

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

Кафедра селекції, насінництва і генетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Удобрення кукурудзи залежно від генетичних
особливостей гібридів»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПІ Насінництво і насіннезнавство
спеціальності 201 Агрономія
ступені вищої освіти магістр
денної форми навчання
Сахацький Микола Миколайович

Керівник: Микола МАРЕНИЧ, д.с.-г.н., професор
Рецензент: Володимир ГАНГУР, д.с.-г.н., ст.наук.співр.

Полтава – 2024 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Кафедра селекції, насінництва і генетики
Освітньо-професійна програма Насінництво і насіннєзнавство
Спеціальність 201 Агрономія
Ступінь вищої освіти магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д. с.-г. н., професор Володимир ТИЩЕНКО

« ____ » _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Сахацькому Миколі Миколайовичу

1. Тема роботи: «Удобрення кукурудзи залежно від генетичних особливостей гібридів»

керівник роботи Микола МАРЕНИЧ, доктор сільськогосподарських наук, професор

затвержені наказом вищого навчального закладу від « ____ » _____ 20__ року № ____

2. Строк подання здобувачем роботи

« ____ » _____ 2024р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Нормативно-довідкова література.
2. Літературні джерела, у т.ч. інтернет-ресурси.
3. Польові дослідження, аналіз отриманих даних.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи

Умови та методика проведення досліджень

Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи

Економічна ефективність

Екологічна експертиза

Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): не передбачено.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
РОЗДІЛ 4 Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від удобрення			
РОЗДІЛ 5 Екологічна експертиза			
РОЗДІЛ 6 Охорона праці			

7. Дата видачі завдання « » _____ 202_ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Ознайомлення з місцем розташування сільськогосподарського підприємства, його ґрунтовими та кліматичними умовами.	жовтень 2023
2	Підбір та опрацювання літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи (розділ 1).	жовтень 2023р-вересень 2024р
3	Опис умов та методики проведення досліджень. Опис технології вирощування кукурудзи. Характеристика гібридів кукурудзи та добрив (розділ 2).	березень 2024р
4	Опис та аналіз отриманих даних за темою кваліфікаційної роботи (розділ 3). Укладання даних досліджень у табличну форму, детальний аналіз, висновки та пропозиції виробництву.	квітень 2024р-вересень 2024р
5	Визначення економічної ефективності результатів досліджень (розділ 4).	жовтень 2024р
6	Аналіз заходів з екологічної експертизи (розділ 5)	жовтень 2024р
7	Аналіз заходів з охорони праці (розділ 6), висновки, рекомендації.	жовтень 2024р
8	Подання кваліфікаційної роботи керівнику, та проходження перевірки на наявність запозичень.	жовтень 2024р
9	Подання кваліфікаційної роботи до захисту	грудень 2024р

Здобувач вищої освіти _____ **Микола САХАЦЬКИЙ**

Керівник роботи, д .с.-г. н., професор _____ **Микола МАРЕНИЧ**

ЗМІСТ	стор.
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1. Особливості системи удобрення гібридів кукурудзи залежно від генетичних властивостей	8
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	25
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови території проведення досліджень	25
2.2 Методика проведення досліджень	28
2.3 Технологія вирощування кукурудзи в досліді	32
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень	39
3.1 Фенологічні спостереження за біометричними показниками гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив	39
3.2 Елементи структури урожаю гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив	42
3.3 Вплив системи удобрення на урожайність гібридів кукурудзи	45
РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від удобрення	49
РОЗДІЛ 5. Екологічна експертиза	53
РОЗДІЛ 6. Охорона праці	57
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	72
АНОТАЦІЯ	

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Кукурудза – одна найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, активно використовується в харчовій, технічній промисловості, тваринницькій і медичній галузях. Для сільськогосподарського виробництва України надзвичайно актуальним є одержання стабільно високих врожаїв зерна кукурудзи. Але потенціал сучасних гібридів використовується лише на 40–50 % [54].

Для України кукурудза є експортно орієнтованою культурою, оскільки попит на неї на внутрішньому ринку становить лише третину виробництва, тому більшість врожаю експортується. Ефективне використання генетичних можливостей нових гібридів дозволяє підвищити продуктивність кукурудзи і є головним резервом для збільшення валових зборів. Важливим завданням є правильний добір гібридів різних груп стиглості з високим потенціалом врожайності та підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних факторів конкретної зони вирощування. Це завдання важливе як для селекції, так і для насінництва культури, щоб забезпечити стабільний врожай та високу якість продукції. Останні дослідження науковців з даного питання показують помітне зростання кількості гібридів кукурудзи в Державному реєстрі сортів рослин України. Ці гібриди відрізняються за тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, стійкістю до загущення, хвороб, посухи, а також реакцією на зміни рівня живлення рослин та водного режиму. Науково обґрунтовано, що продуктивність цих гібридів забезпечується їх біологічними властивостями, які позитивно реагують на погодні фактори та рівень мінерального живлення рослин [50]. Це дослідження важливе для покращення вирощування кукурудзи, забезпечення стійкості врожаю та підвищення продуктивності цієї важливої культури.

Мета досліджень полягала в науковому обґрунтуванні та комплексній оцінці росту та розвитку рослин, формування врожайності сучасних ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від фону мінерального живлення. Це дослідження допомогло визначити оптимальні норми внесення мінеральних добрив для гібридів кукурудзи з метою підвищення їх зернової продуктивності.

Результати дослідження рекомендовані для підприємства при виборі оптимальних стратегій внесення добрив для отримання найкращих результатів у вирощуванні кукурудзи.

Для досягнення поставленої мети дослідження було вирішено наступні **завдання**:

1. Вплив удобрення на біометричні параметри рослин кукурудзи.
2. Вплив удобрення на елементи структури урожаю гібридів кукурудзи.
3. Вплив удобрення на урожайність гібридів кукурудзи.
4. Економічна ефективність удобрення при вирощуванні гібридів кукурудзи.

Об'єкт і предмет досліджень: реалізація генетичних особливостей ранньостиглих гібридів Компанії Сингента – СИ Шикарі ФАО 200, СИ Інвіктус ФАО 210, СИ Амбадор ФАО 230 на різних фонах удобрення.

Методи досліджень: Для обґрунтування мети та реалізації встановлених завдань у дослідженні використовувалися різноманітні методи: польовий – фенологічні спостереження, лабораторний, статистичного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. Експериментально доведено ефективність удобрення ранньостиглих гібридів кукурудзи. Встановлено, що на варіанті із системою удобрення N90P60K60 у 2024 році на усіх гібридах отримали високі показники урожайності, так на гібриді Шикарі перевищення контролю на 0,33 т/га, на Інвіктус на 0,3 т/га, на Амбадор на 0,52 т/га. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 перевищення контролю на гібриді Шикарі складали 0,21 т/га; на гібриді Інвіктус на 0,12 т/га; на Амбадор на 0,26 т/га. Кращі результати на усіх варіантах отримали на гібриді Амбадор як і у 2023 році.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати польових досліджень дають можливість рекомендуємо вирощувати гібриди ФАО 230, зокрема Амбадор із системою удобрення N90P60K60, що впливають на реалізацію генетичного потенціалу гібриду та рентабельність.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна робота є результатом самостійного дослідження здобувача в проведенні польових та лабораторних

досліджень, а також в аналізі експериментальних даних та математичній обробці результатів.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень апробовано на II Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур» 29 березня 2024 року.

Публікації. Маренич М.М., Ласло О.О., Сахацький М.М. Оптимізація живлення кукурудзи залежно від генетичних особливостей гібридів. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур» 29.03.2024. ПДАУ. С. 88-90.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 72 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 6 розділів, висновків і пропозицій виробництву, додатків, анотації. Список використаної літератури налічує 61 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для різних цілей, включаючи продовольче, кормове і технічне використання. Виробництво зерна кукурудзи важливо для сільськогосподарського сектору України, оскільки ця культура визначає економічний стан тваринництва та зернової галузі в цілому. Кукурудза також має велике значення для галузей харчової, переробної, медичної промисловості, а також для паливно-енергетичного сектору країни. Зерно кукурудзи є високоенергетичною сировиною для виробництва біоетанолу та інших паливних матеріалів, що робить цю культуру важливим компонентом у промисловому виробництві. Вирощування кукурудзи має значний вплив на економіку та промисловість країни, сприяючи розвитку різних галузей та забезпечуючи різноманітні сфери використання її продукції [54].

Зерно кукурудзи є дуже цінним продуктом, який використовується для виробництва багатьох харчових і технічних продуктів. З нього можна отримати багато корисних продуктів, таких як борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу та спирт. Наприклад, з 100 кг зерна кукурудзи можна одержати 37–40 літрів спирту, що є більшим показником, ніж у зерна інших культур. Зародки зерна використовуються для видобутку рослинної олії, яка не лише є висококалорійним продуктом харчування, але й має лікувальні властивості, такі як зниження рівня холестерину в крові та запобігання атеросклерозу завдяки вмісту лецитину. Крім того, зі стрижнів кукурудзи можна виготовити лігнін, ксилозу, целюлозу та папір. З однієї центнери зерна можна отримати 56кг крохмалю, 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютенного борошна та 2,7кг кукурудзяної олії. Кукурудза дійсно є дуже універсальною культурою з великим потенціалом використання у різних галузях промисловості та харчового виробництва [50].

Для отримання високого врожаю кукурудзи, аграріям необхідно інвестувати у якісне насіння, різні засоби захисту рослин та добрива. Після

збирання важливо провести сушку, яка на сьогодні є дороговартісною, та забезпечити правильне зберігання урожаю. У зв'язку з несприятливими факторами та обмеженістю експорту в цьому році передбачається, що площі під кукурудзою залишаться на рівні 4 млн гектарів, а решту площ замінять соняшник, соя, ріпак та інші нішеві культури. Порівнюючи сезони 2022 та 2023 років, можна побачити, що площі під кукурудзою зменшилися з 4,62млн.га до 3,86млн.га у 2023 році, що становить зменшення на 760 тисяч гектарів. Незважаючи на це, кукурудза залишається стратегічно важливою та перспективною культурою. Тому ми вирішили розповісти про основні елементи технології вирощування кукурудзи, а також про критичні періоди живлення та підживлення цієї культури, щоб допомогти аграріям досягти успішного вирощування цієї важливої культури [29].

Кукурудза грає важливу роль у світовому землеробстві, будучи однією з трьох провідних зернових культур разом з пшеницею та рисом. Вона займає пріоритетне місце за площами посіву та обсягами виробництва зерна. За потенціалом продуктивності кукурудза перевершує інші зернові культури. У 2013 році було отримано найбільший валовий збір зерна кукурудзи (32 млн тон), а середня урожайність по Україні склала 6,4 тони зерна на гектар. Ці високі показники свідчать про важливість та ефективність вирощування кукурудзи як ключової зернової культури [28].

Зміна погодних умов у світі та в регіонах України вимагає вирощування адаптивних сортів та гібридів сільськогосподарських культур. Важливо вирощувати їх за технологіями, які дозволяють максимально реалізувати їх генетичний потенціал. Це допоможе сільськогосподарським виробникам пристосуватися до змін у кліматичних умовах та забезпечити стабільний врожай незважаючи на негативний вплив зовнішніх факторів. Вирощування адаптивних сортів та гібридів є ключовим для успішного сільськогосподарського виробництва в умовах зміни клімату [19].

Значним недоліком поширених гібридів є невисока адаптованість до ґрунтово-кліматичних умов, що обумовлено спорідненістю їх за генетичним походженням. Для створення високоврожайних гібридів потрібно мати

різноманітний вихідний матеріал, а саме самозапилені лінії, які відповідають основним вимогам селекціонерів – підвищена зернова та насіннева продуктивність, високі донорські властивості, генетичний захист від абіотичних та біотичних чинників, добра пристосованість до погодних та агротехнічних умов [17].

Селекціонери постійно працюють над удосконаленням «структури» рослини кукурудзи, зосереджуючи увагу на компонентах, які впливають на формування продуктивності та здатність рослини протистояти стресовим чинникам. Це включає в себе розміри та кут нахилу листків, архітекtonіку кореневої системи та інші аспекти. Шляхом вдосконалення цих компонентів селекціонери прагнуть покращити врожайність кукурудзи, забезпечити їй кращу стійкість до стресових умов та забезпечити оптимальні умови для її росту та розвитку [15].

У виробництві набули широкого використання прості та трьохлінійні гібриди. При вдалому доборі батьківських компонентів такі гібриди проявляють високий гетерозис за врожайністю. Але все більше занепокоєння викликає висока спорідненість вихідного матеріалу при створенні форм батьківських ліній, що нерідко призводить до епіфітотій хвороб, масового поширення шкідників.

Особливо ця загроза може проявлятися при повторних посівах кукурудзи по кукурудзі, при залишенні її решток після збирання, що призводить до накопичення в ґрунті шкідливої мікрофлори та збільшує чисельність шкідників. Запобіганню цим негативним явищам та підвищенню рівня гетерозису може сприяти значне розширення використання різноманітного вихідного матеріалу як за походженням, методами створення, так і за розширеним спектром цінних властивостей та їх генетичним контролем [10].

