

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**05.01 – МКР. 494 «С»2023.03.31. 025ПЗ**

**ДМИТРЕНКА БОГДАНА ЄВГЕНІЙОВИЧУ**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
УДК 631.8:633.15

ПОГОДЖЕНО  
Декан агробіологічного  
факультету

ДОНУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри рослинництва

Оксана ТОНХА Світлана КАЛЕНСЬКА  
« / » 2023 р. « / » 2023 р.  
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО  
ВІД МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ»

Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітня програма Агрономія  
Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,  
д. с.-г. наук, професор С.М. Каленська  
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
доктор філософії Б. О. Мазуренко

Виконав Б.С. Дмитренко  
КИЇВ - 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с.-г. наук, професор

С. М. КАЛЕНСЬКА

«28» вересня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ

Дмитренку Богдану Євгенійовичу

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мінерального удобрення» затверджена наказом ректора НУБіП України від 31.03.2023 р. № 494 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10.10.2023 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний, малогумусний, середньосуглинковий, товщина гумусового горизонту складає 70 см. Валовий вміст гумусу у товщині орного шару гумусового горизонту знаходиться в межах 4,7 %, азоту – 0,167 %, фосфору – 0,140 %, калію – 2,20 %. Легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0- 20 см міститься 9,0-9,7 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 9,2-10,7, обмінного калію – 14,2-15,3 мг/100 г ґрунту.

Гібриди кукурудзи: П8012Е, АНОВІ КС, ДКС 3050; норми мінеральних

добрив N<sub>90</sub>, N<sub>113</sub>, N<sub>136</sub> на фоні внесення фосфорно-калійних добрив.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

- проаналізувати теперішній стан вирощування кукурудзи на зерно та основні чинники, за допомогою яких можна підвищити продуктивність посівів;

- проаналізувати ґрунтові та погодні умови року в зоні дослідження та оцінити їх вплив на урожайність;

- встановити вплив фактору гібриду та мінерального удобрення на площу листя, фотосинтетичний потенціал та висоту кріплення

- встановити вплив чинників на формування елементів продуктивності та біометричних параметрів качана, урожайність зерна.

- обґрунтувати економічну ефективність, собівартість, прибуток та рентабельність технології вирощування з пощипеними елементами по кожному варіанту.

Дата видачі завдання 28.10.2022 р.

Керівник магістерської роботи

Завдання прийняв до виконання

Б.О. МАЗУРЕНКО

Б.С. ДМИТРЕНКО

## РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мінерального удобрення»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 54 сторінках машинописного тексту, включає 12 таблиць, 5 рисунків, п'ять розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 50 найменувань, з них 4 латиницею.

В першому розділі наведено значення кукурудзи та основні перспективи у подальшому поширенню в світі, наведені еколого-біологічні фактори вирощування та відношення до абіотичних факторів, вказано на роль чиннику гібриду та живлення у підвищенні продуктивності кукурудзи.

В другому розділі охарактеризовано умови проведення польового дослідження, описано ґрунтові та погодні умови року та основні методи, що використовувалися.

В третьому розділі проаналізовано особливості перебігу вегетаційного періоду посівів, визначено реакцію площі листя та фотосинтетичного потенціалу на досліджувані фактори. Надано результати по висоті кріплення початку.

В четвертому розділі описано та проаналізовано окремі елементи структури врожаю та наведено урожайність зерна залежно від гібрида та мінерального живлення.

В п'ятому розділі розраховано економічну ефективність технології вирощування кукурудзи за поліпшених елементів технології.

Завершується робота висновками та пропозиціями виробництву.

КУКУРУДЗА, ГІБРИДИ, КАРБАМІД, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ

# НУБІП України

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ..... 11

# НУБІП України

1.1 Значення і перспективи вирощування кукурудзи..... 11

1.2 Еколого-біологічні фактори вирощування кукурудзи..... 12

1.2.1 Відношення до тепла..... 12

1.2.2 Відношення до вологи..... 12

1.2.3 Відношення до ґрунту..... 13

1.3 Роль гібридів у формуванні продуктивності кукурудзи..... 14

1.4 Вплив мікроелементів на продуктивність кукурудзи..... 15

# НУБІП України

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 19

2.1 Погодні та ґрунтові умови проведення досліджень..... 19

2.2 Схема польового досліду..... 21

2.3 Методика проведення обліків..... 21

# НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ПОСІВАМИ  
КУКУРУДЗИ..... 22

3.1 Фенологічні спостереження за кукурудзою..... 22

3.2 Площа листа в фазу цвітіння..... 25

3.3 Фотосинтетичний потенціал посівів..... 27

3.4 Висота прикріплення початку..... 28

# НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ..... 31

4.1 Елементи структури врожаю..... 31

4.1.1 Передзбиральна густина стояння..... 31

4.1.2 Кількість початків на 100 рослин..... 33

4.1.3 Кількість рядів зерен в початках.....	34
4.1.4 Кількість зерен в ряду.....	35
4.1.5 Кількість зерен в качані.....	36

4.1.6 Маса насіння з качана.....	37
----------------------------------	----

4.1.7 Маса 1000 насінин.....	39
4.2 Урожайність кукурудзи.....	39

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	43
---	----

ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	49

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

# НУБІП України

Кукурудза важлива зернова культура, що посідає перше місце за валовими зборами в світі та є однією з найважливіших у раціоні худоби. В той час, як

майже вичерпано екстенсивні шляхи збільшення валових зборів кукурудзи подальший ріст можливий за поліпшення вже існуючих технологій. Потенціал

# НУБІП України

продуктивності сучасних гібридів значно вищий, чим його реалізація навіть в умовах інтенсивних технологій, тому важливим стає роль в ефективному

використанні вже наявних ресурсів. Сортозаміна є важливим елементом господарювання, оскільки дозволяє підвищити продуктивність лише за рахунок

# НУБІП України

заміни одного елемента – стандартного генотипу на високопродуктивний.

**Актуальність досліджень** полягає в необхідності уточнення ефективних норм добрив для отримання високої врожайності при позитивному

економічному ефекті. В теперішніх умовах вартість технології вирощування кукурудзи

# НУБІП України

суттєво зростає за рахунок дорожчання добрив та паливно-мастильних матеріалів з одночасним зниження вартості зерна, як готової продукції. На переш місце виходять чинники здешевлення технології –

використання добрив, що дають стрімкий приріст урожайності в короткостроковій перспективі. Фактор управління азотним живленням є одним

# НУБІП України

з основних у формуванні врожаю на ґрунтах з середнім та високим забезпеченням фосфором та калієм.

