

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

КАФЕДРА РОСЛИННИЦТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ЕКОЛОГІЗАЦІЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ
КУКУРУДЗИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ
КУЛЬТУРИ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти Магістр
заочної форми навчання
Кучер Антон Олександрович

Керівник: **Сергій ФІЛОНЕНКО**,
кандидат с.-г. наук, доцент

Полтава - 2023 року

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

У світовому землеробстві кукурудза належить до основних культур. Посіви її на зерно на земній кулі займають понад 210 млн. га [43].

Підкреслюючи унікальність кукурудзи, О. Маслак та М. Радченко (2010) зазначають, що це – культура різноманітного використання. Близько п'ятої частини світового виробництва її зерна використовується для виробництва продуктів харчування [44]. Інші науковці, зокрема А.С. Контамин (2010), підтримуючи своїх колег, зауважує, що цінним продуктом харчування є консервована цукрова кукурудза та варені початки у молочному стані. З кукурудзяних круп виготовляють каші, супи, паштети [25].

Понад 15% світового виробництва зерна кукурудзи, як зауважує Д. Усков (2012), використовується для технічної переробки [75]. В свою чергу Л.В. Анішин (2010) наголошує, що з кукурудзяного зерна виробляють пиво, глюкозу, технічний і харчовий крохмаль, спирт, мелясу, високоякісну харчову олію, вітамін Е, аскорбінову і глютамінову кислоти. Із стрижнів качанів та обгорток, продовжує дослідник, виробляють папір, лінолеум, віскозу, ізоляційні матеріали, активоване вугілля, штучну пробку, кіноплівку, анестезуючі (болетамувальні) препарати тощо. В медицині використовують кукурудзяні стовпчики [5].

Найбільше значення кукурудза має як кормова культура. Щодо цього В. Васильєв (2010) зауважує, що близько двох третин зерна кукурудзи використовується для виготовлення комбикормів. Зерно містить 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% жиру, вітаміни, мінеральні солі [12]. Далі науковець продовжує, що один кілограм зерна кукурудзи відповідає 1,34 кормової одиниці. На одну кормову одиницю припадає 70-78 г перетравного протеїну (норма 100-110 г). Білки кукурудзи містять мало незамінних амінокислот лізину й триптофану, що на 15-20% збільшує витрату кормів на відгодівлю тварин [12].

Характеризуючи кукурудзу як важливу кормову культуру, В.М. Гаврилук (2001) наголошує, що у нашій країні кукурудзу також

використовують як силосну культуру. Кукурудзу на силос краще збирати у фазі воскової і молочно-воскової стиглості [15].

Інші науковці, а саме А.М. Корчаков і В.С. Іванютенко (2013) аналізуючи господарське значення кукурудзи, звертають увагу на її агротехнічне значення. Вони зазначають, що кукурудза має велике агротехнічне значення. У неї мало спільних з іншими культурами хвороб і шкідників. Як просапна культу-ра кукурудза сприяє очищенню полів від бур'янів і є добрим попередником для більшості польових культур; її вирощують як кулісну культуру на парових полях, а також у післяжнивних та післяукісних посівах [26].

Актуальність теми. Загально відомо, зауважують М.Я. Бомба і М.І. Бомба (2001), що важливим резервом підвищення врожайності кукурудзи і стабільного нарощування обсягів виробництва її зерна є широке впровадження різних інновацій у технологічний процес вирощування цієї культури. Одним із них є застосування мікродобрив [11].

Європейські країни щороку вносять на своїх полях десятки тисяч тон мікродобрив. Щодо цього О.М. Шпичак (2002) зазначає, що наша країна поки що відстає від них, але щороку впевнено нарощує обсяги використання мікродобрив. Цікавим є той факт, що підприємства, які випробували на своїх полях мікродобрива, в наступному обов'язково застосовують їх якості необхідного агроприйому [84].

Сьогодні численні фірми пропонують сільгосп підприємствам величезну кількість препаратів, які містять весь комплекс необхідних для культурних рослин мікроелементів. Причому, вони вже знаходяться у найбільш доступній препаративній формі. Та і саме співвідношення мікроелементів у тих чи інших препаратах повною мірою задовольняє потребу рослин будь-якої сільськогосподарської культури. До того ж, реклама мікродобривних препаратів говорить про збільшення у рази продуктивності культури після їх застосування. Проте, досить часто це не завжди відповідає дійсності.

В зв'язку з цим важливого значення набуває аналіз і вивчення впливу позакореневого внесення різних комплексних мікродобрив на зернову продуктивність кукурудзи. Це питання є важливим і актуальним для сільськогосподарських підприємств відповідної спеціалізації. Саме воно і обумовило вибір теми кваліфікаційної роботи та визначило доцільність і напрямки досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема кваліфікаційної роботи була складовою частиною тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри рослинництва навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології Полтавського державного аграрного університету: «Оптимізація технології вирощування кукурудзи та її екологізація в умовах зон нестійкого і недостатнього зволоження лівобережного Лісостепу України».

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягала у вивченні впливу позакореневого внесення мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза на зернову продуктивність кукурудзи середньостиглого гібриду ДКС3939 MAX YIELD та уточненні біологічних особливостей формування врожаю зерна відповідної культури.

Для досягнення вказаної мети програмою досліджень було передбачено вирішення наступних завдань:

- 1) дослідити вплив мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза на зернову продуктивність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС3939 MAX YIELD;
- 2) вивчити особливості росту і розвитку рослин кукурудзи залежно від позакореневого підживлення їх різними мікродобривами;
- 3) дослідити вплив мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза на фази росту й розвитку рослин культури;
- 4) визначити економічну ефективність позакореневого застосування мікродобрив на посівах кукурудзи.

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку та зернова продуктивність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС3939 MAX YIELD за позакореневого внесення комплексних мікродобрив.

Предмет досліджень – мікродобрива Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза, які застосовуються позакоренево, та рослини середньостиглого гібриду ДКС3939 MAX YIELD, що рекомендований для вирощування в Полтавській області.

Методи досліджень: польовий, за яким, у поєднанні зі спостереженнями за ростом і розвитком рослин та умовами зовнішнього середовища, кількісно оцінений агротехнічний ефект досліджуваних мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза на посівах кукурудзи; вимірювальний – для встановлення лінійних розмірів рослин кукурудзи гібриду ДКС3939 MAX YIELD; кількісно-ваговий – для визначення врожайності зерна з облікових ділянок; математично-статистичний – для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної ефективності застосування комплексних мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза.

Наукова новизна одержаних результатів. Вивчено особливості формування зернової продуктивності середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС3939 MAX YIELD за позакореневого внесення мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза. Встановлено вплив вищезазначених мікродобрив на урожайність культури з урахуванням її біологічних особливостей. Досліджено залежність зернової продуктивності кукурудзи відповідного гібриду в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Лан-Агро» Кременчуцького району від комплексної дії мікродобрив, погодно-кліматичних факторів і сортових особливостей гібриду та взаємодії цих чинників.

Практичне значення одержаних результатів. У господарствах зон нестійкого та недостатнього зволоження доцільно проводити позакоренево

підживлення кукурудзи мікродобривами. За такого агрозаходу зростає зернова продуктивність культури і значно покращується хімічний склад зерна. Кращим, зважаючи на економічні показники, є позакореневе внесення мікродобрива Найс Кукурудза. Препарат доцільно вносити двічі: перший раз – у фазі 3-5 листків, а другий – у фазі 7-9 листків кукурудзи дозами по 1 л/га.

Особистий внесок магістранта. Автор особисто проводив закладання польових дослідів, проаналізував і систематизував огляд наукових літературних джерел по темі кваліфікаційної роботи, провів низку обліків, спостережень за фазами росту і розвитку рослин, виконав статистичну обробку отриманих даних досліджень. Аналіз та систематизацію результатів досліджень, підготовку їх до друку та написання кваліфікаційної роботи здійснено магістрантом особисто за узгодження із наукових керівником.

Апробація результатів роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися на розширеному засіданні кафедри рослинництва, а також на I Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції, присвяченій 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики «Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур» (15 травня 2023 р.).

РОЗДІЛ 1
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОГО ПРОДУКТИВНОГО
ПОТЕНЦІАЛУ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

(огляд літератури)

1.1. Вплив мінеральних речовин на зернову продуктивність кукурудзи

Кукурудза є сільськогосподарською культурою, яка інтенсивно використовує всі доступні елементи живлення. Зважаючи на це, зазначає О. Майструк (2020), вона потребує значно більших норм добрив, ніж інші зернові культури. З органічних добрив під неї найчастіше використовують підстилковий гній, який вносять під оранку. Норму гною розраховують за вмістом у ньому азоту (5 кг в 1 т) [42]. Рідкий гній слід вносити до 80-100 т/га і негайно заробляти в ґрунт. Не рекомендується весняне внесення гною. Краще його закагатувати і використати вже восени [32].

У світовому рослинництві і, зокрема, найширше у країнах Західної Європи, використовується зелене добриво. Для сидерації, зауважує В. Г. Липовий (2000), потрібно використовувати люпин, ріпак, гірчицю білу, суріпицю, редьку олійну та ін. [37].

Ф.М. Архипенко, О.О. Артюшенко, П.І. Кухарчук (2005), а також С. Красновський (2017) стверджують, що на формування однієї тони зерна з відповідною кількістю стебел і листя кукурудза використовує 24-32 кг азоту, 10-14 кг фосфору, 25-35 кг калію. Щодо мікроелементів, то вона використовує відповідним врожаєм по 6-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза [7, 30].

В. Андрущенко, Д. Дебруїн і С. Бутзен (2020) наголошують, що азот має найбільший вплив на рівень урожайності. На початкових фазах росту засвоєння азоту незначне (3-5%). Зменшення засвоєння азоту, викликане низькими температурами навесні, спричинює пожовтіння рослин і

гальмування їх росту [4]. Х.Г. Куржиев (2009) додає, що інтенсивніше азот надходить в рослину починаючи з фази 6-8 листків. Так, якщо до фази 8 листків засвоюється лише 2-3% азоту, то від фази 8 листків до фази засихання квіткових стовпчиків (волосся) на початках засвоюється приблизно 85% загальної кількості азоту [33]. Ж.П. Рену, К. Готьє (2011) і О. Л. Сіроха (2014) звертають увагу на те, що за нестачі азоту формуються низькорослі рослини з дрібними світло-зеленими листками [58, 65].

Д. Шпаар (2009) наголошує, що критичний період засвоєння азоту кукурудзою – фаза цвітіння. У цей час висока температура сприяє проходженню процесів мінералізації і вивільнення азоту з ґрунту, який кукурудза використовує найкраще серед зернових культур [83].

Ю.В. Санін (2019), а також Г.Л. Філіпов, С.В. Романенко і Л.Г. Філіпов (2015) в результаті своїх досліджень дійшли висновку що кукурудза добре реагує на внесення карбаміду або суміші карбаміду і аміачної селітри у співвідношенні 1:1. Вносять добрива за 10 днів до сівби під культивуацію [63, 79]. Гостру потребу у фосфорі кукурудза має у початковій фазі росту. Він входить до складу нуклеїнових кислот, зазначає І.М. Свидинюк (2007), впливає на енергообмін, відіграє важливу роль у нагромадженні вуглеводів, регулює процеси дихання, фотосинтезу та ін. За його нестачі листки набувають фіолетово-вишневого кольору, затримуються фази цвітіння і досягання [64].

Щодо впливу фосфору на кукурудзу, то тут Т. Б. Мілютенко (2020), А. Лівандовський, М. Загинайло і М. Таганцова (2014) стверджують, що засвоєння фосфору покращується при вапнуванні ґрунтів. Проте кукурудза на початкових фазах росту, в умовах низьких температур (менше 10-12°C), слабо засвоює фосфор. Тому вищу ефективність забезпечують добрива, що містять легкодоступні форми фосфору (наприклад, амофос, 1,0-1,5 ц/га) [40, 46].