Оцінка рівня комбінаційної здатності ліній кукурудзи за основними кількісними ознаками, які визначають їх селекційну придатність, значно полегшує добір компонентів схрещування для селекції в певних умовах та для селекційних програм спеціального призначення.

При вивченні колекційного матеріалу обов'язково проводиться його оцінка

за комбінаційною здатністю (КЗ). Комбінаційна здатність ліній – генетично обумовлені рівні гетерозису за ознаками, що успадковуються гібридами при схрещуванні. Комбінаційна здатність є однією з важливих ознак, яка визначає селекційну придатність ліній.

Розрізняють загальну комбінаційну здатність (ЗКЗ) і специфічну комбінаційну здатність (СКЗ). ЗКЗ характеризує величину гетерозису, що спостерігалася по всіх гібридних комбінаціях при схрещуванні ліній з іншими генотипами. Специфічна комбінаційна здатність показує відхилення за рівнем гетерозису окремої комбінації від середньої величини гібридів. Також лінії характеризуються здатністю виявляти конкурсний гетерозис у тест-гібридів у порівнянні зі стандартними гібридами. Найбільш результативними методами оцінки КЗ залишаються різні способи аналізуючих схрещувань ліній з наступним випробуванням гібридних нащадків. Основними з них є діалельні, топкроси, полікроси й вільні схрещування [8].

Характеристика ліній за КЗ використовується селекціонерами при залученні їх до селекційних програм, що підвищує ефективність селекційного процесу та забезпечує його прискорення на 4–5 років при створенні нових високогетерозисних гібридів. Вивченню КЗ ліній кукурудзи присвячені дослідження багатьох вчених.

Зважаючи на різноманітність генотипів кукурудзи та їх реакцію на різні умови, включаючи температурні стреси, важливо надавати увагу формуванню стійких рослин шляхом розвитку ефективної кореневої системи. Це допоможе рослинам краще адаптуватися до стресових умов і забезпечить їм необхідну підтримку для оптимального росту та розвитку.

Упровадження технологічних чинників для управління формуванням стійких до стресів агроценозів кукурудзи може допомогти підвищити реалізацію її генетичного потенціалу. Це може включати в себе використання оптимальних методів обробітку ґрунту, раціональне внесення добрив, контроль за густиною посіву та інші аспекти, які сприяють забезпеченню оптимальних умов для росту та розвитку кукурудзи. Такий підхід дозволяє максимально використовувати генетичний потенціал рослин і отримувати більш високі

врожаї [2].

Ураховуючи високий потенціал продуктивності сучасних гібридів кукурудзи та середню урожайність по Україні, можна зробити висновок, що реалізація потенціалу продуктивності культури дійсно залишається низькою. Для вирішення цієї проблеми важливо оптимізувати живлення рослин та використовувати мікродобрива нового покоління для позакореневого підживлення посівів. Це допоможе забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, підвищити їхню стійкість до стресових умов та максимально використовувати генетичний потенціал для отримання високих врожаїв кукурудзи [5].

На сучасному етапі розвитку інтенсифікації землеробства використання мікродобрив та підживлення рослин ними, зокрема тих, що містять необхідні мікроелементи у формі хелатів, є одним з ключових способів підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Це дозволяє забезпечити рослини необхідними мікроелементами у вигляді хелатів, які допомагають рослинам краще засвоювати поживні речовини з ґрунту. Такий підхід сприяє оптимальному росту та розвитку рослин, підвищує їх стійкість до стресових умов та сприяє отриманню високих врожаїв [2].

Рослини кукурудзи дійсно засвоюють значну кількість мікроелементів і є досить чутливими до їхньої нестачі на різних етапах росту і розвитку. Для забезпечення рослин кукурудзи необхідними мікроелементами, такими як марганець, цинк, молібден та сірка, застосовують велику кількість мікродобрив [1]. Добрива «Нутрібор» і «Нутрімікс» є одними з таких добрив, які містять необхідні мікроелементи у доступній формі для рослин. Вони допомагають уникнути дефіциту мікроелементів, підвищують урожайність та якість урожаю кукурудзи, а також сприяють загальному здоров'ю та стійкості рослин до стресових умов.

Добрива «Нутрімікс» та «Нутрібор» мають численні переваги порівняно з іншими добривами. Вони демонструють високу ефективність у співпраці з препаратами для захисту рослин від шкідливих організмів, що підтверджено результатами випробувань у господарствах України та інших країн. Ці добрива

сприяють зростанню врожайності та покращанню якості зерна. Важливо також відзначити їх ефективність у стресових умовах, що стали більш поширеними через зміни погодно-кліматичних умов. Застосування добрив у підживленні рослин під час вегетації рекомендується для досягнення найкращих результатів [13].

Позакореневе підживлення є важливим елементом в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Цей метод дозволяє підвищити урожайність та покращити якість продукції шляхом забезпечення рослин збалансованим та швидким доступом до необхідних елементів живлення у періоди їх найбільшої потреби в рості та розвитку. Це допомагає оптимізувати процеси росту рослин і забезпечує їм необхідні ресурси для здорового зростання та розвитку [14].

Для позакореневого підживлення сільськогосподарських культур використовують мікроелементні добрива, асортимент яких щорічно зростає. Ефективність їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур є досить високою незалежно від способу їх використання, чи то обробка насіння чи листкове підживлення. Це обґрунтовано цілою низкою наукових досліджень, які показують, що приріст урожайності і покращання якості продукції значно вищі порівняно зі зростанням виробничих витрат на 1 га посіву.

Активність фотосинтетичної діяльності рослин є ключовим фактором, що впливає на урожайність культур. Цей процес може бути індикатором потенційних можливостей посіву різних культур та змінюється під впливом ґрунтово-екологічних умов, технологічних факторів та генетичних особливостей гібридів. Розміри листків та їх активність важливі для поглинання сонячної радіації та синтезу органічних речовин. Тому вивчення морфофізіологічних показників гібридів кукурудзи може надати конкретні рекомендації щодо оптимізації умов вирощування та розкриття потенціалу гібридів у конкретних умовах [7].

Розвиток і потужність кореневої системи сільськогосподарських культур залежить від різних факторів, таких як генетичні особливості гібрида, погодні умови, властивості ґрунту (такі як температура, вологість, забезпеченість

елементами живлення) та інші. Потужна коренева система є важливою передумовою для формування стабільних високих урожаїв. Тому технологічні заходи, спрямовані на створення сприятливих умов для формування і розвитку кореневої системи, мають велике значення для досягнення успішних результатів у вирощуванні сільськогосподарських культур.

Толерантність кукурудзи до високих та низьких температур є важливим аспектом для селекціонерів при виведенні гібридів. Досліджено гіпотезу щодо комбінації інбредних ліній кукурудзи, які мають різний температурний оптимум для росту кореневої системи, що може призвести до переваги у гібридів. Ця гіпотеза ґрунтується на концепції «граничного зверх домінування», де гібрид має вищу ступінь домінування над своїми батьками у сумі всіх комбінацій [11].

Система удобрення є одним з основних чинників, який впливає на хімічний склад насіння гібридів кукурудзи. Якість зерна є видовою ознакою, яка характеризує сорт або гібрид, і відрізняється між видами. Варіація якості зерна між сортами є значно меншою. Технологічні властивості зерна гібридів кукурудзи важливі, оскільки вони визначають напрям використання зерна.

Селекція кукурудзи на якість є складним завданням через домінуючий вплив факторів середовища, які часто перекривають сортові відмінності. Крім того, різноманіття позитивних і негативних кореляцій між компонентним складом ускладнює процес. Наприклад, коефіцієнт кореляції білковості з олійністю в середньому становить $-0,75$ з відхиленнями від $-0,35$ до $-0,98$. Сорти з підвищеним вмістом солерозчинної фракції білка, особливо низькоолійні, можуть бути цікавими для подальшої селекції [16].

Актуальність та ефективність застосування мікродобрив у технології вирощування зернових культур приділяється значна увага впродовж тривалого часу, оскільки питання забезпечення мікроелементами викликає особливий інтерес у аграріїв. Фізіологічна роль мікродобрив у технологіях вирощування агрокультур пов'язана з економічною доцільністю та ефективністю їх внесення, адже мікроелементи сприяють підвищенню коефіцієнта використання і засвоєння внесених добрив, що у підсумку призводить до підвищення

економічної ефективності їх застосування.

Проблематика використання мікродобрив загострюється в результаті переходу на інтенсивніші технології вирощування культур, зменшення родючості ґрунтів і їх здатності забезпечувати рослини поживними речовинами, унаслідок поширення ерозій, зменшення частки органічних добрив у технологіях та інше [18].

Нині одним із важливих факторів підвищення урожайності та якості зернової продукції за умов використання інтенсивних технологій є мікроелементи в зв'язку зі збільшенням їх виносу урожаєм основної і побічної продукції, та відсутністю органічних добрив тваринного походження у системі удобрення кукурудзи. До мікроелементів, які необхідні рослинам кукурудзи належать: молібден, кобальт, бор, цинк, залізо, марганець, мідь. Важливим чинником, який впливає на процеси росту і розвитку рослин кукурудзи є наявність фітогормонів, які виробляються в рослинах і регулюють їх ростові процеси [30].

Внесення комплексних мікродобрив та фітогормонів є одним із важливих етапів розвитку агрохімії. Активація ростових процесів кореневої системи здійснюється за використання рістстимулюючих препаратів на основі колагену та кератинів, типу Триамін радикаляр, який посилює поділ клітин кореневої системи. За результатами досліджень спостерігали приріст урожаю коренеплодів та овочів 68% і вище.

Застосування мікродобрива Триамін плюс, що у своєму складі містить значну кількість амінокислот і пептидів позитивно впливає на підвищення стійкості рослин до стресових факторів середовища пришвидшує відновлення рослин від механічного пошкодження градом чи шкідниками, заморозків, посухи, інтоксикації рослин [31].

Препарат Гранофол К впливає на підвищення урожаю агрокультур овочевого і фруктових напрямів.

Препарат Гранофол Си сприяє підвищенню урожаю соняшника, стійкості до вилягання та ураження збудниками грибкових і бактеріальних захворювань за рахунок поєднання у складі препарату фосфору і міді. Проте за стресових

умов середовища (спека, посухи, заморозки) ефективність препарату знижується, що впливає на зниження урожаю [32].

Використання препарату Квіцелум, який мікроелементи і регулятори росту, покращує ефективність застосування мінеральних добрив та пестицидів, позитивно впливає на урожайність та підвищує якість продукції. Причиною підвищення урожаю є реакція на фітогормони (гіберелін, цитокінін тощо), які допомагають сприяють стійкості рослин до стресових кліматичних факторів, зокрема, високих та низьких температур.

Для ефективного позакореневого підживлення розроблене багатокomпонентне мікродобриво Фертімікро. Добриво містить мікроелементи в оптимальній кількості, що забезпечує високу їх ефективність і підвищує стресостійкість рослин.

При обробці посівів препаратом Фертімікро Mg прибавка урожаю склала 2–5ц/га, що пояснюється наявністю мікроелементів в хелатній формі (мідь, залізо, цинк, бор, магній, молібден)

При вирощуванні борвимогливих культур, вимогливих бо мікроелементі бор використовують препарат Фертімікс В, що містить органічний комплекс бору та етаноламіну. Для збільшення вмісту молібдену при вирощуванні бобових культур та багаторічних трав пропонується використання водорозчинного комплексного добрива з азотом та фосфором Фертімікс Мо. При цьому фосфор активує ферменти нітрогенезу та нітратредуктазу, що беруть участь у фіксації азоту з повітря та полегшує засвоєння молібдену.

Науковими і польовими дослідженнями доведено, що мікродобрива є необхідними компонентами системи удобрення сільськогосподарських культур, а їх відсутність у ґрунті впливає на можливість агрокультур давати високий урожай [34].

Мікроелементи бор, молібден, кобальт, марганець, мідь, цинк рослини потребують у невеликих кількостях, тому мінеральні добрива, які містять ці елементи – мікродобривами. Ці мікроелементи необхідні для росту і розвитку рослин й виконують важливі фізіологічно-біологічні функції.

Мікроелементи входять у склад вітамінів, беруть участь в азотному і

вуглеводному обмінах, в окисно-відновних процесах, підсилюють процес фотосинтезу, ферментів або активують їх роботу; підвищують проникність клітинних мембран, впливають на фізичні властивості, структуру і фізіологічні функції рибосом; сприяють підвищенню стійкості рослин до грибкових і бактеріальних збудників хвороб, стресових умов зовнішнього середовища.

При підготовці насіння кукурудзи до сівби керуються наступними нормам якості: типовість 98%, схожість не менше 92%, чистота не менше 98% [33].

Ефективним способом застосування мікродобрив є передпосівна обробка насіння. Існують різні форми мікроелементів для передпосівної обробки – комплексонати – Fe, Cu, Co, Mo, Mn, Zn. Вони сумісні з протруйниками, не токсичні і мають підсилюючі захисні властивості. Комплексонати мікроелементів активізують гідроліз запасних білків, вуглеводів, жирів, реакції окислювально-відновного характеру, стимулюють проростання насіння, підвищують їх життєздатність і польову схожість, прискорюють ріст надземної біомаси та кореневої системи.

