. ред. М.І. Федючки / 2-ге вид., доп. і перероб. Херсон : Олді-плюс, 2019. 144 с.

77. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підруч. / за ред. М. П. Гандзюка. Київ : Каравела, 2004. 408 с.

## ДОДАТКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

University of Opole (Poland)

International Slavis University (Macedonia)

Cooperative Trade University of Moldova

**«Урожайність та якість продукції рослинництва  
за сучасних технологій вирощування»**

присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели

**30 вересня 2024 року**

*Матеріали  
Міжнародної науково-практичної  
інтернет-конференції  
30 вересня 2024 року*

**Полтава  
2024**

УДК 633:631.559:006.015.5:631.5

У 71

**Редакційна колегія:**

*Гангур В. В.* – завідувач кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник.

*Маренич М. М.* – директор навчально – наукового інституту агротехнологій, селекції та екології, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри селекції, насінництва і генетики

*Куценко О. М.* - професор кафедри рослинництва Полтавського державного аграрного університету, професор, кандидат сільськогосподарських наук

*Jolanta Bojarszczuk* - Doctor, adjunct, Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute in Pulawy

*Писаренко В. М.* - професор кафедри захисту рослин Полтавського державного аграрного університету, професор, доктор сільськогосподарських наук

*Білоножко В. Я.* - професор кафедри екології та агротехнологій ННІ природничих та аграрних наук Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького, професор, доктор сільськогосподарських наук

*Полторецький С. П.* - професор кафедри рослинництва ім. О. І. Зінченка Уманського національного університету садівництва, професор, доктор сільськогосподарських наук

*Бараболя О. В.* – доцент кафедри рослинництва, завідувач Науково-дослідної лабораторії якості зерна імені Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

*Шакалій С. М.* – доцент кафедри рослинництва, фахівець другої категорії Науково-дослідної лабораторії якості зерна імені Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

*Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели:* матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 вересня+63 2024 р.). Полтава :ПДАУ, 2024. 215 с.

У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої пам'яті професора Г. П. Жемели, за результатами досліджень щодо: перспективних напрямів вирощування продукції рослинництва; якості, стандартизації та сертифікації продукції рослинництва; актуальних проблем інноваційної економіки в АПВ, VR технологій в агровиробництві; інноваційних напрямів зберігання та переробки продукції рослинництва, харчових технологіях. Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів та здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно- правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика урожайності й якості продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування. Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних і відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Рекомендовано до друку Вченою радою Полтавського державного аграрного університету (протокол N 3 від 30.10.2024 року)

© Автори тез, включені до збірника, 2024

© Полтавський державний аграрний університет, 2024

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
<b>1. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА</b>	
<i>Піщаленко М. А., Логвиненко В. В., Ковтун А. В., Леончик Д. В.</i>	12
ВПЛИВ АГРОПРИЙОМІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ	
<i>Лісовий В. М., Лавріненко І. Г.</i>	15
ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ	
<i>Черненко Р. О.</i>	17
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ	
<i>Тихомирова Я. А.</i>	19
ВИБІР СОРТІВ СОЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ В УМОВАХ УКРАЇНИ	
<i>Біднина В. Ю., Короткова І. В.</i>	21
УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ НОРМ АЗОТНИХ ДОБРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНГІБІТОРІВ НІТРИФІКАЦІЇ	
<i>Ляхно А. Ю., Короткова І. В.</i>	23
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	
<i>Коробко О. О., Новікова Т. П., Гавриленко В. С.</i>	26
ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
<i>Муха Б. Г.</i>	28
ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ	
<i>Гавриленко В. С., Коробко О. О., Білоножко В. Я.</i>	30
АЗОТНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ У ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
<i>Муха Б. Г.</i>	32
ЕКОЛОГІЧНІ МЕТОДИ БОРОТЬБИ ЗІ ШКІДНИКАМИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	
<i>Білоножко В. Я., Полторецький С. П., Ракул І. О.</i>	34
ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН	
<i>Філоненко С. В., Лисак В. М., Лаліашвілі Р. Л.</i>	36
ВПЛИВ РІСТСТИМУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ	
<i>Бараболя О. В., Панченко В. В.</i>	39
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ	