Однією з найпоширеніших практик сучасності є внесення карбаміду в передпосівну культивуацію. Карбамід містить азот в амідній формі, тому він стає

# НУБІП України

доступним для кореневої системи рослини в теплих та вологих умовах, коли відбувається процес нітрифікації ферментом уреазою, який продукують ґрунтові

мікроорганізми. Період вивільнення азоту з карбаміду співпадає з підвищеною потребою кукурудзи в азоті, тому це добриво є ефективним також в інтенсивних

# НУБІП України

технологіях.

**Мета досліджень** полягає у становленні впливу зміни норми азотних добрив у вигляді карбаміду у передпосівну культивуацію на продуктивність та формування зернових елементів структури врожаю й урожайність кукурудзи.

Для досягнення мети ставилися наступні задачі:

- проаналізувати теперішній стан вирощування кукурудзи на зерно та основні чинники, за допомогою яких можна підвищити продуктивність посівів;
- проаналізувати ґрунтові та погодні умови року в зоні дослідження та оцінити їх вплив на урожайність;
- встановити вплив фактору гібриду та мінерального удобрення на площу листя, фотосинтетичний потенціал та висоту кріплення початку;
- встановити вплив чинників на формування елементів продуктивності та біометричних параметрів качана, урожайність зерна.
- обґрунтувати економічну ефективність, собівартість, прибуток та рентабельність технології вирощування з поліпшеними елементами по кожному варіанту.

**Об'єкт досліджень:** гібриди кукурудзи, норми мінеральних добрив, економічна ефективність, елементи структури врожаю.

**Предмет досліджень** – процес формування продуктивності та урожайності зерна у гібридів за різних норм мінеральних добрив.

**Методи досліджень.** Основним методом для виконання дослідження був польовий дослід – для отримання набору даних для оцінки продуктивності посівів у польових умовах. Лабораторні методи використовувалися для визначення показників якості врожаю. Статистичні методи для оцінки впливу факторів та обґрунтуванні різниці між варіантами.

Наукова новизна полягає в уточненні впливу дії внесення різних норм мінеральних добрив (карбаміду) на продуктивність гібридів середньоранньої групи (ФАО 200–220).

# НУБІП УКРАЇНИ

**Публікації.** За темою магістерської роботи опубліковані тези доповідей.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

# НУБІП України

### 1.1. Значення і перспективи вирощування кукурудзи

Використання біомаси з сільськогосподарських культур для вирішення енергетичних завдань є важливим на фоні зростання вартості енергоносіїв.

Більше 65% енергії із відновлюваних джерел можна отримати завдяки сільськогосподарській продукції. Україна має значний резерв біомаси для енергетики, що рівняється приблизно 27 млн. т умовного палива щорічно.

Основні вкладники в цей потенціал – це відходи після збирання врожаю та енергетичні культури, зокрема, такі як кукурудза.

Кукурудза на зерно забезпечує стабільність в зерновому секторі України, особливо у роки, коли умови не сприяють іншим зерновим. Кукурудза відзначається можливістю довгого зберігання без збитків (до місяця) та стабільністю до вилягання на фоні великої кількості внесених добрив або на родючих ґрунтах.

В теперішній час кукурудза стає дедалі популярнішим відновлюваним джерелом енергії для виготовлення біоетанолу. Крім того, наявність ремонтантних сортів кукурудзи сприяє оптимальному використанню її листя та стебла для отримання біогазу через ферментацію в специфічних установках.

При спалюванні сухої листо-стебельної маси кукурудзи вона демонструє кращі характеристики порівняно з соломом інших зернових: зола плавиться при вищій температурі, а вміст сірки - менший. Також викиди оксидів сірки та азоту при цьому менше, ніж у випадку спалювання соломи пшениці.

Основною незерновою частиною врожаю кукурудзи є її стебло та стрижень. Згідно з дослідженнями Національної академії аграрних наук України, співвідношення цієї частини до зерна складає 1,3. Україна має дуже великий потенціал нехарчової біомаси у вигляді відходів виробництва кукурудзи на зерно.

Однак ключова перешкода для широкого використання відходів кукурудзи як джерела енергії полягає в недосконалості технологій та нестабільності в

урожайності кукурудзи з року в рік. Тому напрями розвитку біоенергетики в Україні потребують послідовного та обґрунтованого підходу, враховуючи можливі екологічні та економічні наслідки для країни.

## 1.2. Еколого-біологічні фактори вирощування кукурудзи

### 1.2.1. Відношення до тепла

Кукурудза віддає перевагу теплому клімату, проростаючи при температурі 10-12 °С у ґрунті, хоча деякі гібриди можуть прорости і при 5-6 °С. Оптимальні умови для її росту на початковому етапі – це середньодобова температура 20-23 °С, тоді як у другій половині вегетації – 22-23 °С [26].

Температурні фактори можуть обмежувати розвиток кукурудзи. Наприклад, при 6,6 °С рослини призупиняють формування листя, а оптимальна температура для створення нових вегетативних частин становить 10-11 °С.

Коливання температур, зокрема холодні ночі, можуть гальмувати ріст та сприяти подовженню вегетаційного періоду [21].

Рослини кукурудзи відзначаються високою чутливістю до низьких температур. Весняні приморозки можуть значно ушкодити кукурудзу, але рослина здатна відновитися за короткий час. Проте приморозки близько -5...-6 °С можуть призвести до загибелі, якщо точка росту знаходиться над поверхнею ґрунту [26].

Під час вегетації, температура до 25 °С сприяє росту кукурудзи. Але високі температури під час цвітіння можуть негативно впливати на процеси запліднення. Температури вище 30 °С під час цвітіння можуть порушити цей процес. Низька вологість при високих температурах може призвести до стерильності пилку, що в результаті веде до череззерності [20].