Насіння, яке оброблене мікродобривами більш вищу енергію проростання, окрім того, запаси поживних речовин менше використовуються рослиною на непродуктивне дихання. Такий вплив препаратів з мікродобривами сприяють проростанню насіння навіть з малим запасом елементів живлення у зернівці підвищенню польової схожості [35].

Так, обробка насіння мікродобривами Вуксал-Териос, Реаком-С-Зерно, Альфа Гроу-зерновий сприяє найбільш продуктивно використовувати рухомі форми макроелементів з ґрунту для кращого проростання насіння і стимулювання у подальшому ростових процесів у рослинах.

Мікроелементи є важливим резервом підвищення урожайності та якості зерна кукурудзи, а кращий спосіб забезпечення рослин є позакореневе підживлення мікродобривами у фазах інтенсивного росту і розвитку, коли коренева система рослин не завжди здатна засвоїти їх у повному обсязі. У стресових ситуаціях, таких як низькі температури, посухи позакореневе

підживлення рослин кукурудзи є способом забезпечення елементами живлення з мікроелементами [56].

Дефіцит цинку у ґрунті погіршує процеси запліднення, оскільки ауксиноподібна дія впливає на проростання пилку на приймачці квіток, тоді як при формуванні насінини роль цинку не зменшується. При нестачі цинку насінина буде не виповненою, що у підсумку впливатиме на урожайність. Обробка насіння мікродобривами з високим вмістом цинку є дієвим засобом покриття його нестачі, тому підживлення рекомендується у фазі 3–5 листків кукурудзи. При підборі препаратів рекомендується надавати перевагу добривам з високим вмістом цинку в хелатній формі. До таких препаратів добре підходять Мікро NP (1%Zn); Валагро ЕДТА Мікс 5 (5% Zn); Брексіл Цинк (10% Zn); Брексіл Мікс (5% Zn), Пролік Мікро (1,57% Zn), Радіфарм (1% Zn) [55].

При застосуванні композицій мікродобрив Валагро ЕДТА та з регуляторами росту Гумістар, Віва або Радіфарм – проявляється більший синергізм цинку на фізіологічні процеси у рослинах ткукурудзи, підвищується на–7% енергія проростання, покращується розвиток кореневої системи, підвищується стійкість до стресів, шкідників та хвороб. Для листового підживлення також використовують Пролік Мікро – суспензійне добриво, що застосовують в критичні фази розвитку рослин кукурудзи.

Мікроелементи беруть участь в усіх процесах розвитку і перетворення речовин у клітинах рослин кукурудзи, на що впливають ферменти. Мікроелементи грають важливу роль у синтезі жирів, білків, мінералів, мають у своєму складі гормони, вітаміни, БАР [48].

Рослини кукурудзи найчастіше потребують мікроелемента цинк, що посилює синтез вітамінів і приймає участь у створенні хлорофілу. Цинк відіграє важливу роль в окислювально-відновлювальних процесах, посиленню росту рослин кукурудзи. Нестача цинку в рослинах призводить у розвитку до затримки розвитку рослин та процесів досягання зерен, міжжилкового хлорозу рослин.

Мікроелемент Бор – сприяє інтенсивному розвитку молодих клітин тканини, синтезу вуглецевого газу та хлорофілу, впливає на білковий та

вуглеводний обмін рослин. За нестачі Бору в рослинах призупиняється процес фотосинтезу, порушується процес транспортування вуглеводів до рослини, пригнічуються процеси розвитку точки росту, призупиняється розвиток кореневої системи.

Мікроелемент Мідь входить до складу ферментів, які беруть участь в окислювально-відновних процесах. Нестача міді має наступні ознаки: клітинні стінки рослини втрачають пружність, інтенсивність дихання, фотосинтез, утворюються білі пластинки листків [39].

Мікроелемент Марганець активізує ферменти рослини, бере участь в фотолізі води; впливає на перенесення цукрів з листя до інших органів рослин кукурудзи. Нестача марганцю супроводжується погіршенням процесу фотосинтезу, знижується кількість утворення вуглеводів та кисню.

Мікроелемент Залізо каталізує початкові етапи синтезу хлорофілу, відповідає за відновлення молекулярного азоту та нітратів аміаку. Нестача заліза призводить міжжилкового хлорозу кукурудзи, низькому вмісту цукрів, пожовтіння пластин на листках.

Мікроелемент Молібден , бере участь у формуванні білків, сприяє азотному обміну, є частиною нітрогенази та нітратредуктази. Нестача молібдену порушує обмін речовин, затримується цвітіння, призупиняється розвиток кукурудзи, листя стає світло-жовтого кольору [58].

Варто зазначити, що навіть у достатніх кількостях мікроелементів у ґрунті, рослини кукурудзи не завжди можуть засвоїти їх. Відсутність будь-якого мікроелементу може бути обмежувальним фактором у формуванні рівня врожайності кукурудзи.

Властивість швидко втрачати вологу зерна при дозріванні є надзвичайно важливою для гібриду кукурудзи. Ця вимога має значне технологічне та економічне значення, оскільки швидке висихання зерна сприяє збереженню якості та дозволяє ефективно використовувати його в подальшому виробництві [38].

Кукурудза є ключовою культурою для національного зернового господарства, оскільки від нарощування валових обсягів її зерна безпосередньо

залежить експортний потенціал країни. Тому важливо забезпечити сталий поступальний розвиток зерновиробництва кукурудзи, що може бути досягнуто завдяки впровадженню інноваційних технологій вирощування, включаючи використання новітніх гібридів з високим потенціалом продуктивності [34].

Гібриди кукурудзи мають різні потреби в елементах живлення в залежності від їх призначення (зерно, силос), тривалості вегетаційного періоду, типу зерна, рівня адаптивності та інших біологічних особливостей.

Встановлення оптимальних параметрів забезпечення культури основними хімічними елементами для наукового обґрунтування та удосконалення технологій вирощування для забезпечення формування високих врожаїв зерна кукурудзи є актуальним завданням аграрної науки і практики [57].

Діагностика мінерального живлення сільськогосподарських рослин здійснюється за біометричними показниками, вмістом у ґрунті та рослинах хімічних елементів макро- та мікроелементів, а також за їхньою збалансованістю. Вченими-агрохіміками, фізіологами впродовж другої половини ХХ століття розроблені нормативні параметри вмісту різних хімічних елементів, які відповідають певному рівню врожайності культури. На сьогодні ці показники вимагають коригування, оскільки середня продуктивність сільськогосподарських культур значно зросла. Це пов'язано з виведенням сортів і гібридів, які економніше та ефективніше витрачають поживні речовини на створення одиниці продукції [59].

Розвиток досліджень з питань наукового обґрунтування мінерального живлення сільськогосподарських культур наразі спрямований на опрацювання актуальних напрямів генотипової ідентифікації оптимальних параметрів їх забезпеченості хімічними елементами. Дослідження науковців підтверджують необхідність врахування сучасних селекційно-генетичних досягнень та сортової специфіки живлення в розробці систем удобрення, зокрема, збалансованості елементів живлення, для більш повної реалізації потенціалу сортів та гібридів. Розроблено концепцію оперативної сортової діагностики живлення сільськогосподарських рослин, яка спрямована на виявлення адаптивного потенціалу рослин та прискорений добір кращих генотипів у селекційних

програмах [61].

Питання оптимізації мінерального живлення стає важливим у контексті змін клімату, які призводять до зростання посушливості. Відомо, що засвоєння хімічних елементів прямо залежить від вологості ґрунту. Тому необхідно розглядати нові підходи до оптимізації живлення рослин, щоб забезпечити їм необхідну кількість поживних речовин у умовах змін клімату.

Збалансоване внесення азоту, фосфору, калію та сірки, а також мікроелементів у критичні періоди росту та розвитку рослин під екстремально посушливими умовами може сприяти підвищенню використання вологи ґрунту та азоту, що в свою чергу призводить до збільшення врожайності культур у середньому на 20–25%. Це підкреслює важливість правильного живлення рослин для досягнення оптимальних результатів у вирощуванні сільськогосподарських культур [31].

В умовах нестійкого вологозабезпечення в зоні Лісостепу виявлено, що реакція гібридів кукурудзи на зміну рівня удобрення залежить від групи стиглості. Це проявляється у накопиченні різної кількості макро- і мікроелементів у рослинах. Це свідчить про необхідність оптимізації мінерального живлення культури з урахуванням сортових особливостей, щоб забезпечити їм необхідну кількість поживних речовин у умовах обмеженого вологозабезпечення [30].

Дослідження за кордоном широко проводяться у напрямі створення стійких до посухи гібридів кукурудзи, які можуть ефективно поглинати елементи живлення та формувати врожай в умовах посушливості. Ці дослідження спрямовані на розробку нових сортів кукурудзи, які були б більш адаптовані до екстремальних умов та забезпечували стабільний врожай навіть при обмеженому вологозабезпеченні.

Вітчизняні фізіологи в даний час проводять дослідження з генетично зміненими сортами кукурудзи з метою впровадження систем мінерального живлення, які мають високий рівень засвоєння окремих іонів. Ці системи ґрунтуються на збільшенні локальних концентрацій хімічних елементів у рослинах та підвищенні рівня їхньої резистентності до нестачі вологи. Ці

дослідження спрямовані на покращення врожайності та стійкості кукурудзи до стресових умов, зокрема посухи [28].

Оптимізація мінерального живлення у сучасних технологіях вирощування кукурудзи вимагає уважного врахування закономірностей накопичення макро- і мікроелементів у рослинах залежно від морфотипу гібрида, його потенційної продуктивності та взаємодії з абіотичними та біотичними чинниками довкілля. Крім того, важливо враховувати стратегію сільськогосподарського підприємства щодо виробництва продукції з відповідною окупністю вкладених ресурсів, зокрема, мінеральних добрив, які становлять значну частку витрат у технології вирощування кукурудзи [27].

Для досягнення високих результатів у вирощуванні кукурудзи дійсно важливо впровадження сучасних технологій, зокрема оптимізованої системи удобрень. Ця система сприяє стабілізації гумусного стану ґрунту та поліпшує його поживний режим, що в свою чергу допомагає забезпечити культуру кукурудзи необхідними поживними речовинами для здорового росту та високого врожаю.

Важливе місце в системі технологічного циклу, спрямованого на підвищення врожаю кукурудзи, займає впровадження високопродуктивних гібридів кукурудзи вітчизняної та закордонної селекції, які мають різну тривалість вегетаційного періоду (FAO). Ці гібриди вимагають індивідуального підходу, який потрібно враховувати разом з іншими факторами при оптимізації існуючої базової системи удобрень для досягнення максимального врожаю зерна кукурудзи [6].

Лише в такому випадку кукурудза зможе в повній мірі розкрити свої потенційні біологічні генетичні можливості, які знаходяться в її геномі. Поряд з важливим чинником, яким є гібрид, на урожайність цієї культури також впливає науково-обґрунтована зональна система удобрень та правильний обсяг застосування добрив. Історичні факти використання цих засобів хімізації в нашій державі в дореформений період підтверджують важливість цих аспектів для досягнення високих врожаїв кукурудзи.

Кукурудза є вимогливою культурою щодо наявності необхідних

поживних речовин у ґрунті. Якщо вміст цих речовин у ґрунті дуже низький, то очікувати на високі врожаї кукурудзи буде марно. Навіть найсучасніша агротехніка та досконалі знаряддя обробітку ґрунту не зможуть забезпечити отримання високих та стабільних врожаїв без внесення необхідних добрив. Тому важливо правильно добирати та вносити добрива для забезпечення кукурудзи необхідними поживними речовинами для її успішного росту та врожайності [1].

У сучасних умовах, з урахуванням високої вартості мінеральних добрив та дефіциту фосфорних добрив, оптимальна система удобрення для кукурудзи повинна базуватися на внесенні помірних доз. Аналіз потенційної врожайності зерна сучасних гібридів кукурудзи та статистичних даних про їх реальну продуктивність в агроценозах підтверджує наявні значні, але ще невикористані генетичні резерви та можливості цієї культури. Важливо раціонально використовувати добрива та враховувати генетичний потенціал кукурудзи для досягнення оптимальних врожаїв у виробничих умовах [2].

Згідно з проведеним коротким оглядом літературних джерел, можна висунути висновок, що досягнення запланованого врожаю зерна кукурудзи можливе за умови впровадження чіткої оптимізованої системи внесення добрив. Це підкреслює важливість правильного підходу до внесення добрив для досягнення високих врожаїв кукурудзи. Враховуючи це, рекомендується уважно планувати та використовувати систему добрив для оптимізації вирощування кукурудзи та досягнення поставлених цілей у сільському господарстві [16].