О.В. Князюк (2012) стверджує, що якщо в ґрунті не вистачає калію, то молоді рослини сповільнюють ріст, сповільнюється фотосинтез, листки

спочатку стають жовтува- то-зеленими по краях, а потім жовтими. Верхівки і краї листків засихають, ніби від опіків. Далі він додає, що калій інтенсивно засвоюється від фази 5-6 листків до цвітіння. Він підвищує стійкість до вилягання, до стеблової гнилі та інших хвороб, важливий для формування качанів [23].

М. Ярошко (2015), разом із і В.С. Рибкою, С.Ф. Артеменком і О.В. Ковтуном (2016) зазначають, що норма мінеральних добрив розраховується на запланований урожай і змінюється залежно від типу ґрунту, попередника, наявності органічних добрив. Основну норму фосфорних і калійних добрив необхідно внести восени під оранку, азотні вносять під весняну культивуацію (70-90%), решту використовують для підживлення під час вегетації [59, 88].

О. Тарасенко (2019) додає, що кукурудзу за інтенсивної технології вирощування здебільшого не підживлюють [68]. Щодо цього, В.С. Циков, М.І. Дудка, О.М. Шевченко і С.С. Носов (2016) зауважують, що кукурудза добре реагує на листкове підживлення карбамідом 6%-им розчином (6 кг карбаміду на 100 л води). Обприскують посіви зранку або ввечері, коли температура є нижчою [82].

О.П. Якунін і М.В. Котченко (2007) відмітили, що оптимальне забезпечення рослин фосфором і калієм збільшує стійкість кукурудзи до термічного стресу і нестачі води, поліпшує амінокислотний склад білка [87]. Роль мікроелементів в мінеральному живленні рослин як складової ферментативних систем-біокаталізаторів важко переоцінити.

В. Андрущенко (2017) наголошує, що за даними численних науковців, з 32 млн. га орних земель в Україні 18 млн. га (56%) мають низький вміст рухомого цинку (близько 0,20 мг/кг), 2,5 млн. га (8%) – рухомої міді (1,5-1,9 мг/кг), 8 млн. га (25%) – рухомого бору (0,3-0,5 мг/кг). Мікроелементи не можуть бути замінені іншими поживними речовинами [3].

Б.В. Дзюбецький, В.С. Рибка, В.Ю. Черчель і Н.О. Ляшенко (2007) звертають увагу на наступне, що рослини засвоюють з ґрунту незначну частину мікроелементів, які знаходяться в рухомій легкодоступній формі, а

нерухомі валові запаси мікроелементів можуть бути доступні для рослин після проходження складних мікробіологічних процесів в ґрунті з участю гумінових кислот та корневих виділень. Тому валовий вміст мікроелементів не відображає реальної картини забезпечення рослин мікроелементами [18].

М.В. Котченко разом із М.Ю. Румбахом (2008) зауважують, що мікроелементи в формі неорганічних солей доступні для рослин в дуже незначних кількостях і переважно на кислих ґрунтах, лише молібден засвоюється рослинами на слаболужних ґрунтах [28]. Рослини кукурудзи потребують для свого живлення мікроелементи. У процесі вегетації, стверджують С. Полянчиков і І. Логінова (2019), вони поглинають до 800 г/га марганцю, 350-400 г/га цинку, 70 г/га бору, 50-60 г/га міді. Дуже чутливі до нестачі цинку, середньо чутливі на нестачу бору і міді, а на лужних ґрунтах – до марганцю [53].

Цинк – один із найважливіших для кукурудзи елементів живлення. Цинк не лише бере участь у синтезі хлорофілу та одразу кількох вітамінів у рослинах, а й підвищує стійкість кукурудзи до температурних стресів (зокрема, заморозків і різких перепадів атмосферних температур). Добрива, відзначає П. Шульц (2020), які містять цинк, вносять у нормі 1-2 кг/га під сівбу або відразу після неї. Якщо сівозміна перенасичена кукурудзою й агроном бажає зробити «профілактику» дефіциту цинку на найближчі 2-3 роки, вносити слід 4-5 кг/га цинкових добрив у діючій речовині [85].

В.Ю. Косарський, О.Л. Грицун і С.О. Патюшенко (2010), наголошуючи на значимості бору, зауважують, що бор позитивно впливає на цвітіння і зав'язування початків, процеси дихання. Він не лише відіграє важливу роль у вуглеводному обміні, а й водночас є регулятором синтезу стимуляторів та інгібіторів росту рослини [27].

Мідь активує окисно-відновні процеси, зауважує О.В. Воскобойник. (2005), за рахунок чого є важливим чинником вмісту білка та цукру в зерні кукурудзи, підвищує стійкість до ураження хворобами. Вона бере участь у синтезі лігніну клітинною стінкою, підвищує активність продукування зерна

[14]. М. І. Дудка, В. С. Циков і О.М. Шевченко (2016), підкреслюючи значення магнію, зазначають, що магній також дуже важливий елемент живлення, який входить до складу хлорофілу, є учасником синтезу амінокислот та білків у рослині, впливає на цвітіння та запилення [19]. З метою запобігання дефіциту та забезпечення культури магнієм рекомендовано вносити магнієві добрива під сівбу.

В. Ковальчук (2019) зауважив, що марганець – елемент, який відіграє важливу роль у процесах фотосинтезу та білкового синтезу в рослині. Впливає на відновлення нітратів, а також активує деякі ферменти, таким чином значно впливаючи на метаболізм рослин [24]. Вносити марганець у ґрунт не рекомендовано через низьку засвоюваність його рослинами та мізерний ефект від таких внесень.

В.С. Кудряшов (1987) звертає увагу на значення заліза. Залізо – важливий для життєдіяльності рослини елемент, який активно бере участь у синтезі білків та хлорофілу, а також у фотосинтезі. Ризик дефіциту заліза з'являється, зокрема, на погано дренованих ґрунтах, що потрібно врахувати під час планування вирощування кукурудзи [31].

Ознаки та причини дефіциту мікроелементів.

Дефіцит цинку. Його ознаки, як вважають науковці, можуть проявлятися ще з фази 5-го листка. На більш молодих листках з'являються знебарвлені білуваті ділянки у нижній третині листка з обох боків від центральної жилки. Згодом ці ділянки стають прозорими й відмирають, водночас центральна жилка і краї листка лишаються зеленими. Знебарвлення зазвичай проявляється смугами (так звана блідо-жовта смугастість листя), при цьому старіші листки вражаються вкрай рідко [41].

Дефіцит бору. Трапляється надзвичайно рідко. Починаючи з фази 6-7 листків, стверджують Ю. Пащенко і А. Андрієнко (2006), листя рослини підняте строго вгору, після появи 7-го листка листя починає біліти між жилками, поступово побіління поширюється і листки набувають смугастості, стебло стає дуже твердим [51].

Дефіцит магнію. Характеризуючи дефіцит цього мікроелементу, О. Тарасенко (2017) зазначив, що у фазі 5-6 листків забарвлення листя змінюється на блідо-зелене або жовтувате, на старішому листі жовте забарвлення нерівномірно з'являється поміж жилками, через що листя виглядає смугастим [69]. Може проявлятися у вигляді білих цяток на червонуватому фоні (на старому листі).

Дефіцит марганцю. За нестачі цього мікроелементу усе поле виглядає жовтуватим, листя кукурудзи набуває блідо-жовтого забарвлення, з'являється міжжилковий хлороз на старіших листках. Листя видовжується й опускається, стверджують Кабанець В.М., Собко М.Г., Дубовик І.І. (2012), міжвузля короткі, листкові пластинки мають хвилясті краї. По краях та на верхівках старих листків з'являються некротизовані ділянки, за серйозної нестачі вони є також у середній частині листка [22].

Дефіцит заліза. Як зауважують С.М. Крамарьов, М.С. Шевченко і В.М. Шевченко (2000), найперша ознака – міжжилковий хлороз молодого листя, за значного дефіциту відбувається помітне зниження кількості та якості урожаю. Причинами можуть бути погано дреновані або кислі ґрунти, високий вміст кальцію або міді (елементи-антагоністи) [29].

Дефіцит міді. Починаючи з фази 5-6 листка листя стає блідим, стверджує А. Лівандовський (2014), краї листків поступово всихають. Ріст рослин помітно пригальмовується, верхівки молодих листків схиляються донизу [39].

Дефіцит сірки. Ю.В. Санін, В.А. Санін і О.Ю. Санін (2019), характеризуючи дефіцит цього мікроелементу, зауважують, що у фазі 4-5 листків кукурудза виглядає жовтуватою, причому найжовтішим буде листок, котрий виріс останнім. На молодому листі виникає знебарвлення ділянок поміж жилками, інколи пожовтіння розповсюджується на старіше листя, але часто воно залишається зеленим [62].

Якщо рослини «сигналізують» про певний вид голоду, зазначають А. Скрильник і А. Кутова (2012), краще не зволікати й підживити їх потрібними

елементами. Проте інколи (у випадках псевдодефіциту) мікроелементів у ґрунті достатньо, але через несприятливі умови рослина просто не може їх засвоїти. У цьому випадку додаткові ґрунтові підживлення можуть виявитися марними [66].

Ефективним способом забезпечення рослин мікроелементами є позакореневе листкове підживлення, головним чином у фазах інтенсивного росту і розвитку, коли елементи живлення засвоюються у великих кількостях, а коренева система не завжди здатна засвоїти їх у повному обсязі до потреби [1, 48, 70].

Проведені дослідження численних науковців доводять важливість застосування мікродобрих на посівах кукурудзи. Так, наприклад, в результаті проведених С.О. Ткачуком і О.О. Олійником (2012) досліджень із мікродобривами Оракул мультикомплекс і Оракул насіння, було встановлено, що обробка насіння кукурудзи перед посівом мікродобривом Оракул насіння є ефективною, оскільки сприяє кращому росту кореневої системи на початку вегетації, збільшенню кількості бічних корінчиків на 8-10% [73]. Інші науковці акцентують увагу на ефективності сумісного застосування мікродобрих і регуляторів росту. Наприклад, Ю.І. Ткаліч, О.І. Циліорик і В.І. Козечко (2017) в результаті своїх польових дослідів роблять такі висновки, що в умовах Північного Степу України використання повного комплексу регуляторів росту рослин та мікродобрих, тобто інкрустація насіння Вимпелом-К, обробка рослин кукурудзи у фази 3–5 (Вимпел + Оракул мультикомплекс, Оракул біоцинк) та 7–8 листків (Вимпел + Оракул мультикомплекс), забезпечує стійку тенденцію до зростання польової схожості насіння, підвищення посухостійкості й жаростійкості рослин кукурудзи в 1,5 рази та врожайність зерна на 12,1–14,5% вищу відносно контролю [71].

Позитивний вплив на продуктивність кукурудзи і лінійні розміри її рослин підтверджують дослідження В.Д. Паламарчука (2018). Отже, роблячи висновок після своїх дослідів, науковець зазначив, проведення

позакореневих підживлень мікродобривами «Еколист моноцинк», «Росток кукурудза», регулятором росту рослин «Вимпел» та бактеріальним препаратом «Біомаг» сприяє збільшенню висоти рослин на 0,8-16,2 см, порівняно із контролем. Найбільше значення висоти рослин (231,4-303,9 см) встановлено на варіанті, де застосовували дворазове внесення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи мікродобрива «Еколист моноцинк». Зростання висоти рослин, порівняно із контролем, становить 5,4-16,2 см [50].