### 1.2.2. Відношення до вологи

Транспіраційний коефіцієнт кукурудзи свідчить про її водоспоживаність може коливатися від 250 до 400 в залежності від різних факторів, таких як родючість ґрунту, зволоження та удобрення. Цей показник на 1,5-1,8 рази

нижчий порівняно з іншими зерновими культурами. Однак, незважаючи на це, кукурудза в цілому споживає досить велику кількість води (від 3000 до 6000 т/га) через її довгий вегетаційний період і значний об'єм вегетативної маси [29].

Водоспоживання кукурудзи під час вегетації різко відрізняється на різних етапах росту. Під час проростання насіння потребує в 40-45% води від його сухої маси. На ранньому етапі від сходів до формування 12-15 листків рослина використовує лише 7-9% води від загального водоспоживання за сезон. Проте до фази молочної стиглості кукурудза споживає вже до 70% загального обсягу води.

Лише 20% води потребують рослини в період від молочної до повної стиглості [27, 28].

Особливо важливим є 30-денний період, який розпочинається за 10-15 днів до викидання волоті і завершується у фазі молочної стиглості. В цей час рослина активно споживає воду (до 50% загального обсягу), оскільки це період інтенсивного накопичення сухої речовини, цвітіння, запліднення та формування зерна [42]. Недостатній доступ до води в цей критичний час може призвести до втрат у врожаї. Короткочасна ґрунтова посуха може призвести до зменшення врожаю на 20%, тоді як триваліша (5-7 днів) може знизити врожайність на 50% [14].

### 1.2.3. Відношення до ґрунту

Рослини кукурудзи нерівномірно поглинають елементи живлення протягом вегетації. На ранніх стадіях їх розвитку споживання мінімальне, але до моменту викидання волоті вони потребують 3,2 кг/га азоту, 0,9 кг/га фосфору та 3,4 кг/га калію щоденно [13].

В кукурудзи є два критичних періоду по потребі в елементах живлення. Перший період потребує підвищеного споживання фосфору, коли рослина має від 3 до 7 листків. У другий важливий період кукурудза інтенсивно вбирає азот, особливо в момент активного росту від 9 до 10 листків до викидання волоті [5, 23, 24].

Додатково, різні макроелементи асимілюються рослинами по-різному впродовж вегетації. Азот активно використовується до воскової стиглості, з піком попиту під час викидання волоті до цвітіння [1]. Фосфор асимілюється стабільно майже до моменту зрілості зерна [41, 43]. А калій особливо активно збирається у першій половині вегетаційного періоду та під час формування зерна [4].

### 1.3. Роль гібридів у формуванні продуктивності кукурудзи

Підвищення урожайності кукурудзи і збільшення виробництва зерна значною мірою залежать від використання нових гібридів з різними ступенями стиглості та великим потенціалом врожайності. Серед нових форм кукурудзи є такі, що вимагають специфічних умов вирощування і догляду, а інші менш чутливі до змін у технологіях вирощування [16, 17].

Асортимент доступних гібридів кукурудзи дуже різноманітний, включаючи різницю за походженням, тривалістю вегетації, формою рослини, витривалістю до різних небезпек та адаптивністю до умов вирощування [22, 36].

Сучасні гібриди кукурудзи демонструють гнучкість і диверсифікацію [44, 46]. Селекційна робота дозволяє розробляти гібриди, що відповідають певним потребам, таким як раннє дозрівання, вміст різних речовин у зерні і т.д. Важливо відзначити, що багато сучасних гібридів розроблені для високої продуктивності і вимагають високих технологічних стандартів вирощування [2, 32].

У недавні роки кукурудзу все більше вирощують у північних районах, завдяки селекції ранньостиглих гібридів і зміни клімату. Такі гібриди здатні ефективно розвиватися, уникаючи літніх стресів, завдяки швидкому росту і ранньому набору сухої маси, а також високій швидкості висихання зерна [25].

Проте не завжди скоростиглість гібриду співпадає із його посухостійкістю, жаростійкістю та темпами витрачання вологи зерна [1, 38]. До того ж слід враховувати, що скоростиглість має зворотний напрямок кореляції з продуктивністю, тому при виборі гібрида важливо не перейти межу економічної доцільності вирощування кукурудзи [3, 33].

Для задоволення потреб кожного конкретного господарства слід підбирати свій перелік гібридів кукурудзи – відповідно до своєї агро кліматичної зони, матеріально-технічного стану та цілей для яких вона вирощується [18].

#### 1.4. Вплив мікроелементів на продуктивність кукурудзи

Для кукурудзи є життєво важливими не лише основні макроелементи, такі як азот, фосфор та калій, а й мезо та мікроелементи [39]. Кальцій, магній та сірка також грають ключову роль у її розвитку. Кукурудза потребує 6-10 кг кальцію і магнію, а також 3-4 кг сірки для формування 1 тонни зерна [9, 31].

Магній відіграє важливу роль в продукуванні хлорофілу та синтезі амінокислот. Якщо його не достатньо, листки можуть стати жовтими або набути червоного відтінку, особливо старіші. Такий дефіцит особливо шкідливий для кукурудзи під час цвітіння та формування зерна, адже це може призвести до череззерниці у качанів та їх недостатньої озерненості [30].

Сірка найактивніше концентрується в листках кукурудзи. Її недостатність може призвести до поганого формування білка, редукції розміру листка та зростання стебла. Рослини з низьким вмістом сірки часто виглядають слабо, їх ріст сповільнюється, а качани можуть бути недостатньо наповнені зерном. Серед різних типів ґрунтів, дерново-підзолисті є найбільш бідними на сірку. Цей дефіцит також знижує ефективність використання азотних добрив [37, 40].

Мікроелементи є критично важливими для росту та розвитку кукурудзи, незважаючи на те, що їх потреба в них менша, порівняно з макроелементами [11].

Якщо в ґрунті недостатньо доступних форм цих мікроелементів, це може призвести до порушень у рості та розвитку рослин, а також зниження якості та кількості урожаю [8]. Так, наприклад, дефіцит цинку може спричинити зниження продуктивності рослини.

Застосування мікродобрив є одним із способів недопущення дефіциту мікроелементів [34]. Це може збільшити стійкість рослин до різних навколишніх стресових чинників, таких як екстремальні температури, шкідники або хвороби, та таким чином сприяти підвищенню врожайності та якості зерна [19, 20].