При вирощуванні зернової кукурудзи дуже важливо дотримуватися вказаних вимог і правил. Вносити мінеральні добрива на кожен гектар посівної площі потрібно з урахуванням результатів агрохімічного обстеження ґрунтів та аналітичних даних, отриманих після проведення рослинної діагностики. Важливо забезпечувати позитивний баланс внесення добрив та постійно шукати шляхи підвищення коефіцієнту використання рослинами поживних речовин з добрив та ґрунту. Також важливо здійснювати пропорційне внесення азотних добрив для забезпечення рівномірного живлення рослин протягом

усього вегетаційного періоду [5]. Дотримання цих правил допоможе досягти оптимальних результатів у вирощуванні кукурудзи.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови території проведення досліджень

Умови ФГ «ґрига» Полтавського району Полтавської області відносяться до центральної частини Лісостепу України з нестійким зволоженням.

За наданими даними, тривалість періоду з середніми добовими температурами понад 5°C становить 205 днів, а понад 10°C – 165 днів. Дата переходу температури через 5°C і вище припадає весною на 7–8 березня, а восени 28–29 листопада. Початком весни вважають перехід середньодобової температури повітря через 0°C, що відбувається у другій першій березня. Тривалість весни, за цими даними, становить близько двох місяців.

Згідно з наданими даними, перехід до літа відбувається з встановленням теплої погоди і перехід середньодобової температури повітря через 15°C. Початком літа вважають половину травня, а кінцем – другу половину вересня. Таким чином, літо триває приблизно чотири місяці, з середини травня до середини вересня.

За наданими даними, перехід середньодобової температури повітря через 10°C вважається настанням осіннього періоду. Осінь закінчується в третій декаді листопада при переході середньодобової температури повітря через 0°C. Настання зими спостерігається в першій декаді січня, коли середньодобова температура повітря переходить через – 5°C. Зима закінчується в другій декаді лютого. Тривалість зимового сезону становить від 40 до 60 днів.

За наданим описом, для Полтавського району характерні різні типи вітрів, які впливають на клімат та умови у цьому регіоні. Північно-східні та північні вітри приносять найбільш низькі температури. Південно-західні і південні вітри зимового періоду часто приносять відлиги. У весняно-літній період південні і південно-східні теплі і сухі вітри сприяють посиленому випаровуванню, що може викликати швидку втрату вологи ґрунтами легкого механічного складу та утворення щільної кірки. Пануючими вітрами на протязі року є вітри північно-західного напрямку.

Середня кількість атмосферних опадів за рік у даному районі становить

від 409 до 456 мм. Середньомісячна кількість опадів складає від 44 до 46 мм. Найбільше опадів випадає в літні місяці, зокрема у червні-липні – від 72 до 74мм, за виключенням аномально сухого 2024 року. Середні запаси продуктивної вологи в 0-20 см шарі ґрунту на час сівби озимих культур становлять від 25 до 30 мм, що є задовільним для появи сходів.

Протягом вегетаційного періоду продуктивна волога в метровому шарі ґрунту зазвичай становить не менше 100–150 мм, але в посушливий 2024 рік зменшилася до 26–60 мм. На час сівби ярих культур у верхньому 0–20 см шарі ґрунту запаси продуктивної вологи досягають 40–45 мм, що є достатнім для розвитку рослин. Сума позитивних температур повітря понад 10°C для даної території становить від 2768 до 3020°C, а для вирощування найбільш теплолюбивих культур, таких як кукурудза, потрібно відповідно від 2100 до 2300°C та від 2200 до 2400°C.

В зимовий період в області переважно малосніжна та м'яка погода з частими відлигами. Проте, у деякі роки може спостерігатися зниження температури повітря до мінус 25–27°C, що може призвести до виникнення вітрової ерозії. На початку весни швидко зростає температура, що сприяє сніготаненню та розвитку ерозійних процесів. Відносна вологість повітря зазвичай коливається в межах 40–50%, але може знижуватися до 15–25% у деякі дні. Східні та південно-східні вітри, особливо в умовах жаркої погоди та нестачі опадів, можуть призводити до повітряної та ґрунтової посухи. Зазначені коливання в кількості опадів, температурі та відносній вологості повітря є характерними для погодних умов зони з нестійким зволоженням. Ці зміни можуть бути особливо відчутними взимку, весною та восени.

Нерівномірне надходження опадів у весняний період може впливати на розвиток рослинності та сільськогосподарські роботи. Для ефективного управління цими коливаннями рекомендується вести спостереження за погодними умовами, використовувати прогнози та адаптувати сільськогосподарські практики до змін клімату. Весна 2024 року була ранньою з малою кількістю опадів, проте у травні початкові декади були холодними, спостерігали заморозки до мінус 22°C, але в кінці місяця ґрунтові запаси вологи

поповнилися, що сприяло інтенсивному росту та розвитку культур. У червні також було достатньо опадів, що було сприятливим для рослин. Проте, в липні та серпні відчувалась недостатня кількість вологи, оскільки опади були недостатніми та короткочасними, що вплинуло на розвиток рослин та врожаїв. Для забезпечення оптимальних умов для рослин потрібно враховувати погодні умови та вчасно здійснювати заходи з вологозбереження.

Температурний режим у квітні був аномально високим, проте у травні відзначався значним похолоданням і заморозками. У квітні середньодобова температура повітря становила $15,9^{\circ}\text{C}$, що було вище норми. У травні відчувалась нестача тепла, з середньодобовою температурою $8,8\text{--}12,2^{\circ}\text{C}$, тоді як норма становить 16°C . У червні середньодобова температура перевищувала середньо багаторічні значення на $2,5^{\circ}\text{C}$, у липні на $3,4^{\circ}\text{C}$, а у серпні на $4,1^{\circ}\text{C}$.

Вміст гумусу в шарі 0–30 см складає 3,95%, що вказує на досить добру родючість ґрунту. Кислотність ґрунту коливається в межах 6,9–7,3, що вказує на нейтральне середовище, сприятливе для багатьох рослин і сої зокрема. Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом становить 160 мг/кг ґрунту, фосфору за Мачигінім – 78 мг/кг ґрунту, обмінного калію за Мачигінім – 124 мг/кг ґрунту. Ці показники важливі для визначення ґрунтовою родючості та вибору оптимальних методів удобрення, системи захисту для вирощування рослин, зокрема сої.

Висока насиченість вбирного комплексу кальцієм сприяє нейтральній реакції ґрунтового розчину (рН водяної суспензії – 6,8). Це означає, що ґрунт має оптимальну кислотність для багатьох рослин, включаючи кукурудзу. В межах оптимальних величин для кукурудзи знаходяться водно-фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту, що сприяє здоровому росту та розвитку рослин. Це важливо для забезпечення високих врожаїв та збереження родючості ґрунту. Враховуючи ці фактори, можна очікувати успішне вирощування кукурудзи на даній території. Вологоємність шару 0–30 см складає 28,9%, що є важливим показником для визначення водно-фізичних властивостей ґрунту. Ґрунтова волога стійкого в'янення рослин (ВВ) становить 12,5%, що вказує на рівень вологоутримуючої здатності ґрунту. Максимальна

гігроскопічність ґрунту складає 9,2%, що вказує на його здатність утримувати вологу при високій вологості повітря. Щільність будови орного шару становить 1,25, а глибше – від 1,26 до 1,39г/см³, що вказує на структурні особливості ґрунту та його пористість. Гідролітична кислотність ґрунту дорівнює 1,1, що може впливати на хімічний склад та реакцію ґрунту. Ємність поглинання ґрунту коливається від 31,9 до 33,5м-екв/100г ґрунту, що вказує на його здатність утримувати поживні речовини. Ступінь насиченості основами становить 98,1%, що може вказувати на високий рівень насичення ґрунту основами. Враховуючи ці показники, можна зробити висновок про родючість та можливість використання даного ґрунту для вирощування кукурудзи.

2.2 Методика проведення досліджень

У 2023-2024рр. у ФГ «Грига» Полтавського району Полтавської області проведені дослідження по вивченню впливу добрив на продуктивність реалізацію генетичного потенціалу ранньостиглих гібридів кукурудзи.

Мінливі метеорологічні умови років досліджень дозволили всебічно і об'єктивно оцінити досліджувані гібриди в залежності від метеорологічних чинників та агротехнічних прийомів вирощування. Це дало можливість отримати більш повну картину щодо впливу умов середовища та методів вирощування на розвиток та врожайність гібридів кукурудзи.

Вегетаційний період та його структура визначались шляхом фенологічних спостережень, які проводились систематично з урахуванням стану розвитку рослин на ділянці.

Під час спостережень фіксувалися дати наступних фаз розвитку рослин: від сівби до появи сходів, викидання волотей, цвітіння волотей, цвітіння качанів, стадії молочності, воскової та повної стиглості зерна. Ці дані допомагали визначити тривалість та структуру вегетаційного періоду для конкретних культур.

Для визначення початку сходів рослин використовували метод, за яким вважали, що початок сходів відбувається при появі близько 15% рослин, а повні сходи – при появі 75–80% рослин шляхом підрахунку від загальної кількості.

Для визначення фаз стиглості зерна на качані використовували метод, за яким розкривали 1–2 листки обгорток. На середній частині качана робили надріз вздовж качана довжиною 2–3 см і виймали 1–2 зернівка, щоб визначити фазу стиглості за інтенсивністю забарвлення чорного шару [37].

Всі лінійні виміри рослин, такі як висота, довжина окремих міжвузлів стебла, висота прикріплення качана, кількість листків на рослині та інші, а також структурний аналіз урожаю (по 25 качанів у кожному повторенні), проводилися за загальноприйнятими методиками для оцінки селекційного матеріалу кукурудзи [20].

Для визначення елементів структури врожаю проводили підрахунок числа зерен в ряду та числа рядів зерен, а також вимірювали діаметр і довжину качана (по 10 качанів). Лінійні розміри зернівок встановлювали шляхом прямих вимірів з використанням штангель-циркуля. Облік розмірів проводився для зернівок середньої зони качана відповідно до методичних порад, де вимірювали ширину, товщину та довжину зернівок.

Для визначення маси 1000 зерен проводили дві наважки по 500 зерен з середньої зони качанів одного генотипу, які зважували з точністю до 0,01 грама. Якщо різниця між масами взятих наважок перевищувала 3%, то відбирали і зважували третю наважку для отримання більш точних результатів.

Потенційні можливості високої продуктивності рослин кукурудзи базуються на генетичних особливостях їх онтогенезу. Однак, реалізація цих потенційних можливостей залежить від конкретних факторів середовища, які впливають на процеси індивідуального розвитку рослин і формування максимальної продуктивності.

Попередником кукурудзи у досліді була пшениця озима. Кукурудзу у досліді вирощували за традиційною технологією. Повторність досліду 3-х разова, загальна площа ділянки 450 м², облікова площа 50 м². Розміщення ділянок послідовне [43].

Характеристика гібридів кукурудзи

СИ Шикарі (ФАО 200). Тип зерна: зубоподібний. Група стиглості: середньоранній. Тип адаптивності: високоадаптивний. Напрямок використання:

зерно. Рекомендовані зони вирощування: Степ (північний), Полісся, Лісостеп. Рекомендована густина рослин на період збирання, тис./га: достатнє зволоження: 70-75; нестійке зволоження: 60-70; недостатнє зволоження: 45-55. Переваги СИ Шикарі: високий потенціал раннього врожаю; надзвичайно високий рівень посухостійкості; швидка вологовіддача зерна під час дозрівання; еректоїдний тип розміщення листків, що зменшує конкуренцію рослин у посіві за світло і підвищує ефективність фотосинтезу. Це насіння ідеально підходить для різних кліматичних умов, завдяки своїй високоадаптивності та посухостійкості. Вибір СИ Шикарі може забезпечити високий врожай навіть у складних умовах.

СИ Інвіктус (ФАО 210). Тип гібриду: високоврожайний скоростиглий. Призначення: ранній урожай зерна та поживного силосу для худоби. Холодостійкість: відзначається хорошою холодостійкістю. Цвітіння: раннє. Стійкість: холодостійкість: 9; посухостійкість: 9; вологовіддача: 8 темп початкового росту: 8; стійкість до корневих і стеблових гнилей: 9; стійкість до летючої сажки: 8. Рекомендації з вирощування: ґрунтово-кліматичні умови: стабільний результат в різних умовах; температура ґрунту для сівби: потребує прогрівання ґрунту до 8-10°C. Рекомендована густина рослин на період збирання: достатнє зволоження: 70–75 тис./га; нестійке зволоження: 60–70 тис./га; недостатнє зволоження: 50–60 тис./га. Кукурудза СИ ІНВІКТУС є відмінним вибором для фермерів, які шукають високоврожайний та скоростиглий гібрид з хорошою стійкістю до різних стресових факторів. Вона забезпечує стабільний результат у різних ґрунтово-кліматичних умовах, що робить її універсальним варіантом для вирощування.