1.2. Ботаніко-біологічна характеристика кукурудзи

Кукурудза належить до родини тонконогових (*Poaceae*) роду *Zea L.* Рід кукурудзи (*Zea L.*) включає лише один вид – кукурудзу (маїс) культурну (*Zea mays L.*) [86]. Кукурудза, як зазначає Томашевський Д. Ф. (1970), однорічна, однодомна, роздільностатева трав'яниста рослина. Коренева система її мичкувата, добре розвинена, в ґрунт заглиблюється на 2-3 м і розгалужується до 100 см і більше [74].

Вторинні корені в кукурудзи утворюються кількома ярусами. Найбільш розвинені корені, зауважує М.І. Володарський (1986), верхнього підземного вузла. Залежно від особливостей сорту і умов зволоження вони можуть виростати з кількох вузлів рослини на висоті до 40-70 см [13].

Стебло кукурудзи – груба, округла, гладенька соломина, виповнена пухкою серцевиною. У ранньостиглих сортів та гібридів розвивається 8-12 міжвузлів, середньостиглих – 12-16, пізньостиглих – 16-24, у дуже пізньостиглих – до 40 міжвузлів [6, 27].

Листки кукурудзи великі, лінійні, розміщуються з двох протилежних боків стебла. Довжина листків може бути до 90 см і більше, ширина – 6-12 см. Поверхня всіх листків на рослині, зауважує Циков В. С. (2003), становить 0,3-1,5 м² [81].

П.І. Бойко (1990) стверджує, що у кукурудзи два типи суцвіть. На верхівці стебла утворюється волоть, а в пазухах листків – качани. Колоски волоті двоквіткові з трьома пиляками в кожній квітці. В розвиненій волоті до

1,2 тис. колосків і до 2,5 тис. квіток [9]. Аналізуючи морфологічну будову жіночого суцвіття, В.В. Лихочвор і Р.Р. Проць (1987) наголошують, що качан має м'ясистий стрижень, на якому попарно рядами розміщуються двоквіткові колоски. Зав'язь є тільки у однієї квітки. У качані буває від 6 до 16 рядів зерен, від 200 до 1000 зернин [38].

Плід – гола зернівка; маса 1000 зерен у дрібнонасінних сортів 100-150, у крупнонасінних – 300-400 г [15]. Зернівки кукурудзи різні за забарвленням – білі, жовті, червоні, фіолетові. Якщо для запилення використовують батьківську форму з іншою будовою ендосперму чи забарвленням зернівок, стверджують В.В. Марченко, В.Г. Опалко та М.М. Гузь ((2009), то в материнському качані з'являються зернівки з ознаками батьківської рослини. Такі прояви ознак батьківської рослини у гібридного насіння називаються ксенійністю [43].

Д. Шпаар (2009), аналізуючи біологічні властивості кукурудзи, зазначив, що у неї розрізняють такі фенологічні фази розвитку кукурудзи: *сходи, утворення третього листка, далі як окремі фази – утворення 5, 7, 9-го і наступних листків, викидання волотей, цвітіння волотей, цвітіння початків, молочна, молочно-воскова, воскова і повна стиглості* [83].

Сходи кукурудзи з'являються через 15-20 днів після сівби. Кукурудза проростає одним корінцем, зазначає Д. Ф. Томашевський (1970), але через 2-3 дні з'являються бічні (гіпокотильні) корінці. Ці корені утворюють перший ярус кореневої системи [74]. Другий ярус розвивається з колеоптильного вузла. Третій, найбільший, утворюється з вузлів справжнього підземного стебла [15]. Максимального розвитку коренева система досягає в фазі воскової стиглості.

Щодо особливостей росту стебла кукурудзи, П.С. Боканча (1992) стверджує, що після цвітіння ріст рослин у висоту припиняється, проте приріст сухих речовин триває. Максимальну масу (в сирому вигляді) рослини мають у молочній стиглості, тобто раніше, ніж рекомендується збирати кукурудзу на силос [10].

Така сама закономірність, зазначають Ю. Пашенко та А. Андрієнко (2006), спостерігається і при утворенні листків кукурудзи. Кожен черговий листок від 1-го до 3-го і від 8-го до 10-го з'являється через 1-2 дні, а від 3-го до 8-го від 11-го до 18-го – через 6-3 днів. Максимальна площа листків у рослини наприкінці цвітіння [51].

Кукурудза – перехреснозапильна рослина. Для повного запилення розрив у часі між початком цвітіння волоті і викидання стовпчиків має становити 3-5 днів. Якщо він більший, знижується урожайність зерна [12].

Стосовно відношення кукурудзи до температурних чинників, М.І. Володарський (1986) категоричний, що кукурудза – теплолюбна рослина. Насіння її проростає при 8-10°C, але в польових умовах сходи кукурудзи з'являються при температурі ґрунту на глибині загортання насіння не нижчій за 10-12°C [13, 33].

У свою чергу В.М. Кабанець, М.Г. Собко і І.І. Дубовик (2012) додають, що тепер створено біотиби кукурудзи, насіння яких здатне проростати при температурі 5-6°C. За середньодобової температури 11-12°C сходи з'являються через 20-22 дні, при температурі 18-19°C – через 8-9 днів [22]. Сходам шкодять зниження температури до мінус 2-3°C. Для викидання волотей найбільш сприятливі середньодобові температури 20-22°C (денні 25-30°C) [6, 50].

Кукурудза, як стверджує Д. Усков (2012), дуже чутлива до осінніх приморозків. Зелені листки пошкоджуються навіть при мінусових температурах, близьких до нуля, а стебла і початки – при мінус 2,5-3°C [75].

В.Л. Нікіщенко, Ю.О. Лавриненко і М.П. Малярчук (2009), аналізуючи відношення кукурудзи до вологи, стверджують, що її називають посухостійкою і вологолюбною культурою. Протиріччя тут немає. За біологічними особливостями кукурудзу можна характеризувати як посухостійку рослину» [32]. А. С. Контамін (2010), підтримуючи своїх колег, зауважує, що добре розвинена коренева система проникає глибоко в ґрунт і використовує вологу нижніх шарів. До того ж вона здатна засвоювати воду

при нижчій вологості ґрунту, ніж коренева система хлібів першої групи та рису. Кукурудза добре використовує вологу опадів другої половини літа, яку інші злакові хліба не використовують [25].

В.В. Марченко, В.Г. Опалко і М.М. Гузь (2009) зазначають, що кукурудза економніше, ніж пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале, рис, витрачає воду на утворення одиниці маси сухих речовин, тобто має нижчий транспіраційний коефіцієнт 250-300 [43].

Цікавих висновків щодо реакції кукурудзи на перезволоження вдалося зробити В.С. Цикову (2003). Отже він зазначив, що кукурудза негативно реагує на тривале перезволоження ґрунту. У перезволоженому ґрунті через нестачу кисню затримується надходження в корені сполук фосфору, порушуються процеси обміну [81].

Ф. М. Архипенко, О. О. Артюшенко та П. І. Кухарчук (2005) стверджують, що кукурудза – рослина короткого світлового дня, оптимальна тривалість його 8-9 год. Довжина дня понад 12-14 год затримує перебіг світлової стадії, що часто спостерігається в північних районах при вирощуванні гібридів і сортів південного походження [7].

Кукурудза є світлолюбною культурою. Інтенсивне освітлення, особливо в першій половині вегетації, підвищує її врожайність [26, 44].

В.В. Лихочвор і Р.Р. Проць (1987), спираючись на результати своїх спостережень та аналізуючи дослідні дані інших науковців, зазначають, що найбільш придатні для кукурудзи чорноземні, темно-каштанові, темно-сірі суглинкові, супіщані та заплавні ґрунти. Оптимальна рН – 6,5-7,5 [38]. Високі врожаї збирають і на дерново-підзолистих, осушених торфово-болотних ґрунтах. Погоджуючись із висновками своїх колег, М. Ярошко (2015) додає, що непридатні для кукурудзи кислі ґрунти (рН менша ніж 5), засолені та схильні до заболочування. Оптимальна щільність (об'ємна маса) ґрунту 1,1-1,3 г/см³ [88].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Дослідження зернової продуктивності кукурудзи за позакореневого внесення комплексних мікродобрив проводили у товаристві з обмеженою відповідальністю «Лан-Агро» Кременчуцького району Полтавської області. Центральна садиба господарства знаходиться в селі Жуки, що за 3 км від міста Глобине та за 120 км від обласного центру – міста Полтава.

ТОВ «Лан-Агро» засноване на базі колишнього ВАТ АФ «Вікторія».

Це господарство має у своєму розпорядженні два критих токи з асфальтовим покриттям, на території яких розміщені 7 складських приміщень для зберігання зерна і посівного матеріалу загальною площею 10 950 м².

До складу ТОВ «Лан-Агро» входять села: Жуки, Коломицівка, Новоселівка і Бориси. Структура земельних угідь представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Експлікація земельних угідь ТОВ «Лан-Агро» (станом на 1.01.2023)

Види угідь	Сільськогосподарські угіддя	
	га	%
Сільськогосподарські угіддя	4086,1	100
в т. ч. рілля	3086	75,5
Багаторічні насадження	39,1	0,9
Сіножаті	452	11,1
Пасовища	491,8	12,5

У господарстві освоєні і використовуються 4 польові і 2 кормові сівозміни. В цілому ТОВ «Лан-Агро» спеціалізується на вирощуванні

пшениці озимої, ячменю ярого та сої на насіння, а також соняшнику, кукурудзи на фуражні та продовольчі цілі.

З метою отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур, які зараз мають у господарстві, потрібно дотримуватися сортової агротехніки та рекомендацій селекціонерів щодо вирощування того чи іншого гібриду.

В цілому, ТОВ «Лан-Агро» розташоване в південно-західній частині Кременчуцького району, на лівобережжі Дніпра в Лісостеповій зоні України.

Згідно результатів агрохімічного обстеження ґрунтів, що було проведене Полтавським обласним державним проектно-технічним центром охорони родючості ґрунтів, у господарстві переважає чорнозем звичайний середньогумусний глибокий і його залишково слабосолонцюваті відміни (2182,6 га). Саме на таких ґрунтах і проводилися дослідження продуктивності різних гібридів кукурудзи.

Рівень рН такого ґрунту – 6,8, вміст гумусу становить 4,35%, вміст в орному шарі легкогідролізованого азоту (N) – 126,6 мг/кг, рухомого фосфору (P_2O_5) – 148,6 мг/кг, обмінного калію (K_2O) – 112,8 мг/кг.

Зведена еколого-агрономічна оцінка ґрунтів по господарству – 65,0 бали. Ґрунтовий профіль має добре виражені два генетичні горизонти. Верхній гумусоелювіальний (0-41 см), темно-сірого кольору, грудкувато-пилоподібної структури в орному шарі й зернистої – в підорному, важкого механічного складу, перехід до наступного генетичного горизонту поступовий. Верхня частина перехідного горизонту (41-75 см) ілювіальна, темно-горіхоподібної структури, перехід до наступного генетичного горизонту поступовий.

У землекористуванні господарства рельєф полів здебільшого рівнинний, але деякі поля мають нахил до 1°. Тому на цих площах орні землі пошкоджені водною і вітровою ерозією. Такі ґрунти потребують спеціальних протиерозійних прийомів та заходів, які спираються на нові досягнення

землеробства з урахуванням особливостей ґрунту та вирощування культур на даній території.

Підґрунтові води залягають глибоко – 11-13 м. Таке глибоке залягання підґрунтових вод майже не має ніякого впливу на водний режим ґрунтів. Вони зволожуються виключно за рахунок атмосферних опадів. Саме тому агротехнічні заходи повинні бути спрямовані на максимальне збереження вологи в ґрунтах.

Отже, ґрунти господарства придатні для вирощування основних сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи [60].