НУВБІП УКРАЇНИ

І хоча ґрунт є основним джерелом мікроелементів для рослин, не всі ґрунти можуть задовольнити потреби рослин в цих елементах. Крім того, не всі форми мікроелементів у ґрунті легко доступні для рослин. Це означає, що навіть

якщо в ґрунті є достатньо великий загальний вміст мікроелементів, це не гарантує, що рослини зможуть їх ефективно засвоїти. Тому при вирощуванні кукурудзи важливо регулярно проводити аналіз ґрунту та враховувати рекомендації щодо внесення мікродобрив.

НУВБІП УКРАЇНИ

Цинк та бор є двома із мікроелементів, які відіграють критично важливі ролі у фізіології кукурудзи. Вони взаємодіють з багатьма процесами в рослині і можуть суттєво впливати на продуктивність та якість урожаю [45].

НУВБІП УКРАЇНИ

Цинк, як було зазначено, є ключовим у синтезі хлорофілу, вітамінів та інших біохімічних процесах. Відсутність цинку може призводити до характерних симптомів, таких як блідо-жовті смуги на молодих листках або їх червоне забарвлення. Отже, для досягнення оптимальної продуктивності кукурудзи важливо підтримувати належний рівень цинку у ґрунті [30].

НУВБІП УКРАЇНИ

Бор, з іншого боку, є важливим для процесів, таких як цвітіння, зав'язування качанів та дихання. Дефіцит бору може призвести до деформації качанів, зменшення листової поверхні та інших симптомів, які впливають на загальний розвиток рослини.

НУВБІП УКРАЇНИ

Також важливо звернути увагу на те, як різні фактори середовища, такі як погода, ґрунт та внесення інших поживних речовин, можуть впливати на доступність та засвоєння цих мікроелементів рослинами [47]. Зокрема, внесення фосфорних добрив може взаємодіяти з доступністю цинку, тому рекомендується ретельно планувати програму добрив для досягнення оптимального рівня обох елементів [6].

НУВБІП УКРАЇНИ

Знання про роль і взаємодію цих мікроелементів у фізіології кукурудзи дозволяє сільськогосподарським виробникам краще розуміти, як забезпечити рослини всіма необхідними поживними речовинами для досягнення високої врожайності та якості урожаю [7].

Марганець є важливим мікроелементом, який бере участь у численних фізіологічних процесах в рослинах. Він активізує ряд ферментів, які сприяють фотосинтезу, диханню, і формуванню хлорофілу. Марганець також необхідний для росту кореневої системи та розвитку генеративних органів [35].

На ґрунтах з великим вмістом органічних речовин або з високим рівнем рН може відбуватися недостатній вміст марганцю, оскільки він перетворюється на форми, які важко доступні для рослин. Також високий вміст інших металів у ґрунті може інгібувати поглинання марганцю рослинами [50].

Для корекції дефіциту марганцю можна використовувати марганцеві добрива. Однак перед цим рекомендується провести аналіз ґрунту, щоб визначити рівень доступного марганцю і визначити необхідну норму внесення.

Застосування марганцевих добрив може бути корисним не тільки для кукурудзи, але й для інших культур, таких як пшениця, соя, і багатьох інших.

Однак важливо пам'ятати, що надмірний вміст марганцю також може бути токсичним для рослин, тому важливо дотримуватися рекомендованих норм внесення [48, 49].

Мікродобрива є дієвими засобами для підвищення врожайності кукурудзи.

Вони забезпечують не тільки більший врожай, але й захищають насіння та паростки від ураження шкідниками і хворобами, сприяють кращому проростанню насіння.

Регулятори росту виявляються важливими інструментами в інтенсивних технологіях вирощування кукурудзи. Вони забезпечують кращий ріст і розвиток рослин, підвищуючи їх стійкість до несприятливих умов, таких як високі температури або посушливі періоди.

Важливо зауважити, що обробка насіння регуляторами росту, в комбінації з протруєнням та обробкою мікроелементами, може виявитися найефективнішою. Проте для оптимізації результатів важливо правильно визначити час і метод застосування регуляторів росту, а також дезування.

Сучасні технології і підходи можуть значущо покращити врожайність та якість вирощуваної кукурудзи, а також забезпечити її стійкість до різних небажаних факторів середовища.

Ефективне використання регуляторів росту та мікробіологічних препаратів є ключовим в агротехніці сучасного землеробства. Ці препарати відіграють роль в активізації природних процесів у рослинах, підсиленні їх протидії до стресових умов, збільшенні урожайності та якості врожаю.

Регулятори росту не можуть повністю замінити мінеральні добрива. Вони працюють на рівні фізіологічних процесів рослини, покращуючи їх можливості використовувати доступні ресурси та протистояти несприятливим умовам.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП України

Дослідження виконувалися на базі господарства ПІАТ «ПЛЕМІННИЙ ЗАВОД-ДОСЛІДНЕ ГОСПОДАРСТВО «ЗОЛОТОНІСЬКЕ», що розташоване в м. Золотоноша, Черкаської області.

НУБІП України

### 2.1. Погодні та ґрунтові умови проведення досліджень

Погодні умови Черкаської області відповідають помірно-континентальному клімату. Погодний режим порівняно теплий, з нестійким волого забезпеченням. Зима малосніжна і м'яка, літо тепле і помірно-вологе.

НУБІП України

Середня температура повітря за рік по області становить  $+7,9$ ... $+8,7$  °С.

Зимовий період на Черкащині триває 90-94 дні – з 26-29 листопада до 27 лютого - 1 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  у бік потепління та починається весна.

НУБІП України

Сума позитивних температур повітря вище  $5^{\circ}\text{C}$  за цей період змінюється від  $3090^{\circ}\text{C}$  на північному заході області до  $3350^{\circ}\text{C}$  на південному сході. Період активної вегетації с/г. культур (із середніми добовими температурами повітря  $10^{\circ}\text{C}$  і вище) триває 167–173 дні, змінюючись в окремі роки від 144 до 196 днів.

НУБІП України

Починається він 16-20 квітня і закінчується 3-6 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище  $10^{\circ}\text{C}$  за цей період змінюється від  $2745^{\circ}\text{C}$  на північному заході області до  $3010^{\circ}\text{C}$  на південному сході.