<i>Бараболя О. В., Поступаленко А. А.</i>	41
ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СОРТІВ СОЇ ЗА УРОЖАЙНІСТЮ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	
<i>Шакалій С. М., Ралко А. О., Малишко В. Е.</i>	42
ПЕРСПЕКТИВНА КУЛЬТУРА - РІПАК	
<i>Дрожжана О. У.</i>	44
ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ДОБРИВАМИ	
<i>Ляшенко В. В., Коросташов А. Ю.</i>	46
РОЛЬ МІКРОДОБРИВ У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО	
<i>Ляшенко В. В., Бахір А. А.</i>	49
ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ	
<i>Ляшенко В. В., Рябченко Є. М.</i>	52
ВПЛИВ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ	
<i>Ляшенко В. В., Нелюба Н. А.</i>	54
ЗНАЧЕННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ У ВИРОЩУВАННІ СОЇ	
<i>Бараболя О. В., Яновський Р. О.</i>	57
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	
<i>Рибальченко А. М., Іваненко Р. С.</i>	59
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ У СУЧАСНИХ СОРТІВ ГОРОХУ	
<i>Бараболя О. В., Тарасенко Б. Ю.</i>	62
ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН	
<i>Власенко Д. В.</i>	64
ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	
<i>Бараболя О. В., Гавриляк М. В.</i>	68
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	
<i>Бараболя О. В., Латиш А. А.</i>	70
ПОСІВ ТА ВИРОЩУВАННЯ ЯРОЇ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ	
<i>Гуцін А. Ю.</i>	72
ВПЛИВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	
<i>Грицай Ю. Ю., Поспелова Г. Д.</i>	75
ЕЛЕМЕНТИ ЗАХИСТУ СОЇ ВІД ЗБУДНИКІВ ГРИБНИХ ХВОРОБ	
<i>Мороз Є. О., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П.</i>	77
ЗАХИСТ ГОРОХУ ВІД КОРИНЕВИХ ГНИЛЕЙ ФУЗАРІОЗНОЇ ЕТИОЛОГІЇ	
<i>Філоненко С. В., Бондаренко В. Є.</i>	79

16. Fuertes-Mendizábal T., Aizpurua A., González-Moro M. B., Estavillo J. M. Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. *European Journal of Agronomy*. 2010. Vol. 33 (1). P. 52–61.

17. Borghi B., Corbellini M., Minoia C., Palumbo M., Di Fonzo N., Perenzin M. Effects of Mediterranean climate on wheat bread-making quality. *European Journal of Agronomy*. 1997. Vol. 6 (3–4). P. 145–154.

18. Desta B. T., Alemayehu Y. Optimizing blended (NPSB) and N fertilizer rates for the productivity of Durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) in Central Highlands of Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*. 2020. Vol. 6, 1766733.

**Ляшенко Віктор Васильович**

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0177-6209

**Рябченко Євгеній Миколайович**

ЗВО СВО Магістр за ОПП

Еколого-економічне рослинництво

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

## **ВПЛИВ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ**

Кукурудза здавна вважалася однією з найдавніших сільськогосподарських культур і основною культурою сучасного світового сільського господарства. Сьогодні це одна з найурожайніших зернових культур із різноманітним використанням. За даними СОТ (Світової організації торгівлі), у світі на продовольчі потреби використовується близько 20 % зерна кукурудзи, на технічні потреби – 15–20 %, на корм худобі – близько 60–65 % [1].