СИ Амбатор (ФАО 230). Гібрид кукурудзи зернового призначення. Потужний та високоврожайний гібрид із підвищеними показниками стабільності. Територіально-кліматичні зони вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся. Добре переносить загальний дефіцит зволоження, не втрачаючи врожайності. Підходить для вирощування в причорноморських та приазовських степах з високою сонячною активністю та довгими спекотними періодами. Переваги: енергія початкового зростання висока; холодостійкість – добрі

властивості на ранніх стадіях життєдіяльності; стійкість до вилягання – стійкий до кореневого та стеблового вилягання; стійкість до захворювань – чудово протистоїть збудникам основних захворювань, таких як сажкові хвороби, гнилі (кореневі та стеблові). Високотехнологічний гібрид. Оптимальна висота кріплення качана, що спрощує збиральні операції та агрономічні заходи, зменшує втрати. Вологовіддача: підвищена схильність до віддачі вологи на етапі дозрівання, що робить його високорентабельним. Рекомендації з вирощування: температура ґрунту для сівби: +8°C ...+10°C. Густина стояння перед збиранням: зони з достатнім зволоженням: 65–75 тис. од/га; зони з нестійким зволоженням: 55–65 тис. од/га; зони з недостатнім зволоженням: 40–50 тис. од/га. СИ Амбатор є відмінним вибором для господарств, які шукають стабільний та високоврожайний гібрид кукурудзи, здатний витримувати різні кліматичні умови та забезпечувати високий рівень врожайності.

Схема дослідів

Гібрид	Група стиглості	Фон удобрення
СИ Шикарі	ФАО 200	Контроль (припосівне внесення N10P10K10)
		N60P60K60
		N90P60K60
СИ Інвіктус	ФАО 210	Контроль (припосівне внесення N10P10K10)
		N60P60K60
		N90P60K60
СИ Амбатор	ФАО 230	Контроль (припосівне внесення N10P10K10)
		N60P60K60
		N90P60K60

Упродовж вегетації кукурудзи на облікових ділянках проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, вимірювали їх

висоту та визначали урожайність зерна гібридів кукурудзи.

Математичну обробку одержаних результатів досліджень проводили методом кореляційно-регресійного і дисперсійного аналізу на комп'ютері з використання статистичної програми.

2.3 Технологія вирощування кукурудзи в досліді

Для вирощування кукурудзи кращими попередниками є культури, які залишають після себе велику кількість вологи в ґрунті, мінімізують кількість насіння бур'янів та не мають спільних хвороб і шкідників з кукурудзою. Такі культури сприяють покращенню умов для росту кукурудзи та допомагають уникнути проблем з бур'янами та захворюваннями.

З іншого боку, гіршими попередниками для кукурудзи є культури, які споживають велику кількість вологи та поживних речовин з ґрунту, є розповсюджувачами хвороб і шкідників кукурудзи, а також залишають токсичні виділення кореневої системи, що може пригнічувати розвиток кукурудзи. Такі культури можуть створити негативний вплив на врожайність та здоров'я кукурудзи [51].

Можна вирощувати кукурудзу по кукурудзі на одному полі декілька років підряд, але для запобігання ушкодження рослин хворобами і шкідниками рекомендується через кожні 3-5 років змінювати посіви на іншу культуру. Вплив попередників на вирощування кукурудзи може відрізнятися залежно від природно-кліматичних умов. Наприклад, в Поліссі вплив попередників на волого забезпечення ґрунту є мінімальним, тоді як у Степу вони можуть сильно впливати на цей показник. У регіонах Лісостепу кращими попередниками для кукурудзи є озимі та ярові колосові культури, зернобобові, багаторічні трави, а в зонах з достатнім зволоженням також може бути корисною для цукрових буряків. Важливо враховувати ці фактори при виборі попередників для кукурудзи, щоб забезпечити оптимальні умови для вирощування та уникнути проблем з хворобами та шкідниками [49]. У досліді **попередником** була пшениця озима.

Механічний вплив на ґрунт є важливим для створення оптимальних умов

для вирощування кукурудзи. Кукурудза формує потужну кореневу систему, яка проникає глибоко в ґрунт і має сильне розгалуження вздовж коренів. Однак, основна маса коренів зазвичай розташовується на глибині до 30см. Тому кукурудза вимагає глибини розпушування ґрунту. Оптимальна щільність ґрунту для кукурудзи становить $1,1-1,3\text{г/см}^3$. Навіть при збільшенні ущільнення до $1,35\text{ г/см}^3$ урожай може зменшитися на 20%, а при ущільненні $1,6\text{г/см}^3$ може виникнути недоотримання врожаю на рівні 40%. Тому важливо дотримуватися оптимальної щільності ґрунту для забезпечення успішного вирощування кукурудзи.

Лушення ґрунту є важливою агротехнічною операцією, яка допомагає покращити умови для вирощування рослин, зокрема кукурудзи. Під час лушення верхній шар ґрунту розпушується, що сприяє зменшенню випаровування вологи. Це дозволяє підвищити здатність ґрунту до поглинання води від літніх опадів. Крім того, лушення допомагає подрібнити рослинні залишки попередників і бур'янів, присипати ґрунтом насіння бур'янів та підрізати коріння.

Лушення стерні може проводитися за допомогою дискових або лемішних лушильників, дискових борін, фрезерних знарядь, протиерозійних або дискових культиваторів на різну глибину – від 8–10 до 12–14см. Також можлива поверхнева або безвідвальна обробка на глибину 25–27 см або на глибину гумусового шару [42].

Весняна допосівна обробка ґрунту є важливим етапом в підготовці до посіву культур. Під час цього процесу проводиться вирівнювання (боронування) ґрунту за допомогою вирівнювача або важких борін під кутом $45-50^\circ$ до напрямку основного обробітку. Це допомагає створити оптимальні умови для наступних агротехнічних заходів.

Передпосівна культивуація також є важливою частиною підготовки до посіву. Якщо ґрунт засмічений корнепаростковими бур'янами, рекомендується провести культивуацію на глибину 8–10 см. Другий етап культивуації проводиться на глибину загортання насіння, яка зазвичай становить 5–7 см. Цей процес допомагає підготувати ґрунт для посіву, знищити бур'яни та створити

сприятливі умови для проростання насіння [41].

Застосування добрив дійсно може значно підвищити врожайність кукурудзи до 25% і допомагає зберегти баланс поживних речовин і гумусу в ґрунті. Для кукурудзи найважливішими елементами харчування є азот (N), фосфор (P), калій (K), кальцій (Ca) і сірка (S). Відсутність достатньої кількості мікроелементів, таких як цинк (Zn), може негативно впливати на розвиток рослини. Наприклад, кукурудза дуже чутлива до нестачі цинку, якого за період вегетації поглинає 350-400 г/га.

Для формування 1т основної продукції кукурудзи використовується з ґрунту 23 кг/т азоту, 10 кг/т фосфору і 21 кг/т калію. Недостатність цих макроелементів може призвести до недосягнення прогнозованого врожаю кукурудзи. Тому важливо правильно розрахувати дози добрив, щоб забезпечити рослини всіма необхідними поживними речовинами. Для цього рекомендується провести агрохімічний аналіз ґрунту, щоб визначити потреби кукурудзи в поживних речовинах і відповідно внести необхідні добрива [40].

Для оптимального застосування добрив для кукурудзи рекомендується проводити основне внесення фосфору (P) і калію (K) восени. Навесні можна вносити азот (N) локально або розсипанням, або ж комбіноване внесення NPK (азот, фосфор, калій) під ранньовесняну культивуацію або припосівне внесення. Для припосівного внесення рекомендується використовувати дози добрив у наступних співвідношеннях: P_{10-15} або $N_{10-15} P_{10-15}$. Це допоможе забезпечити рослини кукурудзи необхідними поживними речовинами на різних етапах їх розвитку, що сприятиме формуванню високих врожаїв [25].

Для вирощування кукурудзи під оранку важливо вносити фосфорно-калійні суміші, такі як суперфосфат, фосфорне борошно, добриво азотно-фосфорно-калійне та калій хлористий, а також органічні добрива. Азотні добрива слід вносити навесні в різні фази розвитку рослин, залежно від технології та запланованої врожайності, до посіву, з посівом, в підживлення та з поливною водою (на зрошенні). Важливим аспектом у застосуванні азотних добрив, таких як карбамід, карбамідно-аміачна суміш (КАС), є пролонгований ефект. Для рідких азотних добрив, таких як КАС та аміачна вода,

рекомендується використання інгібіторів амоніфікації та нітрифікації. Один з найефективніших та доступних способів пролонгації азоту – додавання Thio-Sul (розчину тіосульфату амонію) у КАС. Ці методи допомагають оптимізувати використання добрив та підвищити ефективність вирощування кукурудзи.

Позакореневе підживлення через листя та стебла дійсно дозволяє оптимізувати норму та співвідношення між елементами живлення під час вегетації рослин. Відсутність певних елементів живлення через погодні умови або їх відсутність у ґрунті може призвести не лише до недобору урожаю, але й до погіршення якості врожаю. Усі елементи мінерального живлення взаємопов'язані між собою та беруть активну участь в одних і тих самих процесах, проте кожен з них має свою специфічну роль. Важливо забезпечити рослини всіма необхідними елементами живлення для їх здоров'я та оптимального росту, щоб досягти високих врожаїв і якісного урожаю.

Для успішної сівби кукурудзи в умовах зростання посушливості клімату та змін погодних умов важливо впроваджувати адаптивні та удосконалені технології вирощування. При виборі гібридів кукурудзи важливо керуватися показником ФАО, який є індексом скоростиглості кукурудзи. Різниця в 10 балів відповідає 1-2 дням різниці по дозріванню. Потрібно підібрати гібрид, який підходить для конкретної зони та отримує оптимальну кількість опадів і температур для повноцінної вегетації кукурудзи [4].

Для ефективного використання техніки в господарстві рекомендується дотримуватися оптимального співвідношення гібридів за показниками ФАО. Зазвичай, рекомендоване розподіл гібридів за ФАО виглядає наступним чином: гібриди з ФАО 200–250 мають займати 30–40%, гібриди з ФАО 260–300 – також 30–40%, а решта гібридів з ФАО більше 300. Варто зауважити, що наразі спостерігається тенденція до зменшення значень ФАО, що може вплинути на вибір гібридів для вирощування кукурудзи [26].

Сівба кукурудзи – це важливий етап вирощування цієї культури, і вибір правильного способу сівби може суттєво вплинути на врожайність. Один з ключових критеріїв класифікації сівалок - це тип висівної системи, який може бути механічним або пневматичним. Важливо налаштувати сівалку належним

чином, щоб забезпечити рівномірне закладення насіння на задану глибину, що є ключем до однорідних сходів та досягнення потрібної густоти рослин на гектарі, що в свою чергу впливає на врожай.

Необхідно контролювати швидкість висіву, яка не повинна перевищувати 5–7 км/год. Також важливо проводити контроль якості висіву, перевіряючи розкриття рядка, глибину та рівномірність розкладання насіння в рядку. Для оптимальних умов, таких як тепло та вологий ґрунт, ідеальною глибиною загортання насіння є 5 см. У разі дуже ранньої сівби та достатньої кількості вологи в ґрунті рекомендується зменшити глибину загортання на 1–2 см, оскільки ґрунт там прогрівається швидше. У випадку сухого ґрунту, насіння слід сіяти так, щоб воно контактувало з вологим шаром ґрунту, навіть якщо для цього доведеться заглибити його на 8–10 см. Враховуючи ці аспекти, можна досягти оптимальних умов для вирощування кукурудзи та отримати високий врожай [25].

Для вирощування кукурудзи в Україні рекомендована густина посадки перед збиранням коливається від 40 до 80 тисяч рослин на 1 гектар. Для забезпечення необхідної густоти рослин перед збиранням, встановлюють страхові надбавки насіння, які можуть становити від 5–10% до 30–40%, залежно від різних факторів, таких як якість насіння, підготовка ґрунту та клас сівалки. Вагова норма висіву насіння зазвичай становить від 10 до 25 кг на гектар.

Важливо пам'ятати, що загущення посівів може призвести до надмірного споживання вологи з ґрунту, збільшення конкуренції за освітлення та ослаблення наливання зерна, що може призвести до збільшення дрібних качанів. Розміщення насіння в полі повинно бути рівномірним, тому важливо проводити сівбу зі швидкістю від 4 до 7 км/год. Для пневматичних сівалок рекомендована швидкість 5 км/год, для механічних – не більше 7 км/год [30].

Для визначення оптимальної густоти кукурудзи перед збиранням, важливо уважно вивчити інформацію про насіння від виробника, де зазвичай вказані рекомендації та норми висіву відповідно до зони вирощування та умов забезпечення вологою.

Оптимальним строком для сівби кукурудзи є стійке прогрівання ґрунту до $+10...12^{\circ}\text{C}$ на глибині загортання насіння. Надто рання або пізня сівба може призвести до зниження урожайності культури. Досвід вирощування показує, що при ранніх строках сівби (прогрівання ґрунту до $+8...10^{\circ}\text{C}$) у рослин кукурудзи цвітіння волотей відбувається раніше, ніж при пізніх строках. Це дозволяє раннім посівам ефективніше використовувати ґрунтові запаси вологи та, до певної міри, зменшити ризик негативного впливу посушливих явищ на рослини у найважливіші фази вегетації. За сприятливих умов проростання насіння і відсутності бур'янів, рання сівба кукурудзи (при стійкому прогріванні ґрунту до $+8...10^{\circ}\text{C}$) має значну перевагу перед пізньою сівбою [38].