НУБІП України

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний, малогумусний, середньосуглинковий, товщина гумусового горизонту складає 70 см. Валовий

НУБІП України

вміст гумусу у товщині орного шару гумусового горизонту знаходиться в межах 4,7 %, азоту – 0,167 %, фосфору – 0,140 %, калію – 2,20 %. Легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–20 см міститься 9,0–9,7 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 9,2–10,7, обмінного калію – 14,2–15,3 мг/100 г ґрунту.

НУБІП України

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи в 2023 році представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Погодні умови при вирощуванні кукурудзи в 2023 році

Місяць	Температура повітря, °С	Опади, мм	ГТК
Квітень	10,0	28	0,8
Травень	16,1	20	0,4
Червень	20,1	102	1,6
Липень	21,6	97	1,4
Серпень	23,1	18	0,3
Вересень	18,1	12	0,2
<b>Середнє за вег. період</b>	<b>20,2</b>	<b>237</b>	<b>1,0</b>

Збільшення середньодобової температури в другій половині квітня створило оптимальні умови для проведення ранньої сівби кукурудзи. Активна вегетація кукурудзи відбувалася у період з 5 травня по 1 вересня, тому при розрахунку суми опадів за період вегетації можна брати 4 місяці – травень, червень, липень, серпень.

Середня температура повітря за період вегетації кукурудзи становила 20,2 °С з поступовим підвищенням до серпня, коли середньодобова температура становила 23,1. Висока температура в серпні з низькою кількістю опадів дозволила посівам кукурудзи досягати рівномірно, а збиральна вологість зерна була близькою до стандартної вологості.

Низька кількість опадів у квітні та травні несуттєво впливає на продуктивність, бо загальне водоспоживання за цей період повністю забезпечується ґрунтовими запасами. В той же час в червні та липні, коли потреба у водоспоживанні є максимальною, випадає суттєво більша кількість опадів, чим зазвичай в регіоні в цей час. Оскільки кукурудза здатна ефективно використовувати літні опади, то така кількість (199 мм за два місяці) позитивно впливає на продуктивність посівів. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в ці місяці перевищує 1,4, тобто посіви вегетують в умовах достатньої, або надмірної

зволоженості. Посушливі умови серпня не впливають суттєво на продуктивність, бо критична фаза по вологозабезпеченню вже завершилась.

## 2.2. Схема польового дослідження

Польові дослідження проводили в 2023 році. Досліджувалося 2 фактори (таблиця 2.2). Фактор А – гібриди кукурудзи : П8012Е (ФАО 220), АНОВІ КС (ФАО 220), ДКС 3050 (ФАО 200). Фактор В – система удобрення: Фон (P<sub>64</sub>K<sub>90</sub>) + N<sub>90</sub> (200 кг/га карбаміду); Фон (P<sub>64</sub>K<sub>90</sub>) + N<sub>113</sub> (250 кг/га карбаміду); Фон (P<sub>64</sub>K<sub>90</sub>) + N<sub>136</sub> (300 кг/га карбаміду).

Таблиця 2.2

Схема польового дослідження

Фактор А: гібриди	Фактор В: система удобрення
A.1. П8012Е	B1. Фон + N <sub>90</sub> (контроль)
A.2. АНОВІ КС	B2. Фон + N <sub>113</sub>
A.3. ДКС 3050	B3. Фон + N <sub>136</sub>

Повторність дослідження – трикратна. Площа елементарної ділянки 48 м<sup>2</sup>, а облікової 24 м<sup>2</sup>.

Фосфорні та калійні добрива вносилися восени в основний обробіток ґрунту. Азотні добрива в повному обсязі вносилися в передпосівну культивування у вигляді карбаміду (вміст азоту 46 %). Попередник для кукурудзи – пшениця озима. Основний обробіток – класичний зяблевий з оранкою на 22–24 см.

Сівбу проводили при прогріванні ґрунту у верхньому шарі до 10 °С (27 квітня 2023 року). Норма висіву насіння 74 тисячі схожих насінин/га на глибину 3-5 см з міжряддям 70 см пунктирним способом. Захист посівів типовий для культури.

## 2.3. Методика проведення обліків

В посівах проводили наступні обліки та спостереження згідно прийнятих в дослідках з агрономії [10, 12]:

1. **Густота стояння.** Визначається шляхом підрахунку рослин на 14,3 м довжини рядка в 3 місцях облікової ділянки. Вираховується середнє значення.

2. **Площа листя.** Визначалася в фазу цвітіння розрахунковим методом.

Визначала площу кожного листка окремо за формулою  $S = a * b * 0.75$ , де  $a$  – довжина,  $b$  – ширина листка. Надалі визначали площу з всієї рослини та перераховували на всю площу.

3. **Середня площа листя за всю вегетацію.** Максимальну площу листя ділили на коефіцієнт 1,83.

4. **Фотосинтетичний потенціал.** Розраховують, як суму площ листкової поверхні за кожний день вегетації, або шляхом перемноження середньої площі листя на 1 га на кількість днів в періоді між першим та останнім обліками.

5. **Висота кріплення початку.** Визначали середнє значення на 10 рослинах від місця кріплення початку до поверхні ґрунту.

6. **Кількість початків на 100 рослинах.** Підраховували кількість початків на 100 рослинах у 3 кратній повторності на кожному варіанті.

7. **Елементи структури врожаю** визначали шляхом відбору 5 початків з кожного варіанту та обрахунком всіх показників.

8. **Урожайність зерна** визначали методом суцільного обмолоту з перерахунком на вологість 14 %.

9. **Економічна ефективність** згідно звичних методик [15].

## РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ПОСІВАМИ КУКУРУДЗИ

### 3.1. Фенологічні спостереження за кукурудзою

У кукурудзи виділяють наступні фенологічні фази: проростання, сході, фаза 3–5 листків, 7 листків, поява волоті, цвітіння волоті та початку, молочна

молочно-воскова, воскова та повна стиглість. Тривалість фенологічних фаз залежить від умов вегетації та групи стиглості/гібриду

Тривалість вегетації залежить від тривалості окремих фенологічних фаз. У гібридів різних груп стиглості початок цвітіння припадає на різні дати, бо вони формують різну кількість вузлів та міжвузлів. В свою чергу у гібридів однієї групи стиглості різниця в розвитку може бути обумовленою фізіологічними особливостями.

Дати настання основних фенологічних фаз у кожного гібрида представлені в таблиці 3.1 (за контрольному по препаратам варіанті).