За останнє десятиліття в Україні посівні площі кукурудзи зросли майже вдвічі, а врожайність цієї культури збільшилась з 57,1 ц/га у 2015 році [2] до 85,5 ц/га у 2023 році [3]. Високі врожаї зерна кукурудзи отримують господарства, які вирощують її за інтенсивною технологією. Так, за даними сайту Врожай онлайн, за підсумками 2023 року в трійку лідерів зі збору зерна кукурудзи займають Полтавська (4074,6 тис. т), Чернігівська (3338,76 тис. т) і Черкаська області (3076,31 тис. т). Збір зерна кукурудзи склав 29,3 млн тонн з площі 4,3 млн га [3]. У 2024 році посівні площі під кукурудзою зменшились до 3,89 млн га [4].

Одним із пріоритетних факторів інтенсифікації рослинництва є добрива, оскільки вони мають значний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, у тому числі кукурудзи [5]. Для

вищевання кукурудзи використовують високі норми мінеральних добрив, особливо азотних. Така ситуація пояснюється вимогами культури до агрофону, оскільки на формування 1 т зерна з відповідною масою стебел і листя використовується близько 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору, 25–30 кг калію, по 6–10 кг магнію та кальцію [6]. Проте, за планування удобрення кукурудзи у виробництві, як правило, не враховується вплив підвищених норм добрив на стан довкілля, у тому числі на перебіг біологічних процесів у ґрунті [7].

В той же час, надмірне та незбалансоване використання поживних речовин для отримання високих врожаїв протягом десятиліть стало причиною деградації ґрунтів і зниження їх родючості [8], а також створило загрозу для навколишнього середовища, тому сучасні методи вищевання зернових культур повинні базуватись на розумінні необхідності екологізації сільськогосподарського виробництва за рахунок впровадження природозберігаючих методів сталого рослинництва [9].

Система удобрення кукурудзи складається з трьох способів: основного, рядкового та позакореневого підживлення. За умов оптимального внесення добрив у вегетаційний період кукурудза може забезпечувати високі врожаї практично на всіх ґрунтах.

Азот найбільше впливає на рівень урожайності кукурудзи. Культура споживає азот до фази 8 листків, поки засвоюється лише 2–3 % азоту, від фази 8 листків до фази всихання стовпчиків квіток (волосків) на качанах – 85 % від загальної кількості азоту. Кукурудза продовжує споживати решту азоту майже до досягнення качанами зрілості [5].

Для забезпечення високої ефективності застосування й оптимізації дози внесення азоту, крім очікуваної урожайності, необхідно визначити його вміст у ґрунті. Кількість азоту в ґрунті може бути дуже різною та знаходитись в межах 20–100 кг N/га залежно від попередника та системи його удобрення, класу ґрунту й агротехніки [7].

На думку авторів С. П. Танчика та Л. В. Сентіло, для вищевання кукурудзи на зерно на типових чорноземах екологічно доцільно включати кукурудзу в технологію мінеральних добрив у нормах, що не перевищують N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Перевищення цієї норми є небажаним як з міркувань екологічної доцільності (гальмування азотфіксації протягом вегетаційного періоду та значні втрати газоподібного азоту), так і економічної (відносно низька врожайність) [7].

Підсумовуючи, доцільно зазначити, що азотні добрива є важливим фактором, що забезпечує ріст, розвиток і врожайність кукурудзи. Використання різних форм азотних добрив засвідчило, що не всі вони є ефективними (збільшують врожайність), тоді як можуть мати позитивний вплив на ріст і розвиток рослин.

#### Список використаних джерел

1. Рибка В., Ляшенко Н., Дудка М. Вищевання кукурудзи в Україні. Яка перспектива? *Агробізнес сьогодні*. URL:

business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11994-vyroshchuvannia-kukurudzy-v-ukraini-yaka-perspektyva.html.

2. Рослинництво України 2022 : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики, 2023. 183 с.

3. Врожай онлайн 2023. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2023>.