Дослідження показали, що ранньостиглі та середньоранні форми кукурудзи, як правило, не значно втрачають урожайність при запізненні з сівбою, тоді як більш пізньостиглі гібриди краще реалізують свій генетичний потенціал, якщо сіються в ранні строки при температурі ґрунту $+8...10^{\circ}\text{C}$. При цьому, при сівбі у ці строки всі біотици мають найменшу вологість зерна при збиранні. При ранній сівбі важливо враховувати рівень холодостійкості гібрида та застосовувати відповідні технологічні заходи захисту насіння при його підготовці, зокрема обов'язкову інкрустацію насіння комплексом препаратів, таких як фунгіцидний протруйник, мікроелементи та регулятори росту. При визначенні строків сівби кукурудзи важливо враховувати можливість приморозків на початкових стадіях розвитку рослин, які можуть значно пошкодити надземну вегетативну масу. Для отримання однорідних сходів кукурудзи дуже важливо мати достатню кількість продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту. Запаси продуктивної вологи під час сівби культури у шарі 0–10 см вважаються недостатніми при вмісті 7-8 мм, задовільними – 9–13мм, добрими – 14–15 мм і більше [39].

Кукурудзу на зерно рекомендується збирати при фізіологічній стиглості, коли вологість зерна не перевищує 35–40%. Для цього використовують зернозбиральні комбайни, серед основних марок Claas та John Deere.

Збирання кукурудзи з нижчою вологістю дійсно може скоротити обсяги сушіння та знизити витрати. Проте важливо уникати затримок у збиранні,

оскільки це може уповільнити вологовіддачу зерна та призвести до його зволоження внаслідок опадів. Також потрапляння товарної кукурудзи під заморозки не бажане, оскільки це може погіршити якість та стійкість зерна під час зберігання [40]. Рекомендується розпочинати збирання з ранньостиглих або середньоранніх гібридів, щоб більш пізні гібриди могли знизити вологість зерна. Вологе зерно кукурудзи можна сушити до стандартної вологості за допомогою різних типів сушарок.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Фенологічні спостереження за біометричними показниками гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив

Ефективним фактором впливу на урожайність і якість зерна кукурудзи є система удобрення. Дефіцит будь-якого елементу живлення може бути обмежуючим фактором у підвищенні продуктивності кукурудзи та його урожайності.

Саме удобрення кукурудзи є ефективними при забезпечення рослин елементами живлення протягом вегетаційного сезону.

У 2023-2024рр. у ФГ «Грига» Полтавського району Полтавської області проведені дослідження по вивченню впливу добрив на продуктивність і реалізацію генетичного потенціалу ранньостиглих гібридів кукурудзи. Попередником кукурудзи у досліді була пшениця озима. Кукурудзу у досліді вирощували за традиційною технологією. Висота рослин у роки досліджень подана у таблицях 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1

Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2023р)

Гібрид	ФАО	Висота рослин у фазі повної стиглості, см		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	236,5	240,1	246,0
СИ Інвіктус	210	237,4	244,2	247,5
СИ Амбатор	230	237,0	243,5	248,8

Аналізуючи показники з таблиці 3.1. можемо стверджувати, що висота рослин кукурудзи у фазі повної стиглості за норми удобрення N90P60K60 у 2023 році була вищою по всіх гібридах. Так, показник гібриду Амбатор (ФАО 230) перевищував показник по гібриду Інвіктус (ФАО 210) на 1,3см, по гібриду Шикарі (ФАО 200) на 2,8см. Порівнюючи кращий варіант удобрення з

контролем бачимо перевищення по гібриду Амбадор на 11,8 см, по гібриду Інвіктус на 10,1см, по гібриду Шикарі на 9,5см, що свідчить про ефективність повного мінерального живлення у порівнянні лише з припосівним внесенням добрив на контролі. Дещо нижчі показники отримали на варіанті із системою удобрення N60P60K60 у порівнянні з кращим варіантом, але і така система показала кращі результати у порівнянні з контролем.

Таблиця 3.2

Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024р)

Гібрид	ФАО	Висота рослин у фазі повної стиглості, см		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	221,5	231,1	233,1
СИ Інвіктус	210	223,4	232,2	235,4
СИ Амбадор	230	224,0	231,5	233,9

Аналізуючи показники з таблиці 3.2. можемо стверджувати, що висота рослин кукурудзи у фазі повної стиглості за норми удобрення N90P60K60 у 2024 році була вищою по всіх гібридах. Так, показник гібриду Амбадор (ФАО 230) перевищував показник по гібриду Інвіктус (ФАО 210) на 1,5см, по гібриду Шикарі (ФАО 200) на 0,8см. Порівнюючи кращий варіант удобрення з контролем бачимо перевищення по гібриду Амбадор на 9,9 см, по гібриду Інвіктус на 12см, по гібриду Шикарі на 11,6см, що свідчить про ефективність повного мінерального живлення у порівнянні лише з припосівним внесенням добрив на контролі. Дещо нижчі показники отримали на варіанті із системою удобрення N60P60K60 у порівнянні з кращим варіантом, але і така система показала кращі результати у порівнянні з контролем як і у 2023 році.

Дослідження висоти кріплення нижнього качана залежно від удобрення у роки досліджень представлено у таблицях 3.3. і 3.4.

Таблиця 3.3

**Висота прикріплення нижнього качана в рослин гібридів кукурудзи
залежно від норм внесення мінеральних добрив (2023р)**

Гібрид	ФАО	Висота прикріплення качана, см		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	65	73	85
СИ Інвіктус	210	65	74	87
СИ Амбадор	230	65	74	89

Висота кріплення качана на гібриді Амбадор на варіанті із удобренням N90P60K60 перевищила контроль на 24см, на варіанті з удобренням N60P60K60 перевищення на 9см. Показники по гібриду Інвіктус на цих же варіантах удобрення перевищили контроль відповідно на 22 см і на 9 см. Показники по гібриду Шикарі на варіантах удобрення збільшилися порівняно з контролем на 20см та 8см. Кращі показники отримали на ділянках з гібридом Амбадор.

Таблиця 3.4

**Висота прикріплення нижнього качана в рослин гібридів кукурудзи
залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024р)**

Гібрид	ФАО	Висота прикріплення качана, см		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	60	67	74
СИ Інвіктус	210	62	69	74
СИ Амбадор	230	62	71	76

Висота кріплення качана на гібриді Амбадор на варіанті із удобренням N90P60K60 перевищила контроль на 14см, на варіанті з удобренням N60P60K60 перевищення на 9см. Показники по гібриду Інвіктус на цих же варіантах удобрення перевищили контроль відповідно на 12 см і на 7 см. Показники по гібриду Шикарі на варіантах удобрення збільшилися порівняно з

контролем на 14см та 7см. Кращі показники отримали на ділянках з гібридом Амбатор як і у попередньому році.

3.2 Елементи структури урожаю гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив

Реалізація генетичного потенціалу гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення характеризується показниками структури урожаю за роки досліджень, що представлені на рисунках 3.1 і 3.2.

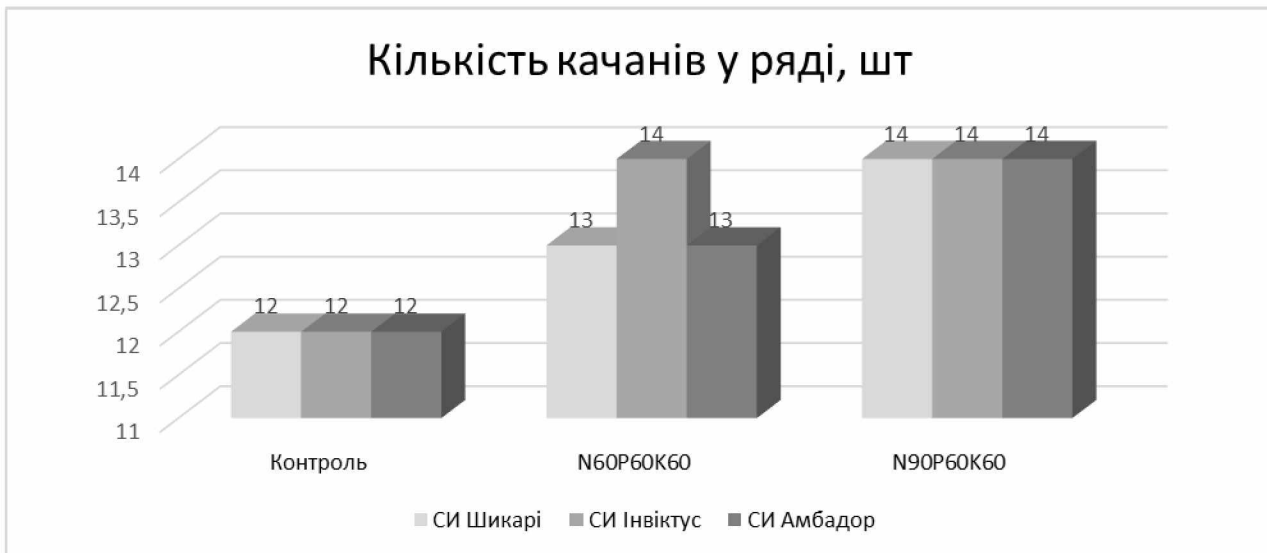
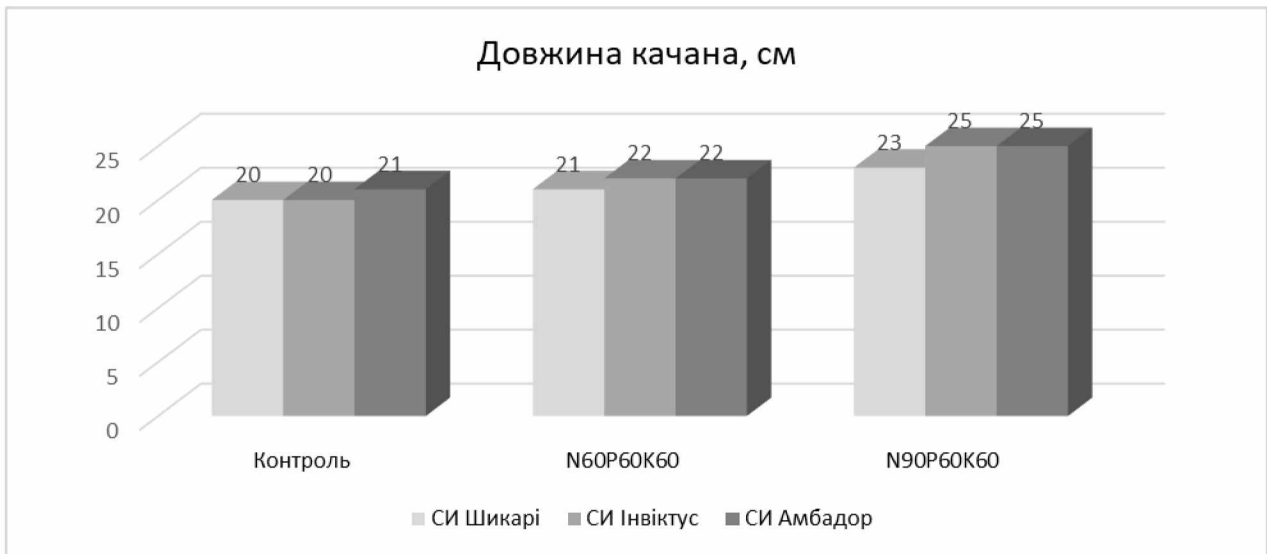
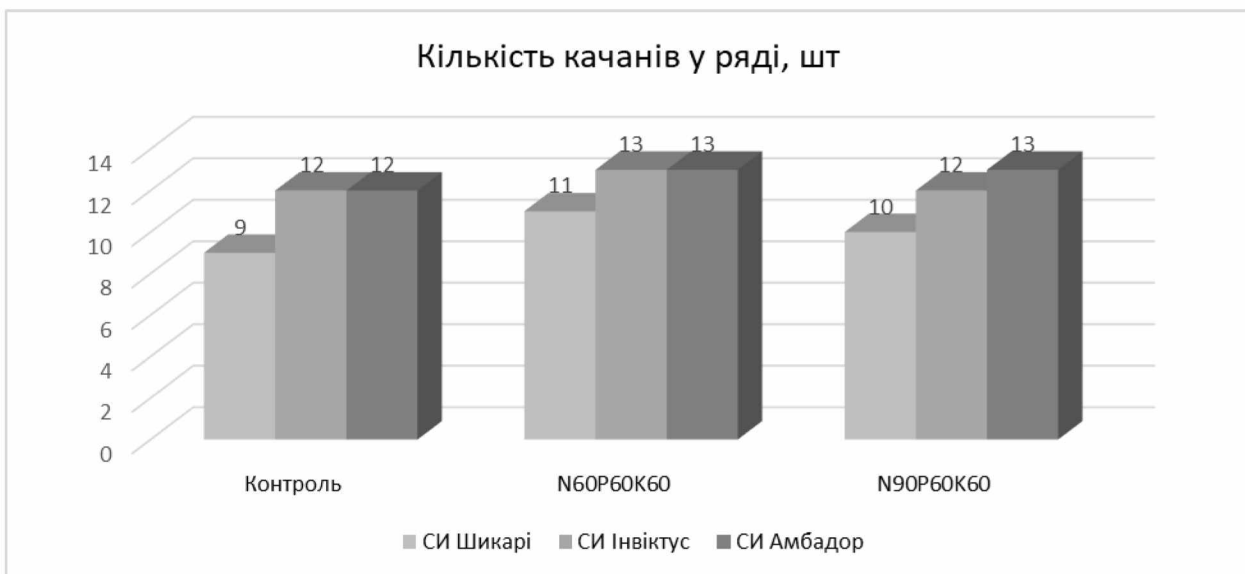
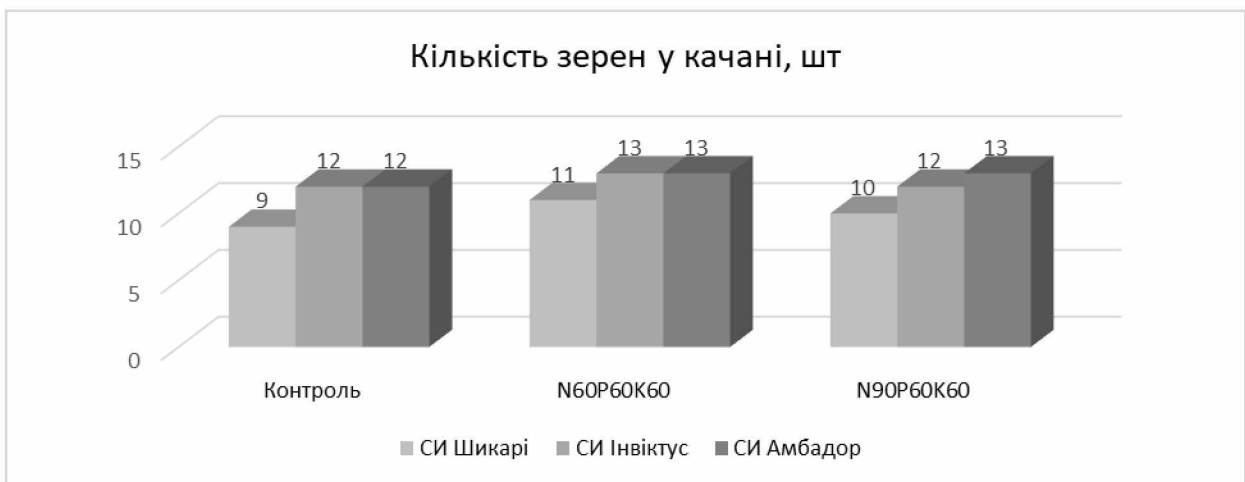
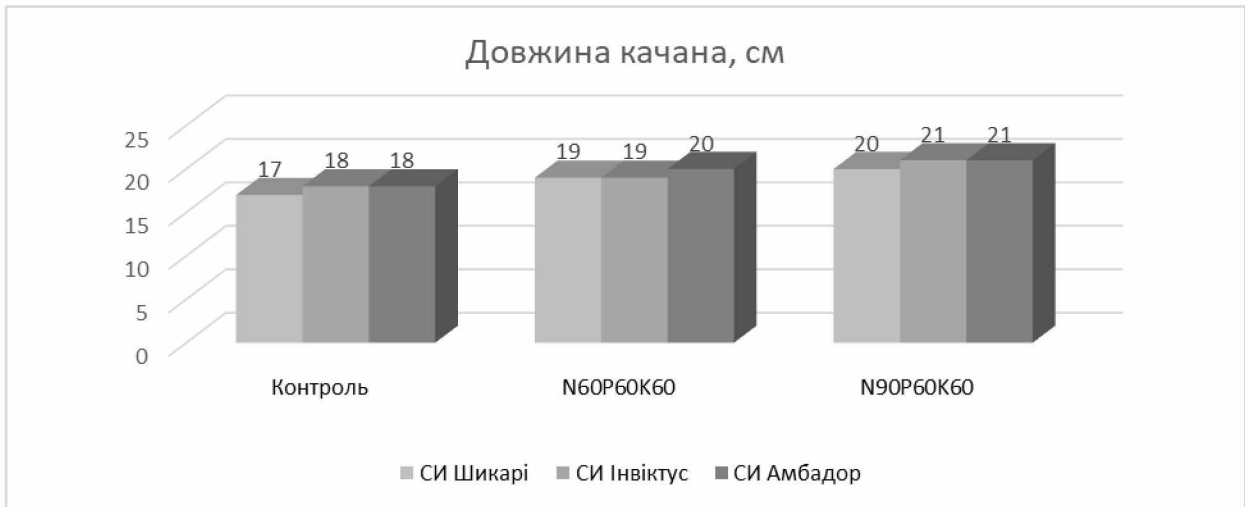