Таблиця 3.1

Дати настання фенологічних фаз в кукурудзи в 2023 році

Період спостереження	П8012Е	АНОВІ КС	ДКС 3050
Сівба	27.04	27.04	27.04
Повні сходи	05.05	05.05	05.05
3 листки	18.05	18.05	18.05
7 листків	05.06	04.06	04.06
12 листків	29.06	28.06	30.06
Поява волоті	01.07	02.07	05.07
Цвітіння початку	05.07	04.07	08.07
Молочна стиглість	24.07	22.07	25.07
Воскова стиглість	09.08	07.08	11.08
Повна стиглість	01.09	29.08	01.09

Сівбу всіх гібридів проводили в один день (27 квітня) за однією технологією. Сходи з'являлися 5 травня, а 3 листок формувався 18 травня. Між гібридами в цей час не було різниці у розвитку.

Фаза утворення 7 листка, а відповідно внесення препаратів припадала на 4 червня у гібридів АНОВІ КС та ДКС 3050, а в П8012Е на день пізніше.

Оскільки гібриди належать до середньоранньої групи та формують всього 12–15 листків, то наступна фаза – 12 листків свідчить про досягнення рослинами фази, коли в полі не можна заїхати звичайними агрегатами та проводити обробки. Дата настання цієї фази у різних гібридів відрізнялася на 1 добу.

Поява волоті у гібридів П8012К та АНОВІ КС припала на 1 та 2 липня, оскільки рослини формували лише 12 листків, а в гібриду ДКС 3050 – 5 липня, бо формувався на 1 листок більше. Цвітіння початку почалося невдовзі після появи волоті, тому загрози поганого запилення не спостерігалось.

Молочна стиглість у гібридів розпочиналася в різні періоди. Раніше всього вона наступала в гібриду АНОВІ КС – 22 липня, потім в П8012Е (24 липня), а пізніше в ДКС 3050 (25 липня). Дана тенденція збереглася і в фазу воскової стиглості, тільки розрив між гібридами додатково зріс на 1 добу. Фізіологічна стиглість (поява чорної точки) відмічалася 29 серпня у гібрида АНОВІ КС та 1 вересня у ДКС 3050 та П8012Е. Вологість зерна в цей період була високою, тому збирання проводили пізніше, коли вологість опустилася нижче 20%.

Тривалість вегетації середньоранніх гібридів (ФАО 200–300) в умовах Черкаської області в середньому становить 105–115 діб, але залежить від умов року. В роки з достатньою кількістю вологи тривалість вегетації може продовжуватися.

Відмінності у тривалості вегетації та даті настання певних фаз пов'язані з зміною тривалості міжфазних періодів у другій половині вегетації (таблиця 3.2).

Якщо до фази утворення 12 листків тривалість міжфазних періодів могла різнитися на 1 добу, то в подальшому ці відмінності зростали до 2–3 діб.

Тривалість періоду появи сходів становила 8 діб у всіх гібридів, фаза 3 листка розпочиналася через 13 діб після появи сходів, а 7 листок з'явився через 17–18 діб після 3.

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних періодів в кукурудзі			
Період спостереження	П8012Е	АНОВІ КС	ДКС 3050

Сівба – сходи	8	8	8
Повні сходи – 3 листки	13	13	13
3 листки – 7 листків	18	17	17
7 листків – 12 листків	24	24	26
12 листків – Поява волоти	2	4	5
Поява волоти – Цвітіння початку	4	2	3
Цвітіння початку – Молочна стиглість	19	18	17
Молочна стиглість – Воскова стиглість	16	16	17
Воскова стиглість – Повна стиглість	23	22	21
Сходи – Повна стиглість	119	116	119

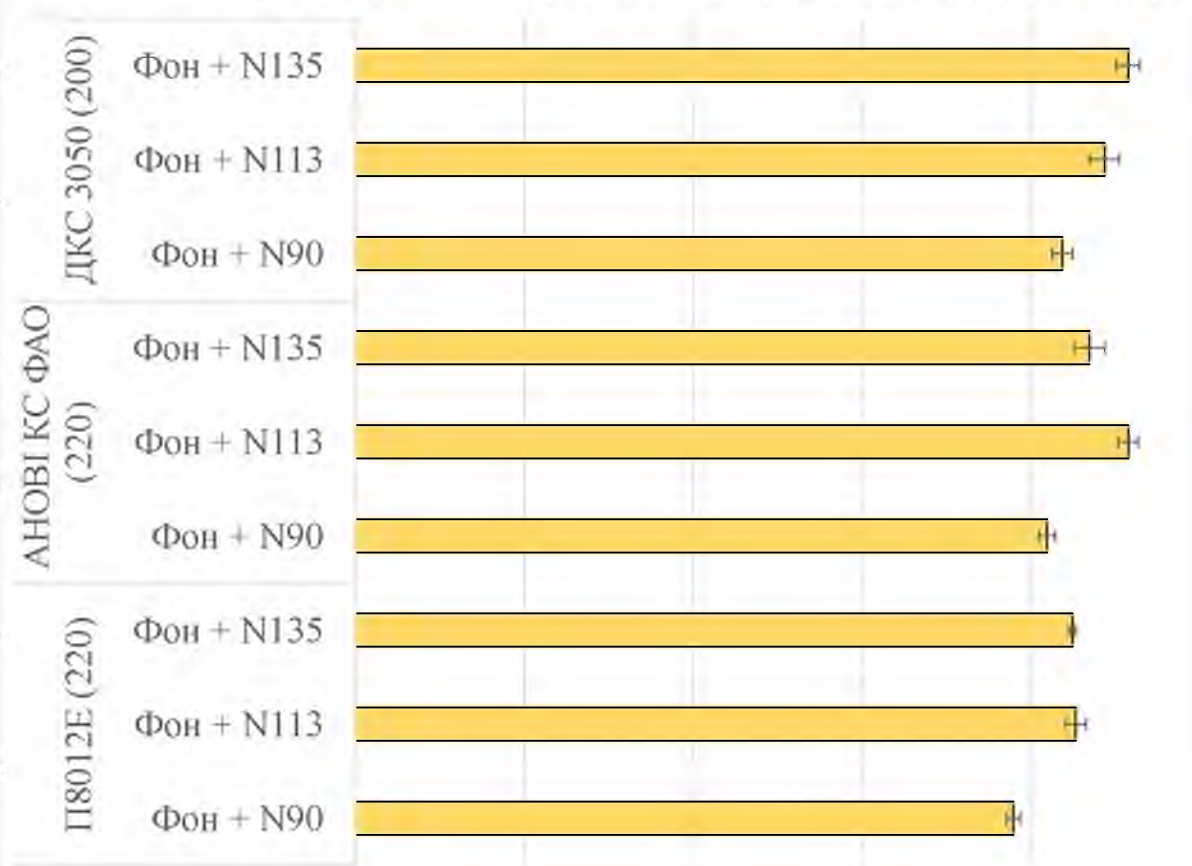
Настання фази 12 листка після відмічання 7 листка зайняло 24 доби вегетації у гібридів П8012Е і АНОВІ КС та 26 днів у ДКС 3050. Поява волоти фіксувалася через 2 доби у П8012Е, через 4 у АНОВІ КС та 5 у ДКС 3050. Поява та цвітіння початку розпочиналося через 4 доби у П8012Е, 2 та 3 доби у АНОВІ КС та ДКС 3050 відповідно. Від цвітіння початку до настання молочної стиглості рослинам знадобилося 17–19 днів, а від молочної до воскової 16–17 днів. Повна стиглість зерна у гібриду П8012Е наставала через 23 доби після воскової стиглості, через 22 доби у АНОВІ КС та 21 добу у ДКС 3050.