4. Полтавщина і Черкащина вийшли в лідери за посівними площами під кукурудзою. URL: <https://superagronom.com/news/17278-poltavschina-i-cherkaschina-viyshli-v-lideri-za-posivnimi-ploschami-pid-kukurudzoju>.

5. Bhatt P. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. *African Journal of Agricultural research*. 2012. Vol. 7 (46). P. 6158–6166.

6. Технологія підживлення кукурудзи макро- і мікроелементами. URL: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-pidzhyvlennya-kukurudzy-makro-i-mikroelementamy-yih-znachennya-ta-zastosuvannya-v-posivah-kukurudzy>.

7. Танчик С. П., Центилю Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2017. Вип. 269. С. 71–83.

8. Диченко О. Ю., Чайка Т. О. Основні технологічні аспекти вирощування кукурудзи. *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи* : матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю створення кафедри овочівництва (21–22 верес. 2017 р.) / Редкол.: О. І. Улянич (відп. ред.) та ін. Умань : ВПЦ «Візаві», 2017. С. 25–29.

9. Купенко О. М., Ляшенко В. В., Чайка Т. О., Кеда Л. Ю. Особливості росту, розвитку та формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від строку сівби. *Таєрійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 79–88. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.12>

Міністерство освіти і науки України

# СЕРТИФІКАТ

СС00493014/004724-24

засвідчує, що

**Рябченко Євгеній Миколайович**

взяв (-ла) участь

у Міжнародній науково-практичній конференції  
**«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних  
технологій вирощування»**,  
яка відбулася 30 вересня 2024 року. Обсяг - 4 години.

**Ректор**

30.09.2024 р.



*[Handwritten signature]*  
М. Полтава

**Олександр ГАЛИЧ**

## АНОТАЦІЯ

**Рябченко Є.М.** Формування врожайності й якості кукурудзи залежно від форм азотних добрив.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

**Кваліфікація:** магістр з агрономії за ОПП Еколого-економічне рослинництво.

**Обсяг магістерської роботи:** 48 с., 4 табл., 5 рис., 2 додатки, 77 літературних джерел.

**Об'єкт досліджень:** процес формування врожайності й якості кукурудзи в залежності від сорту, внесених азотних добрив та особливості їх взаємодії за різних погодно-кліматичних умов.

**Мета роботи:** визначити вплив форм азотних добрив на формування врожайності й якості кукурудзи.

**Результати та їх новизна:** вперше дослідним шляхом розглянуто вплив форм азотних добрив на врожайність і якість зерна кукурудзи гібриду РЖТ Ексклам у польових умовах фермерського господарства в Миргородському районі Полтавської області.

**Основні наукові та практичні результати:** Доведено, що різні форми азотних добрив, погодно-кліматичні умови та генетичний потенціал рослини значно впливали на структуру врожаю кукурудзи, врожайність й якість її зерна. Визначено, що за удобрення КАС 32 збільшується кількість зерен у ряду качана, маса зерна з одного качана та маса 1000 зерен. Виявлено, що внесення азотних добрив різної форми позитивно впливає на врожайність і якість зерна кукурудзи, але найбільш всього – КАС 32, що сприяє економічній і господарській ефективності. За результатами дослідження вирощування кукурудзи має ґрунтуватись на попередньому аналізі ґрунту щодо наявних макро- і мікроелементів, його родючості, використанні відповідних форм азотних добрив, що забезпечать рослини впродовж всього періоду вегетації, та використовувати сорти, які мають пластичність до умов вирощування.

**Галузь застосування:** 20 Аграрні науки та продовольство.

**Значення роботи та висновки:** вирощувати кукурудзу гібриду РЖТ Ексклам з використанням КАС 32 з нормою N = 120 кг д. р. на фоні діамофоски N<sub>22</sub>P<sub>57</sub>K<sub>57</sub>.

**Перелік ключових слів:** аміачна вода, карбамід, КАС, погоднокліматичні умови, структура врожаю, врожайність, якість, економічна ефективність.