2.2. Аналіз погодних умов у роки проведення досліджень

Господарство розташоване в центральному агрокліматичному районі з недостатнім зволоженням, помірно холодною зимою і жарким, а іноді і сухим, літом.

Під час аналізу випадання атмосферних опадів та їх розподілу за місяцями (табл. 2.2), потрібно відмітити, що найбільша середньобагаторічна кількість опадів відмічена в літні місяці – від 37,5 мм в серпні місяці до 63,5 мм в червні, найменша кількість опадів випала у зимові місяці – від 23,5 мм у лютому і до 26,5 мм у січні.

Таблиця 2.2.

Середньомісячна кількість опадів, мм

Роки спостережень	Місяці												Сума за	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	вегетацію	рік
2021 рік	25,1	23,4	31,2	26,1	16,7	72,8	46,2	6,7	8,9	28,5	23,5	21,4	226,3	459,3
2022 рік	16,3	33,4	24,7	16,5	28,1	41,9	15,4	36,3	16,1	28,7	3,64	29,2	211,5	486,8
2023 рік	23,2	26,6	22,3	18,1	35,6	78,4	94,2	12,1	8,4	14,5	-	-	-	-
Середньобагаторічна кількість опадів	26,5	23,5	27	33,5	44	63,5	62,5	37,5	38	43	37	32	326	478

Територія ТОВ «Лан-Агро» знаходиться в зоні недостатнього зволоження Лісостепу України, де середньо-багаторічні значення кількості опадів за рік – 478 мм, в тому числі за квітень – жовтень – 326 мм.

Стосовно температурного режиму повітря, то тут слід зауважити, що найбільш жаркими місяцями року є червень, липень і серпень (табл. 2.3).

Таблиця 2.3.

Середньомісячна температура повітря, °С

Роки спостережень	Місяці												В середньому за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2021 рік	-6,0	-5,1	1,9	9,5	16,4	27,4	26,8	24,5	14,5	10,3	3,8	-5,4	7,6
2022 рік	-4,2	-5,3	1,5	8,7	15,1	18,6	20,2	25,2	15,1	10,7	4,3	-0,8	7,8
2023 рік	-1,3	-5,2	1,8	9,6	15,6	23,8	26,8	27,3	17,6	12,5	-	-	-
Середньобагаторічна температура	-6,6	-5,2	3,7	11,1	15,7	19,3	25,6	23,3	16,3	10,5	4,0	-3,4	7,5

Так, середньомісячна багаторічна температура повітря становила від 19,3°С в червні і до 22,3°С в серпні. Абсолютний максимум температур – +40°С, а мінімум – -36°С.

У роках із значними перепадами температур спостерігається утворення льодяної кірки на полях, що негативно впливає на посіви озимих культур та багаторічних трав.

Що ж стосується опадів, то вони нерівномірно розподіляються по порах року. Порівняно незначна кількість опадів у весняний період за сильних суховійних вітрах зумовлює в короткі строки проводити закриття вологи, сівбу ранніх культур з використанням всіх прийомів агротехніки, направлених на збереження вологи в ґрунті.

Зими малосніжні. Найбільша висота снігового покриву спостерігається в січні – 27 см, в грудні вона становить 14-17 см і відповідно в лютому - 5-7 см, іноді спостерігається відсутність снігового покриву. Середня багаторічна

дата з'явлення снігового покриву – 2 декада листопада. Стійкий сніговий покрив встановлюється в грудні місяці. Сходить сніг, в середньому, в 2 декаді березня.

В зимові місяці спостерігаються відлиги та випадання опадів у вигляді дощу. Це призводить до утворення льодової кірки, що буває причиною загибелі озимих культур та багаторічних трав.

Середні багаторічні дані свідчать, що промерзання ґрунту починається в листопаді і досягає в грудні 26 см, в січні збільшується до 50 см, в лютому - до 64 см. Максимальна глибина промерзання ґрунту за зимовий період – 105 см, мінімальна – 18 см. Повністю ґрунт розмерзається в перших числах квітня.

В цілому, кліматичні умови зони діяльності господарства є сприятливими для вирощування основних сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи, за умови дотримання агротехнічних вимог по догляду за культурами, особливо в питаннях накопичення і збереження вологи [60].

2.3. Схема та методика проведення досліджень

Польові дослід з вивчення зернової продуктивності кукурудзи за позакореневого підживлення її мікродобривами проводили у товаристві з обмеженою відповідальністю «Лан-Агро» Кременчуцького району упродовж 2021-2023 років.

Метою наших досліджень було вивчення впливу позакореневого внесення мікродобрив Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза на зернову продуктивність кукурудзи середньостиглого гібриду ДКС3939 MAX YIELD та уточненні біологічних особливостей формування врожаю зерна відповідної культури.

Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку та зернова продуктивність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС3939 MAX YIELD за позакореневого внесення мікродобрив.

Предмет дослідження – мікродобрива Авангард Р (кукурудза), Біофілд і Найс Кукурудза, що застосовуються позакоренево, та рослини середньостиглого гібриду ДКС3939 MAX YIELD, що рекомендований для вирощування в Полтавській області.

Авангард Р (кукурудза) – комплексне концентроване легкозасвоюване мікродобриво, яке містить збалансоване співвідношення макро-, мезо- та мікроелементів. Застосовується для позакореневого підживлення кукурудзи, сорго та для передпосівної обробки їх посівного матеріалу.

Мікродобриво активує обмінні процеси на клітинному рівні культури; підвищує польову схожість та енергію проростання насіння, сприяє розвитку добре розвинутої кореневої системи; проявляє фунгіцидні властивості, підвищує імунітет культур, забезпечує антистресовий і стимулюючий впливи; забезпечує потреби культур у біологічно активних елементах мінерального живлення, які виносяться врожаєм; підвищує на 10-15% поглинання головних елементів мінерального живлення (N, P, K) кореневою системою з добрив та з ґрунту; підвищує врожайність культур на 5-10 ц/га та поліпшує показники якості зерна; забезпечує високу окупність.

Сумісне з більшістю водорозчинних добрив і засобів захисту рослин.

Вміст макро- і мікроелементів: азот – 55 г/л, калій – 10 г/л, магній – 50 г/л, бор – 4 г/л, залізо – 5 г/л, марганець – 5 г/л, мідь – 3 г/л, цинк – 20 г/л, молібден – 0,1 г/л, кобальт – 0,1 г/л. До складу входять також амінокислоти. Mn, Zn, Cu – хелатовані ЕДТА, Fe – ДТРА.

Перше підживлення добривом Авангард Р Кукурудза рекомендується проводити у фазі 3-4 листків. Воно сприяє інтенсивному росту та розвитку кореневої системи, усуває перші стреси, викликані дефіцитом живлення. Друге підживлення кукурудзи рекомендується проводити не пізніше фази 6-8 листків. Воно направлене на максимальне закладання зерен в качані та зняття гербіцидних стресів. Витрати робочого розчину для позакореневого внесення мають становити 200-300 л/га.

Біофілд – це рідке мікродобриво, яке містить мікро- та макро-елементи, що відповідають всім фізіологічним вимогам кукурудзи і є найбільш необхідними для її росту та розвитку.

Склад мікродобрива: азот в різних формах – 184 г/л, фосфор (P_2O_5) – 66 г/л, калій (K_2O) – 44 г/л і мікроелементи (сірка, залізо, мідь, цинк, бор, марганець, кобальт, молібден).

Препарат забезпечує рослини основними поживними речовинами, необхідними для оптимального росту і розвитку. Макро- та мікроелементи, які входять до складу мікродобрива, знаходяться у вигляді хелатних та інших легкодоступних форм, які сприймаються рослинами як частина власної структури. Хелатуючим агентом виступає етідренова кислота, яка регулює рух води в клітинах та зменшує утворення в них нерозчинних сполук. Вона утворює високостійкі хелати з металами, а при її розкладанні утворюються легкозасвоювані рослинами сполуки. Етідренова кислота – це органічна сполука, до складу якої входить легкодоступний розчинний фосфор. Саме це виключає утворення водонерозчинних фосфатів металів.

Азот у мікродобриві представлений відновленими формами у вигляді аміду й амонію. Ці форми легко проникають через епідерміс клітини, затягуючи за собою інші елементи живлення, що знаходяться в розчині. Залізо у препараті знаходиться у фізіологічно вивіреному співвідношенні $Fe(II) / Fe(III)$, що дозволяє активізувати окислювально-відновлювальні перетворення.

Мікродобриво може застосовуватися разом із пестицидами, стимуляторами росту, розчинами мінеральних добрив з широким інтервалом рН. Склад мікродобрива дозволяє проводити обробки за температури повітря нижче $+5^{\circ}C$.

Застосування: перший раз позакоренево вносимо у фазі 3-5 справжніх листків. Наступна обробка – у фазі 7-9 листків. Доза внесення щоразу по 1 л/га. Норма витрати робочої рідини: 250-300 л/га.

Найс Кукурудза – легкозасвоюване концентроване хелатне мікродобриво, спеціально розроблене для розкриття генетичного потенціалу всіх видів кукурудзи. Комплексне мікродобриво НАЙС Кукурудза забезпечує збалансоване живлення рослин, стимулює їх ріст і розвиток, а також підвищує стійкість культури до весняних перепадів температур й інших стресових факторів під час вегетації.

Склад мікродобрива Найс Кукурудза: азот (N) – 10%, оксид натрію (Na₂O) – 0,33%, оксид магнію (MgO) – 3,5%, сірка (SO₃) – 8%, бор (B) – 0,1%, мідь (Cu) – 0,5%, залізо (Fe) – 0,3%, марганець (Mn) – 0,7%, молібден (Mo) – 0,005%, цинк (Zn) – 2%, калій (K₂O) – 1%.

Дія мікродобрива Найс Кукурудза на рослини кукурудзи: цинк є найбільш важливим мікроелементом при вирощуванні кукурудзи. Саме він активує велику кількість ферментативних реакцій, бере участь у формуванні хлорофілу, метаболізму вуглеводів і протеїнів, а також впливає на засвоюваність фосфору і синтез вітамінів B, C, PP. Такі мікроелементи як бор та мідь, також потрібні для нормального розвитку кукурудзи адже саме вони прискорюють цвітіння і стимулюють утворення качанів.

Регламент позакореневого внесення: перший раз – у фазі 3-5 листків (1 л/га); другий раз – у фазі 7-8 листків (1 л/га).

ДКС3939 MAX YIELD (ФАО 380) – новий середньостиглий гібрид фірми «DeKalb». Безпрецедентна стабільність та найвища врожайність в своїй групі стиглості. Має високий потенціал урожайності, стійкий до посухи. Добре віддає вологу. У випробуваннях 2015 року продемонстрував високу пластичність до умов вирощування, формуючи середню врожайність вищу за 10 т/га. Має високу стійкість до фузаріозу стебла і качана.

Рослини висотою 260-270 см із міцною кореневою системою. Стебло добре облиственене, міцне, потужне. Висота кріплення початку – 110 см. Кількість рядів зерен у початку – 14-16; загальна кількість зерен у початку – 532-672. Кількість зерен у ряду – 38-42. Зерно кременисто-зубоподібного типу, маса 1000 зерен – 300-320 г.

Характеризується високою врожайністю зерна та швидким ростом на початкових стадіях розвитку. Рекомендований для ранньої сівби завдяки високим темпам початкового росту (толерантний до термінів сівби). Висока стійкість до посухи – пріоритетний регіон вирощування Степ, центральний Лісостеп та лівобережна частина Лісостепу. Придатний до вирощування за традиційною і мінімальною технологіями та за No-Tillage-технологією. Придатний для вирощування в монокультурі, можливе вирощування на зрошенні і також можливе використання на силос. Рекомендована густота до збирання: в зоні недостатнього зволоження – 50000-60000 шт./га, нестійкого – 60000-65000 шт./га, достатнього зволоження – 65000-75000 шт./га [17].