Рис 3.1 Елементи структури урожаю кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2023 рік)

За діаграмою рис.3.1 (2023р) «Довжина качана» кращі результати отримали на варіанті 3 із системою удобрення N90P60K60 по гібриду Амбадор та Інвіктус порівняно з контролем на 4-5см. За діаграмою «Кількість качанів у ряді» бачимо, що у варіанті із системою удобрення N90P60K60 на усіх гібридах отримали 14 качанів у ряду, що на 2 шт. більше за контрольні показники. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 по гібридах Шикарі та Амбадор отримали показник 13шт , що на 1 шт. перевищив контроль. За діаграмою «Кількість зерен у качані» із системою удобрення N90P60K60 показники на гібриді Амбадор перевищили контроль на 148шт, на гібриді Інвіктус збільшився на 151шт, на гібриді Шикарі – на 162шт. За діаграмою «Маса 1000 зерен» бачимо, що на кращому варіанті 3 показники по гібридах перевищили

контроль, так по Амбадор – на 45г, по Інвіктус – на 42г; по Шикарі – на 43г.



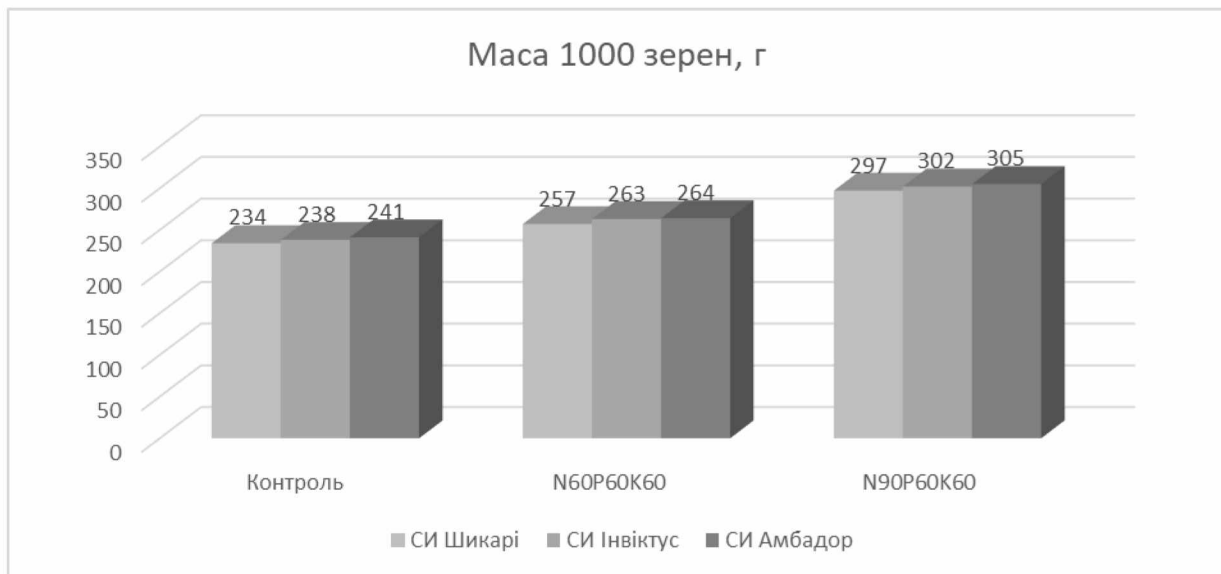


Рис 3.2 Елементи структури урожаю кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024 рік)

За діаграмою рис.3.2 (2024р) «Довжина качана» кращі результати отримали на варіанті 3 із системою удобрення N90P60K60 по гібриду Амбатор та Інвіктус порівняно з контролем на 3см. За діаграмою «Кількість качанів у ряді» бачимо, що у варіантах 2 і 3 на гібридах Амбатор отримали 13 качанів у ряду, що на 1 шт. більше за контрольні показники. За діаграмою «Кількість зерен у качані» із системою удобрення N90P60K60 показники на гібриді Амбатор перевищили контроль на 109шт, на гібриді Інвіктус збільшився на 106шт, на гібриді Шикарі – на 110шт. За діаграмою «Маса 1000 зерен» бачимо, що на кращому варіанті 3 показники по гібридах перевищили контроль, так по Амбатор – на 64г, по Інвіктус – на 64г; по Шикарі – на 63г.

3.3 Вплив системи удобрення на урожайність гібридів кукурудзи

Вологість зерна на етапі збирання врожаю грає важливу роль у загальних технологічних витратах та рентабельності виробництва гібридів кукурудзи. Тому економіко-енергетична оцінка ефективності вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості з урахуванням вологості зерна для оптимізації гібридного складу у виробничих умовах господарства є важливою та актуальною задачею. Врахування цього фактору допоможе підвищити ефективність вирощування кукурудзи та забезпечити оптимальну

рентабельність виробництва Показники вологості зерна перед збиранням гібридів кукурудзи у 2023 році представлено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вплив системи удобрення на вологість зерна гібридів кукурудзи перед збиранням

Гібрид	ФАО	Вологість зерна перед збиранням, %		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	16,0	16,4	16,6
СИ Інвіктус	210	21,9	22,0	22,1
СИ Амбатор	230	15,1	15,5	15,8

З таблиці 3.5 бачимо, що найнижча вологість зерна кукурудзи була у гібрида ФАО 230 Амбатор, а найвища на гібриді ФАО 210 Інвіктус. На досліджуваний показник вплинули ФАО гібридів та погодні умови року.

Показники вологості зерна перед збиранням гібридів кукурудзи у 2024 році представлено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Вплив системи удобрення на вологість зерна гібридів кукурудзи перед збиранням

Гібрид	ФАО	Вологість зерна перед збиранням, %		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	15,8	16,0	16,3
СИ Інвіктус	210	19,0	19,2	19,3
СИ Амбатор	230	16,9	17,1	17,5

З таблиці 3.6 бачимо, що найнижча вологість зерна кукурудзи була у гібрида ФАО 200 Шикарі, а найвища на гібриді ФАО 210 Інвіктус. На досліджуваний показник вплинули ФАО гібридів та погодні умови року.

Система удобрення гібридів кукурудзи сприяла реалізації генетичного потенціалу та підвищенню урожайності. Показники 2023 року представлені у

таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив

Гібрид	ФАО	Урожайність зерна, т/га		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	10,2	10,73	11,06
СИ Інвіктус	210	10,53	11,0	11,31
СИ Амбатор	230	10,79	11,18	11,43
НІР _{0,05}		0,05	0,17	0,07

З таблиці 3.7 бачимо, що на варіанті із системою удобрення N90P60K60 на усіх гібридах отримали високі показники, так на гібриді Шикарі перевищення контролю на 0,86т/га, на Інвіктус на 0,78 т/га, на Амбатор на 0,64 т/га. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 перевищення контролю на гібриді Шикарі склали 0,53 т/га; на гібриді Інвіктус на 0,47 т/га; на Амбатор на 0,39 т/га. Кращі результати на усіх варіантах отримали на гібриді Амбатор.

У таблиці 3.8 подано показники урожайності кукурудзи у 2024 році.

Таблиця 3.8

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив

Гібрид	ФАО	Урожайність зерна, т/га		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
СИ Шикарі	200	4,21	4,42	4,54
СИ Інвіктус	210	4,96	5,08	5,26
СИ Амбатор	230	5,11	5,37	5,63
НІР _{0,05}		0,15	0,2	0,17

З таблиці 3.8 бачимо, що на варіанті із системою удобрення N90P60K60 на усіх гібридах отримали високі показники, так на гібриді Шикарі перевищення контролю на 0,33т/га, на Інвіктус на 0,3 т/га, на Амбатор на 0,52

т/га. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 перевищення контролю на гібриді Шикарі складала 0,21 т/га; на гібриді Інвіктус на 0,12 т/га; на Амбадор на 0,26 т/га. Кращі результати на усіх варіантах отримали на гібриді Амбадор як і у попередньому році.