### 3.2. Площа листя в фазу цвітіння

Площа листя у кукурудзи починає інтенсивно збільшуватися після утворення 5 листка та досягає свого максимуму у фазу цвітіння, тому між продуктивністю та максимальною площею листя є певна кореляція.

Максимальна площа листя посівів кукурудзи може досягати 70 тис. м<sup>2</sup>/га при вирощуванні її на силос у загущених посівах, але у виробничих посівах при вирощуванні на зерно цей показник становить 35-50 тисяч м<sup>2</sup>/га.

Площа листя посіві кукурудзи залежно від досліджуваних чинників представлені на рисунку 3.1. В середньому площа листя була близькою до 40-42 тисяч м<sup>2</sup>/га.



Площа листя, тис. м<sup>2</sup>/га

Рис. 3.1. Площа листя кукурудзи в фазу цвітіння

Гібриди відрізнялися між собою за максимальною площею листя та збільшували її при обробці посівів препаратами Хелатин Кукурудза та ЯраВіта Цинтрак 700. Найменша площа листя була у гібриду П8012Е, де на контрольному варіанті формувалося 39 тис. м<sup>2</sup>/га листя у фазу цвітіння, а внесення цих препаратів підвищувало значення площі листя до 42,5–42,7 тис. м<sup>2</sup>/га без різниці між препаратами.

Гібрид АНОВІ КС на контрольному варіанті формував 41 тисячу м<sup>2</sup>/га, а при обробці Хелатин Кукурудза це значення суттєво зросло – 43,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Обробка посівів ЯраВіта Цинтрак 700 також істотно підвищувала площу посівів порівняно з іншими варіантами по гібриду – до 45,8 тисяч м<sup>2</sup>/га, що є одним з максимальних показників.

У ДКС 3050 формувалася найбільша площа листя на варіанті без внесення препаратів – 41,9 тисяч м<sup>2</sup>/га, а при обробці Хелатин Кукурудза зростала на 2,5 тисячі м<sup>2</sup>/га до 44,4 тис м<sup>2</sup>/га. Обробка ЯраВіта Цинтрак неістотно підвищувала площу листя, але значення було одним з максимальних у досліді 45,8 тис. м<sup>2</sup>/га.

З огляду на зазначені результати можна стверджувати, що препарати дають істотну прибавку до площі асимілюючої поверхні, тому потенційно можуть підвищувати продуктивність посівів. Продуктивність залежить не лише від площі листкового апарату, але й тривалості його ефективного функціонування.

### 3.3. Фотосинтетичний потенціал посівів

Фотосинтетичний потенціал – це показник, який залежить від площі листя протягом вегетації та відображає потенціал, який може реалізувати рослина в процесі своєї вегетації. Є певні методики, які дозволяють визначити кількість врожаю за фотосинтетичним потенціалом.

Загальний фотосинтетичний потенціал посівів передбачає фіксацію параметрів площі листя на різних фазах вегетації, проте в кукурудзи є тенденція, що середня площа листя за вегетацію в середньому в 1,75–1,83 рази менша, ніж максимальна у фазу цвітіння. Оскільки нам відома максимальна площа листя та тривалість вегетації, ми можемо обрахувати фотосинтетичний потенціал посівів (таблиця 3.3), який буде близьким до реального.

Таблиця 3.3

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи

Гібрид	Варіант обробки	Середня площа листя	Тривалість вегетації, діб	ФП
--------	-----------------	---------------------	---------------------------	----

		під час вегетації		
П8012Е (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	21,3	119	2,54
	Фон + N <sub>113</sub>	23,3	119	2,78
АНОВІ КС ФАО (220)	Фон + N <sub>136</sub>	23,2	119	2,76
	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	22,4	116	2,60
	Фон + N <sub>113</sub>	25,0	116	2,90
ДКС 3050 (200)	Фон + N <sub>136</sub>	23,8	116	2,76
	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	22,9	119	2,72
	Фон + N <sub>113</sub>	24,3	119	2,89
	Фон + N <sub>136</sub>	25,0	119	2,98
НІР <sub>05</sub>		1,8		0,21

Тривалість вегетації досліджуваних гібридів дуже близька, тому основний вклад у варіювання фотосинтетичного потенціалу буде чинити середня площа листя.

### 3.4. Висота прикріплення початку

Висота кріплення початку є важливою характеристикою, яка пост-фактум може характеризувати продукційні процеси. У посівів з однаковою висотою рослин, але нижчим кріпленням початку зазвичай більша продуктивність, бо на утворення сухих речовин насіння працює вся листкова поверхня, що утворюється над початком. З іншої сторони висота прикріплення початку зростає в загущених посівах, тобто є критерієм, який дозволяє оптимізувати технологію вирощування. У випадку, коли рослина утворює два початки, висота кріплення суттєво знижується, що також є сигналом неоптимальних виробничих умов.