Дослідження проводили за такою схемою:

1. Без обробки мікродобривами – контроль.
2. Позакореневе внесення мікродобрива Авангард Р (кукурудза) двічі: перший раз – у фазі 3-5 листків, другий раз – у фазі 7-9 листків. Доза внесення – по 1 л/га.
3. Позакореневе внесення мікродобрива Біофілд двічі: перший раз – у фазі 3-5 листків, другий раз – у фазі 7-9 листків. Доза внесення – по 1 л/га.
4. Позакореневе внесення мікродобрива Найс Кукурудза двічі: перший раз – у фазі 3-5 листків, другий раз – у фазі 7-9 листків. Доза внесення – по 1 л/га.

Облікова площа ділянки у 2021 році становила 0,7 га, загальна площа – 1,1 га, у 2022 році відповідно – 0,5 та 0,8 га, а у 2023 – відповідно 0,8 та 1,2 га. Різна площа дослідних ділянок за роки досліджень пояснюється різною довжиною гінок поля. Так, у 2021 році довжина гінок поля становила 425 м, у 2022 – 310 м, у 2023 році – 470 м. Ширина ж ділянок щорічно була однаковою – 25,2 м. Повторність досліду триразова. Розміщення повторень і ділянок варіантів досліду – систематичне. Загальна кількість ділянок у досліді – 12. Попередник кукурудзи – пшениця озима.

Агротехніка вирощування кукурудзи на дослідних ділянках – типова для відповідної ґрунтово-кліматичної зони розміщення сільськогосподарського підприємства.

Програмою наших досліджень передбачалось проведення таких обліків, спостережень і аналізів:

- 1) облік густоти сходів та густоти рослин кукурудзи перед збиранням урожаю;
- 2) фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення мікродобрив;
- 3) тривалість міжфазних періодів вегетації кукурудзи залежно від застосування мікродобрив;
- 4) дослідження в динаміці площі листової поверхні рослин кукурудзи залежно від позакореневого обприскування мікродобривами;
- 5) облік елементів структури врожайності рослин культури за позакореневого внесення мікродобрив.

Обліки, спостереження і аналізи проводили згідно з існуючими методиками науко-дослідних установ [45].

Методики досліджень

Фенологічні спостереження. Окрім дати сівби, у кукурудзи відмічають наступні фази: сходи, викидання волоті, утворення жіночих суцвіть, цвітіння волотей, молочну, воскову і повну стиглість зерна. По кожній фазі відмічають початок настання (приблизно у 10% рослин) і настання її у більшості рослин (приблизно у 75%).

Рослини кукурудзи мають яскраво виражені індивідуальні особливості, морфологічні ознаки у них проявляються неодноразово, тому необхідно визначати кількість рослин, що вступили в певну фазу. Для цього в посівах кукурудзи в одній із повторностей дослідів на постійних двох типових рядках ділянок у встановлений час визначають кількість рослин, що вступили у відповідну фазу.

Фази стиглості зерна визначають за верхніми початками, розкриваючи їх під час кожного спостереження. Потім встановлюють їх відсоток від загальної кількості рослин, що були оглянуті на закріплених рядках. Розраховувати відсоток варто відразу ж після обходу ділянок, тобто в полі [45].

Визначення густоти рослин. Загальновідомо, що урожай кукурудзи в значній мірі залежить від фактичної густоти рослин на одиниці площі. Тому визначати її варто обов'язково у всіх дослідках.

У дослідках, що проводяться у виробничих умовах на великих ділянках, фактичну густоту рослин підраховують у п'яти місцях кожного варіанту по діагоналі, в двох суміжних рядках, на відрізках довжиною по 40 м.

В польових умовах, відповідно до програми дослідів, що передбачає вирощування кукурудзи на зерно, густоту рослин визначають у два строки. Перший підрахунок проводиться відразу після повних сходів, а другий раз визначають густоту рослин перед збиранням врожаю.

За наявності в досліді зріджених місць, на них роблять виключки площадками або рядами, щоб ділянки за густотою були більш-менш рівномірними [45].

Визначення висоти рослин. Деяке уявлення про характер росту рослин в період вегетації дає визначення їх висоти. Визначають її мірною лінійкою: до викидання волотей (в окремих дослідках) – від поверхні ґрунту до верхівки найбільш довгого (витягнутого) листка, після повного викидання волотей – від поверхні ґрунту до верхівки волоті головного стебла [45].

Визначення площі листової поверхні. Облік площі листової поверхні проводили за допомогою методу висічок. Для цього брали листки із 10 рослин кукурудзи і зважували його. Потім визначали середню масу листків із однієї рослини.

Після цього брали металевий циліндр із відомою площею його основи і пробивали ним 10 листків. Далі цю висічку зважували із точністю до 0,01 г.

Потім, оскільки відома площа круга циліндра, це число множили на 10 (бо у нас утворилося 10 висічок). Таким чином визначали масу листків певної площі. Оскільки у нас вже була відома маса листя із однієї рослини, то, склавши просту пропорцію, легко знаходили площу листків із однієї рослини [45].

Визначення елементів продуктивності рослин. В польових дослідах досить важливим є вивчення закономірностей зміни продуктивності рослин кукурудзи. Основними елементами їх індивідуальної продуктивності є кількість початків на рослині, їх довжина, діаметр, маса, озерненість, відсоток виходу зерна, маса 1000 зерен.

Продуктивність рослин по варіантах досліду визначають перед збиранням або під час збирання врожаю, підраховуючи кількість початків на 100 рослинах і відсоток рослин без початків, із одним, двома розвинутими початками і т. ін.

До продуктивних відносяться всі початки, в яких утворилося зерно (не залежно від його стиглості). В окремих дослідах враховують їх озерненість, яка визначається за середньою кількістю повноцінних зерен у повздовжньому рядку (при цьому приймається до уваги можлива і фактична кількість зерен) [45].

Облік урожайності зерна кукурудзи. Облік урожайності зерна кукурудзи на ділянках досліду проводили прямим (суцільним) методом. При цьому зважувався весь урожай з кожної ділянки і перераховувався на одиницю площі [45].

Математична обробка даних та встановлення достовірності результатів досліджень проводилась з використанням персонального комп'ютера на кафедрі рослинництва та спеціальної програми.

Ця програма ґрунтується на врахуванні поділяючих даних, їх групуванні і обчисленні з встановленням найменшої істотної різниці між варіантами та ступеню впливу факторів на результат досліджень.

2.4. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Досліди з вивчення зернової продуктивності кукурудзи залежно від позакореневого внесення мікродобрив проводили в полі №7 десятипільної сівозміни. Агротехніка вирощування кукурудзи на дослідних ділянках – загальноприйнята для відповідної ґрунтово-кліматичної зони. Попередник кукурудзи – пшениця озима.

Обробіток ґрунту – один із ефективних агротехнічних заходів, за допомогою якого створюються сприятливі біологічні процеси, що і зумовлюють накопичення доступних рослинам культури поживних речовин. Оптимізація основного обробітку сприяє регулюванню водного, повітряного і теплового режимів ґрунту, при цьому ефективно знищуються бур'яни, шкідники та збудники хвороб. Під час виконання основного обробітку доцільно вносити основне органо-мінеральне добриво.

Після збирання попередника, а у нашому господарстві це – озима пшениця, на полі відразу проводили дискування важкими дисковими боронами типу БДВ-7,0 в агрегаті з трактором ХТЗ-17021.

Після відростання бур'янів і падалиці, їх знищували за допомогою парового культиватора типу КПС-4.

Наприкінці вересня – початку жовтня проводили оранку звичайним плугом ПЛН-5-35 в агрегаті з трактором ХТЗ-17021 на глибину 28-30 см.

Щоб отримати добрий врожай зерна кукурудзи, мінеральні добрива вносили дозою $N_{120}P_{90}K_{120}$. Фосфорно-калійні добрива (70-80%) вносили восени під основний обробіток.

Загальновідомо, що одним із перспективних напрямків підвищення ефективності мінеральних добрив під кукурудзу, особливо азотних, є локалізація їх у зоні активної діяльності кореневої системи. При цьому істотно знижується перехід поживних речовин добрив у ґрунті в недоступну для рослин форму. Тому саме азотні добрива у вигляді аміачної селітри вносили навесні під культивуацію.

Навесні проводили також закриття вологи зубовими боронами типу БЗТС-1,0.

Основна мета передпосівного обробітку ґрунту – створити умови для дружного проростання насіння культури. Для цього за допомогою різних сільськогосподарських машин проводять обробіток верхнього шару ґрунту з метою формування ущільненого ложа для насіння. Такий обробіток у господарстві проводився комбінованими агрегатами типу АГ-6 «Борекс».

Перед весняним обробітком ґрунту на полі вносили азотні та, недовнесені з осені, фосфорно-калійні добрива.

Передпосівна культивуація проводиться в день сівби на глибину загортання насіння – 5 см. Відразу після неї вносили ґрунтовий гербіцид Преміум Голд (4 л/га).

Щодо строків сівби кукурудзи, то у господарстві застосовують оптимально ранній строк сівби, коли стійка середньодобова температура ґрунту на глибині заробки насіння (5 см) складе 6-8°C, що відповідає погоднім умовам із 20 квітня по 5 травня.

Насіння кукурудзи іноземного гібриду, що висівали на дослідних ділянках, було оброблене комплексом захисно-стимулюючих речовин.

Сівбу проводили наприкінці квітня агрегатом, що складався із трактора МТЗ-82 та сівалки СПЧ-6. Швидкість такого агрегату – 5-6 км/год.

Сівалка має бути добре відрегульована для забезпечення визначеної густоти стояння рослин. Норма висіву насіння становила 85,5 тис. шт./га (6 шт./м насінин), що відповідає біологічним особливостям гібрида кукурудзи, який висівали на ділянках дослідів.

Одна із специфічних морфологічних особливостей рослин кукурудзи досліджуваного гібриду – значно менший кут між стеблом та листком, а також високе кріплення початку. Ось тому фірма-оригінаатор гібриду наполягає на вирощуванні їх із більшою густиною.

Спосіб сівби – широкорядний, пунктирний, з міжряддям 70 см.

Відразу за сівбою проводили коткування посівів агрегатом, що складався із трактора МТЗ-82 і кільчасто-зубового котка КЗК-6.

Проти бур'янів у післясходовий період застосовували страховий гербіцид Мілагро 040SC. Норма внесення препарату – 1,0 л/га.

У боротьбі із гусеницями кукурудзяного метелика проводили обприскування інсектицидом Карате Зеон 050 CS, доза внесення – 0,2 л/га. Обприскування проводили агрегатом ОП-2000-2-01.

Відповідно до програми досліджень, на дослідних ділянках двічі вносили мікродобрива у рекомендованих дозах. Причому, ці препарати змішували із іншими пестицидами. Фаза першого застосування мікродобрив – 3-5 листків, а другого – 7-9 листків кукурудзи.

Особливість досліджуваного гібриду кукурудзи – дуже швидкий темп віддачі вологи при досягнанні, високий вихід зерна, а також добра ремонтантність. Останнє характеризує універсальність його вирощування як на зерно, так і на силос.