Отже, у нашому дослідженні протягом 2023-2024 років кращі показники продуктивності отримали на гібриді Амбадор (ФАО 230) із системою удобрення N90P60K60, що вплинули на реалізацію генетичного потенціалу гібриду.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Виробництво зерна кукурудзи є важливою складовою зернового господарства України. Це унікальна сировина, яка використовується у комбікормовій, харчовій, медичній, мікробіологічній та переробній промисловості. Крім того, зерно кукурудзи є високоенергетичною сировиною для промислового виробництва біоетанолу, що робить його важливим продуктом для різних галузей промисловості.

Інтенсифікація вирощування кукурудзи та використання новітніх інноваційних досягнень у галузі селекції та насінництва мають значний вплив на економічну ефективність виробництва цієї культури. Раціональне використання генетичного потенціалу кукурудзи та впровадження нових високопродуктивних гібридів, які стійкі до несприятливих умов та хвороб, може підвищити врожайність цієї культури на 20–25%. Оновлення асортименту насіння високих репродукцій також допомагає покращити економічні показники вирощування кукурудзи [26].

Гібриди кукурудзи різних груп стиглості мають різний вміст вологи у зерні під час збирання врожаю. Ранньостиглі гібриди мають низький вміст вологи, тоді як середньо- та пізньостиглі гібриди мають вищий вміст вологи у зерні в 1,5–2,0 рази.

Для визначення ефективності виробництва гібридів кукурудзи різних груп стиглості враховувалися такі критерії: виробничі витрати на гектар з урахуванням затрат на сушіння зерна, собівартість одиниці продукції та прибуток.

Рівень рентабельності, який є відношенням прибутку до собівартості, є концентрованим виразом усіх цих факторів. Розрахунки вартісних виробничих витрат на гектар посіву, включаючи собівартість продукції, були проведені на основі типової технології вирощування кукурудзи в умовах Лісостепової зони. Цей підхід допомагає оцінити ефективність вирощування кукурудзи та приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації гібридного складу для

підвищення рентабельності виробництва [24].

Ефективність використання сучасних гібридів кукурудзи суттєво залежить від гібридного складу, оптимальної густоти посадки, використання добрив та систем зрошення. При розробці сортових технологій ці аспекти потребують детального дослідження. Також важливо вивчити вплив обмежуючих метеорологічних умов вегетаційного періоду на потенційну врожайність сучасних гібридів кукурудзи в умовах степової зони [50].

Витрати на виробництво продукції були розраховані відповідно до нормативів і цін, що діють у Полтавській області. Вартість продукції була визначена на основі середньобіржових цін за 2024 рік. Реалізаційна ціна кукурудзи 8200 грн/т. Цей підхід дозволяє точно врахувати витрати та визначити вартість продукції з урахуванням реальних умов і цінових показників, що сприяє об'єктивній оцінці ефективності виробництва гібридів кукурудзи в даній зоні. Показники економічної ефективності системи удобрення у польовому експерименті подана у таблицях 4.1, 4.2, 4.3.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність виробництва ранньостиглих гібридів кукурудзи у досліді (2024 рік)

Гібрид	Контроль				
	Урожайність, т/га	Вологість, %	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі витрати грн/га	Рентабельність, %
СИ Шикарі	4,21	15,8	34522	22231,2	75,3
СИ Інвіктус	4,96	19,0	40672	22372,4	81,8
СИ Амбатор	5,11	16,9	41902	22400,6	87,0

З таблиці 4.1 бачимо, що кращі показники урожайності на контрольному варіанті були на гібриді Амбатор, порівняно з гібридом Інвіктус показник збільшився на 5,2%, порівняно з гібридом Шикарі – на 11,7%.

Таблиця 4.2

**Економічна ефективність виробництва ранньостиглих гібридів
кукурудзи у досліді**

Гібрид	Фон удобрення N60P60K60				
	Урожайність, т/га	Вологість, %	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі витрати грн/га	Рентабельність, %
СИ Шикарі	4,42	16,0	36244	22270,7	80,74
СИ Інвіктус	5,08	19,2	41656	22394,9	86,01
СИ Амбатор	5,37	17,1	44034	22449,5	96,15

З таблиці 4.2 бачимо, що кращі показники урожайності на варіанті удобрення N60P60K60 були на гібриді Амбатор, порівняно з гібридом Інвіктус показник збільшився на 10,14%, порівняно з гібридом Шикарі – на 15,41%.

Таблиця 4.3

**Економічна ефективність виробництва ранньостиглих гібридів
кукурудзи у досліді**

Гібрид	Фон удобрення N90P60K60				
	Урожайність, т/га	Вологість, %	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі витрати грн/га	Рентабельність, %
СИ Шикарі	4,54	16,3	37228	22293,3	87,99
СИ Інвіктус	5,26	19,3	43132	22428,8	92,31
СИ Амбатор	5,63	17,5	46166	22498,5	105,2

З таблиці 4.3 бачимо, що кращі показники урожайності на варіанті

удобрення N60P60K60 були на гібриді Амбадор, порівняно з гібридом Інвіктус показник збільшився на 12,89%, порівняно з гібридом Шикарі – на 17,21%.

Отже, розрахунки економічних показників дають можливість стверджувати, що система удобрення N90P60K60 дозволила реалізувати генетичний потенціал гібридів кукурудзи, найвищі показники отримали на гібридів ФАО 230 Амбадор.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Результати польових досліджень підтверджують, що кукурудза є посухостійкою культурою, але рівень врожайності значно залежить від ФАО, генетичного потенціалу гібридів та системи удобрення, а саме:

1. Висота рослин кукурудзи у фазі повної стиглості за норми удобрення N90P60K60 у 2023 році була вищою по всіх гібридах. Так, показник гібриду Амбатор (ФАО 230) перевищував показник по гібриду Інвіктус (ФАО 210) на 1,3см, по гібриду Шикарі (ФАО 200) на 2,8см. Порівнюючи кращий варіант удобрення з контролем бачимо перевищення по гібриду Амбатор на 11,8 см, по гібриду Інвіктус на 10,1см, по гібриду Шикарі на 9,5см, що свідчить про ефективність повного мінерального живлення у порівнянні лише з припосівним внесенням добрив на контролі. Дещо нижчі показники отримали на варіанті із системою удобрення N60P60K60 у порівнянні з кращим варіантом, але і така система показала кращі результати у порівнянні з контролем.

2. Висота рослин кукурудзи у фазі повної стиглості за норми удобрення N90P60K60 у 2024 році була вищою по всіх гібридах. Так, показник гібриду Амбатор (ФАО 230) перевищував показник по гібриду Інвіктус (ФАО 210) на 1,5см, по гібриду Шикарі (ФАО 200) на 0,8см. Порівнюючи кращий варіант удобрення з контролем бачимо перевищення по гібриду Амбатор на 9,9 см, по гібриду Інвіктус на 12см, по гібриду Шикарі на 11,6см, що свідчить про ефективність повного мінерального живлення у порівнянні лише з припосівним внесенням добрив на контролі. Дещо нижчі показники отримали на варіанті із системою удобрення N60P60K60 у порівнянні з кращим варіантом, але і така система показала кращі результати у порівнянні з контролем як і у 2023 році.

3. Висота кріплення качана на гібриді Амбатор на варіанті із удобренням N90P60K60 перевищила контроль на 24см, на варіанті з удобренням N60P60K60 перевищення на 9см. Показники по гібриду Інвіктус на цих же варіантах удобрення перевищили контроль відповідно на 22 см і на 9 см. Показники по гібриду Шикарі на варіантах удобрення збільшилися порівняно з контролем на 20см та 8см. Висота кріплення качана на гібриді Амбатор на варіанті із удобренням N90P60K60 перевищила контроль на 14см, на варіанті з

удобренням N60P60K60 перевищення на 9см. Показники по гібриду Інвіктус на цих же варіантах удобрення перевищили контроль відповідно на 12 см і на 7 см. Показники по гібриду Шикарі на варіантах удобрення збільшилися порівняно з контролем на 14см та 7см. Кращі показники отримали на ділянках з гібридом Амбадор як і у попередньому році.

4. У 2023 році за діаграмою «Довжина качана» кращі результати отримали на варіанті 3 із системою удобрення N90P60K60 по гібриду Амбадор та Інвіктус порівняно з контролем на 4-5см. За діаграмою «Кількість качанів у ряді» бачимо, що у варіанті із системою удобрення N90P60K60 на усіх гібридах отримали 14 качанів у ряду, що на 2 шт. більше за контрольні показники. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 по гібридах Шикарі та Амбадор отримали показник 13шт , що на 1 шт. перевищив контроль. За діаграмою «Кількість зерен у качані» із системою удобрення N90P60K60 показники на гібриді Амбадор перевищили контроль на 148шт, на гібриді Інвіктус збільшився на 151шт, на гібриді Шикарі – на 162шт. За діаграмою «Маса 1000 зерен» бачимо, що на кращому варіанті 3 показники по гібридах перевищили контроль, так по Амбадор – на 45г, по Інвіктус – на 42г; по Шикарі – на 43г.

5. У 2024р за діаграмою «Довжина качана» кращі результати отримали на варіанті 3 із системою удобрення N90P60K60 по гібриду Амбадор та Інвіктус порівняно з контролем на 3см. За діаграмою «Кількість качанів у ряді» бачимо, що у варіантах 2 і 3 на гібридах Амбадор отримали 13 качанів у ряду, що на 1 шт. більше за контрольні показники. За діаграмою «Кількість зерен у качані» із системою удобрення N90P60K60 показники на гібриді Амбадор перевищили контроль на 109шт, на гібриді Інвіктус збільшився на 106шт, на гібриді Шикарі – на 110шт. За діаграмою «Маса 1000 зерен» бачимо, що на кращому варіанті 3 показники по гібридах перевищили контроль, так по Амбадор – на 64г, по Інвіктус – на 64г; по Шикарі – на 63г.

6. На варіанті із системою удобрення N90P60K60 у 2023 році на усіх гібридах отримали високі показники урожайності, так на гібриді Шикарі перевищення контролю на 0,86т/га, на Інвіктус на 0,78 т/га, на Амбадор на 0,64 т/га. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 перевищення контролю на

гібриді Шикарі складала 0,53 т/га; на гібриді Інвіктус на 0,47 т/га; на Амбатор на 0,39 т/га. Кращі результати на усіх варіантах отримали на гібриді Амбатор.

7. На варіанті із системою удобрення N90P60K60 у 2024 році на усіх гібридах отримали високі показники урожайності, так на гібриді Шикарі перевищення контролю на 0,33т/га, на Інвіктус на 0,3 т/га, на Амбатор на 0,52 т/га. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 перевищення контролю на гібриді Шикарі складала 0,21 т/га; на гібриді Інвіктус на 0,12 т/га; на Амбатор на 0,26 т/га. Кращі результати на усіх варіантах отримали на гібриді Амбатор як і у попередньому році.

Рекомендуємо у господарстві вирощувати гібриди ФАО 230, зокрема Амбатор із системою удобрення N90P60K60, що впливають на реалізацію генетичного потенціалу гібриду та рентабельність.

АНОТАЦІЯ

Сахацький М.М. Удобрення кукурудзи залежно від генетичних особливостей гібридів.

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії (за освітньо-професійною програмою Насінництво і насіннєзнавство)

Обсяг кваліфікаційної роботи: 72 с., 2 рис., 11 табл., 10 додатки 61 літературне джерело.

Об'єкт досліджень: реалізація генетичних особливостей ранньостиглих гібридів Компанії Сингента – СИ Шикарі ФАО 200, СИ Інвіктус ФАО 210, СИ Амбадор ФАО 230 на різних фонах удобрення.

Мета роботи: полягала в науковому обґрунтуванні та комплексній оцінці росту та розвитку рослин, формування врожайності сучасних ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від фону мінерального живлення. Це дослідження допомогло визначити оптимальні норми внесення мінеральних добрив для гібридів кукурудзи з метою підвищення їх зернової продуктивності. Результати дослідження рекомендовані для підприємства при виборі оптимальних стратегій внесення добрив для отримання найкращих результатів у вирощуванні кукурудзи.

Результати та їх новизна: Експериментально доведено ефективність удобрення ранньостиглих гібридів кукурудзи. Встановлено, що на варіанті із системою удобрення N90P60K60 у 2024 році на усіх гібридах отримали високі показники урожайності, так на гібриді Шикарі перевищення контролю на 0,33 т/га, на Інвіктус на 0,3 т/га, на Амбадор на 0,52 т/га. На варіанті із системою удобрення N60P60K60 перевищення контролю на гібриді Шикарі складало 0,21 т/га; на гібриді Інвіктус на 0,12 т/га; на Амбадор на 0,26 т/га. Кращі результати на усіх варіантах отримали на гібриді Амбадор як і у 2023 році.

Основні наукові та практичні результати: Отримані результати польових досліджень дають можливість рекомендуємо вирощувати гібриди ФАО 230, зокрема Амбадор із системою удобрення N90P60K60, що впливають

на реалізацію генетичного потенціалу гібриду та рентабельність.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: господарству рекомендуємо вирощувати гібриди ФАО 230, зокрема Амбатор із системою удобрення N90P60K60, що впливають на реалізацію генетичного потенціалу гібриду та рентабельність.

Перелік ключових слів: кукурудза, система удобрення, генетичний потенціал, ФАО.