Починають збирати кукурудзу на зерно в кінці воскової – на початку повної стиглості, за вологості зерна 30% та менше. Обмолот зерна проводили наприкінці серпня – початку вересня зернозбиральним комбайном JOHN DEERE з 6-рядковою приставкою Є-303. Намагалися збирання провести у стислі строки, запобігаючи тим самим меншим втратам. З подовженням збирання втрати зерна від вилягання рослин, обвисання і відпадання початків складають: на 10-й день – 4,0-4,5%; на 15-й – 5-6%; на 20-й – 7-10%; на 25-й - 13%; на 30-й - 17%; на 35-й - 23%.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Густота рослин та тривалість міжфазних періодів вегетації кукурудзи за позакореневого внесення мікродобрив

Технологічний процес вирощування кукурудзи на зерно, як і будь-якої іншої сільськогосподарської культури, включає в себе використання такої технологічної операції, якою є позакореневе підживлення рослин мікродобривами. Крім того, сучасні комплексні препарати нового покоління включають не тільки оптимальний для рослин культури набір мікроелементів, що знаходяться у доступній для рослин формі, але й додаткову дозу макроелементів та, навіть амінокислот, що робить їх надзвичайно корисними для рослин кукурудзи. Завдяки застосуванню таких мікродобрив, які вносяться у критичні фази росту й розвитку культури, рослини кукурудзи суттєво підвищують свою продуктивність, й окрім цього можуть достатньо ефективно протистояти різним несприятливим факторам зовнішнього середовища – пошкодженню шкідниками, ураженню хворобами, забур'яненості посівів, впливу негативних погодних чинників і т. ін.

Загальновідомо, що вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи, має на меті, в першу чергу, оптимізацію площі живлення її рослин. Тільки за таких умов рослини культури здатні максимально реалізувати свій продуктивний потенціал. Ось тому правильно підібрана густота рослин – основа майбутнього врожаю кукурудзи. Адже зріджені посіви швидше забур'янюються, на них неефективно використовується сонячна радіація, елементи живлення і продуктивний потенціал ґрунту. На загущених посівах формуються тонкостеблі біотиби, що мають дрібні початки із невеликою кількістю зернівок, до того ж такі посіви схильні до вилягання.

Зважаючи на все вище викладене і розуміючи важливість такого питання, програмою наших трирічних досліджень передбачався облік динаміки густоти рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення мікродобрив. Облік густоти рослин на дослідних ділянках проводили тричі: перший раз – за день до проведення першої обробки мікродобривами; другий раз – через 30 днів після другого обприскування мікродобривами; третій раз – за день-два до збирання врожаю. Відповідні дані представлені в таблиці 3.1 і зображені на рис. 3.1, 3.2 і 3.3.

Аналізуючи дані таблиці 3.1 і відповідного рис. 3.1, можна відмітити, що на дослідних ділянках всіх варіантів кількість рослин кукурудзи перед обробкою мікродобривами була майже однаковою і становила 77,5-77,7 тис./га.

Щодо даних обліків густоти рослин кукурудзи, які ми проводили через 30 днів після другого внесення мікродобрив (рис. 3.2), то тут варто зазначити, що на дослідних варіантах вже намітилися певні відмінності стосовно відповідного показника. Тобто, внесені мікродобрива вже почали впливати на рослини, посилюючи їх здатність протистояти несприятливим факторам зовнішнього середовища. Тому на час відповідного обліку на варіантах 2, 3 і 4 спостерігали певне збільшення густоти рослин, порівняно із контролем.

Так, наприклад, на контрольному варіанті середня трирічна густота рослин кукурудзи була 74,7 тис./га. Найближчий за значенням варіант 3, де вносили двічі мікродобриво Біофілд, випередив контроль за значенням густоти рослин на 1,2 тис./га. На його ділянках нарахували цього разу 75,9 тис./га рослин культури.

Максимальним показник густоти виявився на варіанті 4, де позакоренево вносили комплексне мікродобриво Найс Кукурудза дозами по 1 л/га, і становив 77 тис./га.

Варіант 2 із комплексним мікродобривом Авангард Р (кукурудза) (1+1 л/га) мав на своїх ділянках густоту рослин на рівні 76,4 тис./га.

Таблиця 3.1.

**Густота рослин кукурудзи залежно від позакореневого підживлення мікродобривами Авангард Р (кукурудза),
Біофілд і Найс Кукурудза**

Варіанти дослідів	Строки проведення обліків												Зменшилася густота рослин, %			
	перед обробкою				через 30 днів після другого обприскування				перед збиранням урожаю							
	2021 рік	2022 рік	2023 рік	середнє за три роки	2021 рік	2022 рік	2023 рік	середнє за три роки	2021 рік	2022 рік	2023 рік	середнє за три роки	2021 рік	2022 рік	2023 рік	середнє за три роки
1. Без обробки – контроль	76,3	77,5	79,0	77,6	72,1	75,9	76,0	74,7	60,0	68,9	66,4	65,1	21,4	11,1	15,9	16,1
2. Авангард Р (кукурудза) (1+1 л/га)	76,1	77,6	79,3	77,7	74,6	76,5	78,1	76,4	65,4	73,8	70,7	70,0	14,1	4,9	10,8	9,9
3. Біофілд (1+1 л/га)	76,0	77,4	79,1	77,5	73,8	76,2	77,6	75,9	63,4	73,2	68,7	68,4	16,6	5,4	13,1	11,7
4. Найс Кукурудза (1+1 л/га)	76,1	77,3	79,2	77,5	75,5	77,0	78,4	77,0	68,9	74,9	72,1	72,0	9,5	3,1	9,0	7,1

Досить цікавими виявилися показники густоти рослин кукурудзи перед збиранням врожаю (рис. 3.3). Адже облік відповідного показника цього разу якнайкраще показував вплив досліджуваних мікродобрив на рослини відповідного гібриду.

Отже, в середньому за три роки, максимальною густота рослин кукурудзи виявилася на варіанті 4, де позакоренево вносили мікродобриво Найс Кукурудза двічі дозами по 1 л/га, і становила 72 тис./га.

Очевидно, що ті речовини, які входять до складу відповідного мікродобрива, активізували різні біохімічні і фізіологічні процеси, що проходять у рослинному організмі протягом вегетації, чим підвищили здатність кукурудзи опиратися негативному впливу стресових чинників протягом вегетаційного періоду.

Дещо меншим відповідний показник виявився на варіанті 2, де двічі вносили комплексне мікродобриво Авангард Р (кукурудза) і становив 70 тис./га. Варіант 3 із Біофілдом мав густоту рослин, яка виявилася на 1,6 меншою за попередній варіант, і склала 68,4 тис./га.

Найменшою густота рослин виявилася, як і можна було передбачити, на контролі, де не вносили мікродобрива, - 65,1 тис./га. Найнижчий показник густоти на контрольному варіанті пояснюється тим, що рослини кукурудзи на відповідних ділянках, зокрема слабкі біотики, не змогли у повній мірі протистояти негативній дії різних факторів зовнішнього середовища (аномально висока температура повітря, дефіцит продуктивної вологи, пошкодження шкідниками і ураження хворобами та ін.) і тому загинули.

Продовжуючи аналіз дослідних даних густоти рослин кукурудзи, варто відмітити, що роки досліджень, зокрема їх погодні характеристики, теж мали суттєвий вплив на динаміку відповідного показника.

Так, наприклад, погодні умови 2022 року виявилися найсприятливішими щодо температурних параметрів і опадів для рослин культури. Тому цього року і мали найбільшу густоту рослин на всіх варіантах дослідів.

2023 рік охарактеризувався певними критичними аномаліями погодних чинників. Зокрема, дефіцит опадів влітку у поєднанні із високими температурами, призвели до часткової загибелі слабких біотипів культури на дослідних ділянках.

Щодо 2021 року, то тут треба зазначити, що цього рік несприятливі погодні характеристики більше посилювалися, порівняно із наступними роками. Сюди додалася ще й мінімальна кількість опадів весною. Все це негативно позначилось на збереженості рослин кукурудзи на дослідних ділянках, тому ми і нарахували їх найменшу кількість саме цього року.

Дані наступної таблиці 3.2. характеризують тривалість міжфазних періодів вегетації залежно від позакореневого підживлення мікродобривами.

Таблиця 3.2.

Тривалість міжфазних періодів вегетації кукурудзи залежно від позакореневого підживлення мікродобривами
(в середньому за 2021-2023 рр.)

Варіанти дослідів	Період вегетації			
	сівба – сходи	сходи – цвітіння волотей	цвітіння волотей – повна стиглість	сходи – повна стиглість
1. Без обробки – контроль	9	62	58	120
2. Авангард Р (кукурудза) (1+1 л/га)	9	66	61	127
3. Біофілд (1+1 л/га)	9	64	60	124
4. Найс Кукурудза (1+1 л/га)	9	68	63	131

Отже, аналізуючи відповідні дані, можна стверджувати, що досліджувані мікродобрива мають певний вплив на тривалість міжфазних періодів вегетації. І це вже почало себе проявляти під час проходження рослинами кукурудзи періоду сходи-цвітіння волотей. Найдовшим

відповідний період виявився на варіанті із позакореневим внесенням мікродобрива Найс Кукурудза і становив 68 днів.

На варіантах 2 і 3, де вносили комплексні мікродобрива Авангард Р (кукурудза) і Біофілд тривалість відповідного періоду склала 66 і 64 дні відповідно.

На контролі тривалість цього періоду була 62 дні.

Щодо періоду сходи-повна стиглість, то тут варто зазначити, що найдовшим він виявився саме у рослин варіанту 4 – 131 день. Це на 11 днів більше за аналогічний період на контролі.

Тривалість відповідного періоду на варіантах 2 і 3 становила 127 і 124 дні, що певним чином характеризує вплив позакореневого внесення відповідних комплексних мікродобрив на рослини кукурудзи.

Адже застосування комплексних мікродобрив у позакореневе внесення у критичні періоди вегетації рослин кукурудзи сприяє активізації різних біологічних, біохімічних та інших процесів, що впливає позитивно на ріст рослин і тим самим подовжує вегетаційний період культури.

Слід зазначити, що на тривалість періоду вегетації і відповідних міжфазних періодів мали значний вплив погодні умови років досліджень.

Саме посуха і висока середньодобова температура всередині і наприкінці літа та початку осені 2023 року і ті ж самі чинники, разом із дефіцитом опадів весною, у 2021 році, спричинили скорочення міжфазних періодів і в кінцевому результаті призвели до зменшення самого вегетаційного періоду рослин кукурудзи на досліджуваних ділянках.

3.2. Вплив позакореневого внесення мікродобрив на динаміку росту рослин кукурудзи та площу їх листкової поверхні

Дослідження численних вітчизняних і зарубіжних науковців доводять важливість асиміляційного апарату рослин культури, в тому числі і

кукурудзи, у процесі формування її врожайності. Адже саме в листках в процесі фотосинтезу відбувається формування органічної речовини.

Очевидно, що чим більше буде облистненою рослина, тим більшу площу асиміляційної поверхні вона має, а значить у неї є всі передумови для створення максимального врожаю зерна.

Зважаючи на це, програмою наших трирічних досліджень передбачався облік площі листкової поверхні рослин кукурудзи, залежно позакореневого підживлення мікродобривами, у три строки – 10 червня, 1 липня.

Отже, як доводять результати наших трирічних досліджень, що представлені у відповідній таблиці, контрольний варіант мав найменшу облистненість рослин і, відповідно, найменшу площу листків на 1 га посіву на час всіх трьох обліків.

Більшою облистненістю, ніж на контролі, за три роки експерименту охарактеризувалися рослини на ділянках варіантів 2 і 3, де позакоренево двічі вносили Авангард Р (кукурудза) і Біофілд дозами по 1 л/га.

Так, станом на 20 липня площа листків рослин кукурудзи на відповідних варіантах була у межах від 0,457 м² (варіант 3) до 0,478 м² (варіант 2).

Станом на 20 липня на цих же варіантах площа листків була на рівні 0,457 і 0,478 відповідно.

Максимальну ж площу листкової поверхні за роки експерименту у всі строки обліку мав варіант 4 із позакореневим внесенням двічі мікродобрива Найс Кукурудза. Так, наприклад, на час обліку, що проводили 10 червня, кожна рослина кукурудзи на відповідних ділянках мала середню площу листків 0,357 м², а на час обліку 20 липня ці рослини сформували листкову поверхню на рівні 0,494 м², що і призвело до формування найбільшої серед всіх гібридів асиміляційної поверхні на 1 га посіву – 38 тис. м².

Результати дослідження представлені в таблиці 3.4.

Аналізуючи дані динаміки висоти рослин кукурудзи залежно від позакореневого підживлення їх мікродобривами, можна зробити висновок,

що позакореневе внесення різних мікродобрив позитивно впливає не тільки на площу листової поверхні, але й на висоту рослин.

Так, наприклад, у фазі 7-8 листків найвищими за роки дослідів були рослини на ділянках варіанту 4, де застосовували двічі комплексне мікродобриво Найс Кукурудза. В цей час їх середня висота сягала 86 см. Найнижчими у цей час виявилися біотики на варіанті 1 (контроль) – 75 см.

В подальшому варіант-лідер не віддавав пальму своєї першості по цьому показнику аж до цвітіння волоті, коли ріст рослин практично припинився. В цей час середня за три роки висота рослин на відповідному варіанті становила 229 см.

На ділянках варіантів 2 і 3, де застосовували комплексні мікродобрива Авангард Р (кукурудза) і Біофілд, на час цвітіння волотей рослини культури мали висоту 211 і 196 см відповідно.

Найнижчі ж рослини на час цього обліку виявилися, як і можна було передбачити, на ділянках контрольного варіанту – 192 см.

Слід зазначити, що на висоту рослин кукурудзи мали суттєвий вплив також несприятливі погодні умови літніх періодів років досліджень – посуха і дефіцит опадів в поєднанні із високими середньодобовими температурами повітря, що мали місце у 2021 і 2023 роках. Саме ці фактори призвели до часткового зниження висоти рослин на всіх досліджуваних ділянках.

Разом із цим наші трирічні дослідів підтвердили, що рослин досліджуваного гібриду на ділянках, де позакоренево вносили двічі комплексне мікродобриво Найс Кукурудза, набули певної посухостійкості і через це мали найбільшу облиственість і висоту.

Тобто, заявлена виробником характеристика відповідного мікродобрива, яка полягає в тому, що після застосування цього препарату у рослин культури зростає стійкість до стресових факторів, в тому числі й до посухи, повністю відповідає дійсності.

3.3. Зернова продуктивність кукурудзи за позакореневого підживлення її мікродобривами

Програмою наших трирічних досліджень передбачалося визначення і облік елементів структури урожайності кукурудзи за позакореневого внесення мікродобрив.

Отже, як доводять наші трирічні дані, досліджувані мікродобрива, що застосовуються позакоренево, впливають не тільки на густоту рослин кукурудзи, їх висоту і площу листків, але й на елементи структури врожайності.

Так, наприклад, кількість качанів на 100 рослинах виявилась найбільшою, в середньому за три роки, на варіанті 4, де позакоренево двічі вносили нове комплексне мікродобриво Найс Кукурудза, і становила 109,2 шт. Мінімальним відповідний показник виявився на контролі, де мікродобрива не застосовували, – 103,9 шт.

Варіанти із іншими мікродобривами зайняли щодо цього показника проміжну позицію і мали кількість качанів на 100 рослинах, в середньому, 104,5 шт. (варіант 3) і 106,8 шт. (варіант 2).

Важливим показником структури урожайності кукурудзи є маса качана. Найваговитіші качани за роки експерименту отримали на варіанті 4 (Найс Кукурудза (1+1 л/га)) – 195,1 г.

На 11,3 г легші були качани у рослин на ділянках, де позакоренево вносили мікродобриво Авангард Р (кукурудза) дозою 1+1 л/га, – 183,8 г. Найлегшими качани виявились, як і можна було передбачити, на контрольному варіанті, – 173,9 г.

Облік маси зерна з однієї рослини показав, що лідером за три роки досліджень за цим показником виявився, знову таки, варіант 4 із мікродобривом Найс Кукурудза, яке вносили позакоренево двічі. На його ділянках з кожної рослини зібрали в середньому по 171 г зерна.

Дещо відстав від лідера варіант 2 (Авангард Р (кукурудза) (1+1 л/га)). На його ділянках кожна рослина мала середню масу зерна 155,7 г.

Маса зерна з однієї рослини на варіанті 3, де позакоренево вносили двічі мікродобриво Біофілд, склала 144,6 г.

Найнижчим за три роки виявився відповідний показник на контролі – 140,2 г, що було лише на 4,4 г менше за масу зерна з однієї рослини на ділянках варіанту 3.

Розрахунки біологічної урожайності зерна кукурудзи показали беззаперечну перевагу варіанту 4, де позакоренево застосовували двічі мікродобриво Найс Кукурудза, – 12,31 т/га.

На 1,41 т/га менша біологічна врожайність виявилася, в середньому за три роки дослідів, на ділянках варіанту 2, де вносили мікродобриво Авангард Р (кукурудза), – 10,9 т/га.

Варіант 3 із подвійним внесенням Біофілд за роки досліджень сформував середню трирічну біологічну врожайність рослин культури на рівні 9,89 т/га.

Стосовно мінімального значення відповідного показника, то він був, як і можна було сподіватися, на контрольному варіанті. Тут біологічна врожайність зерна кукурудзи, в середньому за три роки, становила всього 9,13 т/га.

Слід зазначити, що продуктивність культури значною мірою залежала від погодних умов вегетаційного періоду року досліджень. Причому, рослини на ділянках, де позакоренево вносили мікродобрива, майже однаково позитивно реагували на сприятливі погодні чинники, так само негативно – на несприятливі.

Максимальною зернова продуктивність кукурудзи виявилася у 2022 році. Причому, цього рік збільшення врожайності відмічали на всіх варіантах дослідів.

Проте, у розрізі років прослідковується чітка тенденція щодо зниження врожайності зерна кукурудзи на ділянках всіх варіантів у 2023 і тим більше –

у 2021 році. Ці роки охарактеризувалися тривалим дефіцитом опадів в середині і наприкінці літа та на початку осені, й екстремально високими температурами повітря відповідного періоду.

Особливо критичними погодні умови були у 2021 році. Бо саме цього року ще й мав місце дефіцит опадів весною.

Продовжуючи аналізувати дані продуктивності кукурудзи, варто зазначити, що все ж середній трирічний вихід товарного зерна культури виявився найбільшим на варіанті 4, де двічі позакоренево вносили мікродобриво Найс Кукурудза дозою 1+1 л/га, - 11,04 т/га.

На другому місці за продуктивність став варіант 2, де застосовували позакоренево мікродобриво Авангард Р (кукурудза) (1+1 л/га), - 9,72 т/га.

Третє місце по праву належить варіанту 3, на ділянках якого позакоренево вносили комплексне мікродобриво Біофілд (1+1 л/га), - 8,78 т/га.

Мінімальною зернова продуктивність культури виявилася у контрольного варіанту, де не застосовували підживлення мікродобривами, - 8,15 т/га. Очевидно, що рослини відповідного гібриду виявилися досить слабкими щодо стійкості проти різних несприятливих чинників, і, зокрема, погодних, які мали місце у 2021 і 2023 роках.

Отже, враховуючи результати наших трирічних досліджень зернової продуктивності кукурудзи залежно від позакореневого підживлення її мікродобривами, можна рекомендувати для позакореневого внесення у господарствах зони нестійкого зволоження комплексне мікродобриво нового покоління Найс Кукурудза дозою 1+1 л/га препарату. Застосування відповідного мікродобрива двічі у критичні фази росту і розвитку рослин кукурудзи сприяло підвищенню ними стійкості до несприятливих факторів зовнішнього середовища, що, в свою чергу, позитивно відобразилось на формуванні зернової продуктивності культури, навіть за екстремальних погодних умов вегетаційних періодів років досліджень.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ЇЇ МІКРОДОБРИВАМИ

Необхідність економічного обґрунтування результатів польових досліджень дозволяє більш повно оцінити ефективність вирощування кукурудзи на зерно за позакореневого підживлення її комплексними мікродобривами.

Для економічної оцінки даних досліджень використовують наступні показники:

- урожайність – показник, що характеризує кількість вирощеної продукції з одного гектара посівної площі;
- затрати праці – кількість витрат необхідних для виробництва продукції;
- виробничі затрати - вони пов'язані з процесом виробництва продукції, виконанням робіт, наданням послуг;
- формі затрати на виробництво і реалізацію одиниці продукції;
- чистий дохід – частина вартості валової продукції, яка лишається після відшкодування матеріально – грошових витрат, включаючи оплату праці з відрахуваннями;
- рівень рентабельності – відношення чистого доходу до виробничих затрат, виражене в відсотках.

Варто зазначити, що під час економічної оцінки даних досліджень беруть до уваги всі види отриманої продукції – основну і побічну, а також враховують її якість.

Розрахунок економічної ефективності вирощування кукурудзи за позакореневого підживлення її комплексними мікродобривами проводився з урахуванням закупівельних цін на зерно цієї культури станом на 1.10.2023 року. Саме в цей період закупівельна ціна на зерно кукурудзи із вологістю 14,5% на районному елеваторі, куди його здавали, становила 4800 грн. за 1 т.

Вартість 1 л мікродобрив наступна: Авангард Р (кукурудза) – 144 грн., Біофілд – 110 грн., Найс Кукурудза – 150 грн.

Затрати праці, виробничі затрати на 1 га визначають за технологічними картами вирощування гібридів кукурудзи (див. додатки).

Далі наведений приклад розрахунків показників економічної ефективності вирощування кукурудзи за позакореневого внесення двічі комплексного мікродобрива Найс Кукурудза (варіант 4).

Середня за три роки урожайність зерна на цьому варіанті склала 109,3 ц/га. Віднімаючи від цього значення урожайність зерна на першому варіанті, знаходимо приріст урожайності:

$$11,04 - 8,15 = 2,89 \text{ т/га}$$

Отже, на досліджуваному варіанті приріст урожайності становить 2,89 т/га.

Виробничі затрати на 1 га беремо із технологічної карти. Тут вже врахована вартість всіх засобів захисту, насіння, добрив та мікродобрив, а також затрати, пов'язані із збиранням додаткової продукції. Отже, на варіанті 4 виробничі затрати на 1 га становлять 42192 грн, що на 6310 грн більше, ніж на контролі. Знаючи величину виробничих затрат, можна знайти собівартість 1 т зерна:

$$42192 : 11,04 = 3821,7 \text{ грн /т}$$

Закупівельна ціна 1 т зерна кукурудзи, в перерахунку на стандартну вологість, у жовтні 2023 року становила 4900 грн за 1 т. Зважаючи на це, далі розраховуємо вартість валової продукції, яка на нашому варіанті складає:

$$11,04 \times 4900 = 54096 \text{ грн}$$

Віднявши від цього значення виробничі затрати, отримуємо чистий дохід на 1 гектарі:

$$54096 - 42192 = 11904 \text{ грн}$$

Різниця між чистим доходом на варіанті 4 і на контролі становить додатковий чистий дохід з 1 га:

$$11904 - 4053 = 7851 \text{ грн}$$

Головний показник економічної оцінки – рівень рентабельності – є відношенням чистого доходу до виробничих затрат, виражене у відсотках.

Отже, його знаходимо наступним чином:

$$11904 : 42192 \times 100 = 28,2\%$$

Аналогічно проводимо розрахунки по інших варіантах. Аналізуючи ці дані, можна зробити висновок, що позакоренево внесення досліджуваних мікродобрив на посівах кукурудзи має хоча і позитивний, але різний, ефект. Найвагоміші за три роки економічні характеристики отримали на варіанті 4, де позакоренево вносили двічі комплексне мікродобриво Найс Кукурудза (1+1 л/га). Саме тут виявились найбільші рівень рентабельності і чистий дохід з 1 га, що становили 28,2% і 11904 грн./га відповідно. Тут же отримали і найменшу собівартість 1 т зерна – 3821,7 грн./т. Стосовно інших варіантів, то заслуговує також на увагу варіант 2, де позакоренево вносили мікродобриво Авангард Р (кукурудза) двічі дозами по 1 л/га. Рівень рентабельності на цьому варіанті становив 20,5%, а чистий дохід – 8107,1 грн./га, що виявилось на 4054,1 грн. більше, ніж на контролі. Найнижчі ж економічні характеристики отримали на контрольному варіанті. Низька зернова продуктивність кукурудзи на ділянках відповідного варіанту спричинила отримання мінімальних економічних показників, зокрема рівня рентабельності (11,3%) і чистого доходу (4053 грн/га).

Отже, зважаючи на результати економічної оцінки позакореневого підживлення кукурудзи мікродобривами, сільськогосподарським підприємствам зон нестійкого і недостатнього зволоження відповідної спеціалізації можна рекомендувати для позакореневого внесення на посівах культури комплексне мікродобриво нового покоління Найс Кукурудза. Застосування відповідного мікродобрива сприяє сформуванню достатнього врожаю зерна навіть за несприятливих погодних умов вегетаційного періоду.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Сьогодні для розробки і створення всіх агротехнічних заходів та проектів необхідною умовою є проведення їх екологічної експертизи.

Екологічна експертиза, зауважують Ф.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов та П.В. Литвак (2006), це система комплексної оцінки усіх можливих екологічних і соціально-економічних наслідків, здійснення висновків і пропозицій магістерської роботи, функціонування галузі рослинництва і господарства [67]. Вона спрямована на запобігання негативного впливу на навколишнє середовище рішень, які приймають, або робіт, що проводяться у кожному господарстві, в тому числі й у ТОВ «Лан-Агро» Кременчуцького району.

В. П. Кучерявий (2000) і Писаренко В.М. (2003) стверджують, що екологічні проблеми агрохімії, як частини загальної проблеми збереження біосфери, стали виникати порівняно недавно, тоді, коли різко зросли темпи виробництва і застосування мінеральних добрив у сільському господарстві [2, 36].

У ТОВ «Лан-Агро» під час вирощування більшості сільськогосподарських культур використовують добрива, мікродобрива та пестициди. За вирощування кукурудзи на зерно у цьому господарстві проводиться основний обробіток ґрунту з одночасною заробкою органічних і мінеральних добрив. Це обумовлено енергомісткістю технології і внесенням великої кількості добрив. Одночасна їх заробка дозволяє перешкодити змиву елементів живлення в оточуюче середовище та їх вивітрювання.

З метою якісного збереження мінеральних добрив, мікродобрив та пестицидів у господарстві побудовані спеціальні склади, де добрива знаходяться з часу придбання і до їх використання. Взагалі придбані добрива і мікродобрива розфасовані в спеціальну тару і транспортуються до місць зберігання на автомобілях, звідки вони і перевозяться до місць використання.

Залишки мінеральних добрив і пестицидів, потрапляючи у воду, ґрунт і атмосферу, спричинюють їх забруднення. Все це з часом негативно впливає на навколишнє середовище.

Для запобігання негативного впливу макро- і мікродобрив у господарстві дотримуються наступних заходів:

1. Внесення оптимальних доз макро- і мікродобрив під кожен сільськогосподарську культуру, враховуючи її біологічну потребу.

2. Відразу після внесення макродобрив проводиться негайна їх заробка в ґрунт.

3. Система застосування макро- і мікродобрив у господарстві передбачає оптимальне співвідношення поживних елементів з урахуванням вимог культур, наявності у ґрунті рухомих форм поживних макроелементів.

4. Підживлення культур проводиться локальним способом, що оптимально задовольняє потреби рослин у макро- і мікродобривах і зменшує вимивання їх з ґрунту.

5. Транспортування мінеральних добрив насипом здійснюється за допомогою спеціально обладнаних транспортних засобів.

6. В господарстві є в наявності приміщення для зберігання мінеральних добрив, мікродобрив і пестицидів.

7. Гній зберігається в буртах холодним способом.

О.М. Куценко і В.М. Писаренко (1995) зазначають, що ґрунт – найцінніший незамінний природний ресурс [35]. Це, наголошує Г.О. Білявський (1993), глобальний накопичувач сонячної енергії, основа життя рослин, тварин і людей [8]. Головним джерелом повноцінної їжі для людей залишаються сільськогосподарські продукти, виробництво яких ґрунтується на використанні величезного дарунку природи – родючості ґрунту. Покращення цього показника – основа підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Разом з тим в багатьох регіонах нашої країни руйнування ґрунтового покриву досягло катастрофічних розмірів.

Найтяжчі наслідки для природи і економіки країни, зауважують В.М. Писаренко і П. В. Писаренко (2003), призводять водна і вітрова ерозії ґрунтів. Термін «ерозія ґрунтів» походить від слів «роз'їдання», «руйнування» [52].

Вітрова ерозія (дефляція) – це руйнування ґрунту і перенесення дрібнозему вітром. Дефляція, зазначають О.М. Куценко і В.М. Писаренко (1991), це другий за величиною після ерозії негативний вплив на ґрунтовий покрив, що призводить до знищення родючих ґрунтів [34].

Серед земель, що знаходиться в користуванні ТОВ «Лан-Агро» Кременчуцького району, є такі що, зазнають впливу ерозії.

В першу чергу, це стосується ґрунтів, виораних влітку чи восени плугами і не захищених рослинними рештками. Тому найважливішою ланкою у формуванні ерозійно-стійкої поверхні є якісний зяблевий обробіток ґрунту безполицевими знаряддями, а також збиральні й післязбиральні операції, які передують зяблевому обробітку. Обробіток розпушеної поверхні ґрунтів дисковим луцильником тимчасово припиняє вітрову ерозію завдяки значному підвищенню грудочкуватості.

Висота зрізу при збиранні зернових колосових має бути не менше 18-22 см. Зяблевий обробіток під зернові культури проводять плоскорізами-глибокорозпушувачами. Для мілкої обробітку ґрунту з великою кількістю післяжнивних решток, скиб, трав, а також сильно забур'янених полів застосовують плоскорізи типу КПШ-5, КПШ-9 та ін. Важливим елементом ґрунтозахисної технології є правильний вибір операції. Для запобігання подальшого впливу і розвитку ерозії потрібно дотримуватися правильного чергування культур в сівозміні.

Оранку під кукурудзу проводять впоперек схилу. При цьому своєчасно затримується волога. Снігозатримання, що проводиться взимку в господарстві, дає змогу накопичити продуктивну вологу на весну, тому що саме вона у цій ґрунтово-кліматичній зоні є лімітуючим фактором формування врожайності кукурудзи.

Слід відмітити, що у господарстві для боротьби з шкідниками і хворобами, на жаль, не використовують біологічні методи.

На основі проведеної екологічної експертизи у ТОВ «Лан-Агро» Кременчуцького району можна зробити такі висновки і пропозиції:

1) для захисту культурних рослин доцільно використовувати екологобезпечні пестициди, зокрема інсектициди і гербіциди;

2) продовжувати проводити заходи для запобігання поширенню ерозії ґрунту, серед яких лушення стерні, застосування агрегатів, що за один прохід здійснюють декілька операцій, насадження лісосмуг;

3) дотримання сівозмін у господарстві;

4) проектування застосування, окрім хімічних, ще й біологічних методів боротьби з шкідливими організмами;

5) зберігати мінеральні добрива тільки у пристосованих для цього приміщеннях (складах);

6) вносити мінеральні добрива і гербіциди безпосередньо в зону рядка з метою зменшення їх норм і більш повного використання рослинами;

7) проводити обприскування посівів хімічними препаратами тільки за швидкості вітру не більше 3-5 км/год, запобігаючи зносу їх в навколишнє середовище;

8) віддавати перевагу агротехнічним і біологічним заходами боротьби з шкідниками, хворобами, бур'янами;

9) посилити контроль за дотриманням застосування засобів індивідуального захисту робітниками і механізаторами, що працюють з хімічними засобами боротьби проти шкідливих організмів.

Отже, впровадження і застосування всіх вище перелічених заходів у ТОВ «Лан-Агро» Кременчуцького району дозволить знизити агрохімічний і пестицидний тиск на агроценоз, що в кінцевому результаті сприятиме покращенню екологічної безпеки в господарстві в цілому.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

ТОВ «Лан-Агро» Кременчуцького району Полтавської області при здійсненні господарської діяльності регламентується законодавчими актами, основними з яких є Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці», Закон «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків».

Оскільки дослідження по темі дипломної роботи стосуються аналізу продуктивності кукурудзи за позакореневого підживлення її мікродобривами, тому варто у цьому розділі розглянути основні правила техніки безпеки саме під час проведення відповідної технологічної операції.

Необхідність обробки рослин пестицидами, зокрема і мікродобривами, стверджують М. І. Федоров, Т. Г. Лапенко і О.У. Дрожчана (2009), в кожному конкретному випадку визначає агроном із захисту рослин. При використанні пестицидів необхідно керуватися «Списком хімічних і біологічних засобів боротьби зі шкідниками, хворобами рослин і бур'янів і регуляторів росту рослин, дозволених для застосування в сільському господарстві» (доповнення до нього щорічно публікується в журналі «Захист рослин») [78].

За наповненням ємностей необхідно стежити тільки по рівнеміру. Забороняється відкривати люк і перевіряти заповнення візуально. Перед обприскуванням необхідно визначити фактичну норму розходу робочої рідини для кожного обприскувача окремо.

М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо і М.О. Халімовський (2003) наголошують, що категорично забороняється перевищувати норми витрат пестицидів і мікродобрив. При внесенні пестицидів та мікродобрив у повітрі робочої зони тракториста можуть утворюватись високі концентрації шкідливих речовин. Тому кабіни тракторів повинні бути заklenі, герметично закриті і забезпечені кондиціонерами [16].

Для обприскування застосовують начіпні і причіпні тракторні обприскувачі, а на малих ділянках – ранцеві.

Після закінчення робіт залишки невикористаних препаратів необхідно здати на склад, площадку обробити кашкою хлорного вапна (1 кг на 4л води), якщо площадка земляна – після обробки вапном перекопати.

Пестициди і мікродобрив та їх розчини залишати без охорони категорично забороняється.

Обприскування проводять вранці і ввечері при найменших повітряних потоках, а у хмарну погоду – протягом світлого періоду доби. Обприскування за допомогою вентиляторних обприскувачів виконують при швидкості вітру не більше 3 м/с (дрібнокрапельне) і 4 м/с (великокрапельне), а при застосуванні тракторних шлангових оприскувачів – 4 м/с і 5 м/с відповідно. Забороняється усувати будь-які несправності під час роботи агрегату, а також при знаходженні системи обприскувача під тиском.

Забороняється проводити обприскування перед дощем і під час дощу. Не слід обробляти рослини в період цвітіння, щоб зберегти корисних комах.

Висновки та пропозиції

1. До роботи з пестицидами й агрохімікатами допускати осіб, що пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та навчання і забезпечені рукавицями, масками.

2. Розробити план заходів щодо покращення цивільного захисту населення і працюючого персоналу від потенційно-небезпечних чинників.

3. Забезпечити всіх працівників, що працюють на небезпечних ділянках роботи, спецодягом та засобами індивідуального захисту.

4. Провести атестацію робочих місць.

5. В складах для зберігання добрив постійно контролювати рівень вологості повітря, провітрювати їх; слід контролювати час роботи з хімічними речовинами робочого персоналу.

Впровадження цих заходів безпеки дозволить створити безпечні умови праці та запобігти травматизму у ТОВ «Лан-Агро» Кременчуцького району.

ДОДАТКИ