Висоту кріплення початку визначали у фазу повної стиглості кукурудзи на 10 рослинах та виводили середнє значення (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

Висота прикріплення початку в 2023 році

Гібрид	Варіант обробки	Висота прикріплення нижнього початку, см
П8012Е (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	75
	Фон + N <sub>113</sub>	77
	Фон + N <sub>136</sub>	77
АНОВІ КС (ФАО 220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	83
	Фон + N <sub>113</sub>	84
	Фон + N <sub>136</sub>	80
ДКС 3050 (200)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	62
	Фон + N <sub>113</sub>	68
	Фон + N <sub>136</sub>	65
НІР <sub>05</sub>		120

Досліджувані препарати не мали суттєвого впливу на висотку кріплення початку на якомусь конкретному гібриді, оскільки різниця між найбільшим та найменшим значенням по гібриду була нижчою за НІР<sub>05</sub>. Серед досліджуваних гібридів найбільша висота прикріплення початку була у гібриду АНОВІ КС від 80 до 84 см. У гібриду П8012Е з таким самим ФАО (220) висота кріплення початку була меншою, але не суттєво – 75–77 см. Висота кріплення нижнього початку у гібриду ДКС 3050 була суттєво нижчою порівняно з гібридом АНОВІ КС та становила 62 см на контрольному варіанті. За норми азотних добрив N<sub>113</sub> призводило до закладання початку вище – 68 см, а за внесення N<sub>136</sub> – на висоті 65 см, тобто між варіантами різниця була несуттєвою.

Майже однакова тривалість вегетації досліджуваних гібридів, але різна площа листя та просторова локалізація качана могли впливати на продуктивність та формування окремих елементів продуктивності.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ

### 4.1. Елементи структури врожаю

Урожайність зерна кукурудзи визначається двома основними параметрами посіву – густотою стояння перед збиранням та індивідуальною продуктивністю рослин. В свою чергу індивідуальна продуктивність рослин в сучасних товарних гібридів обмежується масою насіння з одного початку. Формування другого початку на рослині є результатом надлишковості елементів живлення за достатньої вологості ґрунту. Другий початок менший, ніж основний, закладається нижче та може необмолочуватися при збиранні, якщо не досягає певного розміру. Маса зерна з початку визначається кількістю зерен в початку та масою 1000 насінин.

#### 4.1.1. Передзбиральна густина стояння

Передзбиральна густина стояння кукурудзи має істотний вплив на урожайність, к безпосередній чинник масштабування індивідуальної продуктивності рослини на весь посів. З іншого боку загущення, або зрідження посівів може впливати на масу зерна з початку, його розмір та кількість. Сучасні гібриди характеризуються високою пластичністю до умов вирощування та можуть змінювати конфігурацію початку відповідно до початкових умов живлення, але якщо дефіцит елементів живлення проявиться на пізніх етапах, то частина насіння в качані просто не виповниться, або взагалі не утвориться.

На густоту стояння рослин на момент збирання впливають чинники виживання протягом вегетації та норма висіву і польова схожість. Залежно від умов вирощування норма висіву конкретного гібриду може відрізнятися. В умовах достатнього зволоження норма висіву зазвичай вища, ніж в умовах дефіциту вологи. Польова схожість кукурудзи зазвичай вища, ніж в інших культур, а при сівбі у якісно підготовлений ґрунт перевищує 90 %.

В наших дослідженнях норм висіву насіння становила 74 тис. шт/га у всіх гібридів, а польова схожість різнилася в вузьких межах (менше НІР<sub>05</sub>). Основа

різниця між гібридами була у різній польовій схожості, що вплинуло на густоту стояння перед збиранням (таблиця 4.1)

Таблиця 4.1

Густота стояння рослин та виживання рослин протягом вегетації

Гібрид	Варіант обробки	Густота стояння		Виживання протягом вегетації, %
		Сходи	Повна стиглість	
П8012Е (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	69,3	68,3	98,6
	Фон + N <sub>113</sub>	69,3	67,7	97,7
	Фон + N <sub>136</sub>	71,2	69,6	97,7
АНОВІ КС ФАО (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	70,9	69,7	98,3
	Фон + N <sub>113</sub>	71,2	70,0	98,3
	Фон + N <sub>136</sub>	70,3	69,7	99,0
ДКС 3050 (200)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	67,7	67,3	99,4
	Фон + N <sub>113</sub>	69,9	68,3	97,7
	Фон + N <sub>136</sub>	69,0	67,7	98,1
НІР <sub>05</sub>		2,6	2,4	2,0

Густота стояння на момент сходів у гібриду П8012Е становила 69,3–71,2 тис. рослин/га, в гібриду ДКС 3050 – 67,7–69 тисяч рослин/га, а в АНОВІ КС – 70,3–71,2 тисячі рослин/га. Різниця у виживанні протягом вегетації між всіма варіантами була несуттєвою, бо становила менше НІР<sub>05</sub>. Тенденції у впливу препаратів на загальне виживання також не спостерігалось, тобто основна відмінність у формуванні продуктивності буде залежати від індивідуальної продуктивності посівів.

#### 4.1.2. Кількість початків на 100 рослин

Коригуючим фактором індивідуальної продуктивності кукурудзи є кількість повноцінних початків на 100 рослин посіву. Випадковим чином на масиві поля можуть формуватися рослини, яку утворюють другий повноцінний початок кукурудзи. Серед факторів, що впливають на це явище є неоднорідність родючості поля та неоднорідність розміщення рослин при появі просівів або двійників. Коли потенціал початку по кількості зерен вичерпаний рослина також може утворювати другий та третій початок.

Нашими дослідженнями встановлено, що  $НІР_{05}$  для кількості початків становить 5 шт./100 рослин, отже можна оцінити вплив кожного препарату (таблиця 4.2).

Кількість початків на 100 рослинах

Гібрид	Варіант обробки	Кількість початків на 100 рослин, шт
П8012Е (220)	Фон + $N_{90}$ (контроль)	103
	Фон + $N_{113}$	107
	Фон + $N_{136}$	107
АНОВІ КС ФАО (220)	Фон + $N_{90}$ (контроль)	106
	Фон + $N_{113}$	109
	Фон + $N_{136}$	110
ДКС 3050 (200)	Фон + $N_{90}$ (контроль)	104
	Фон + $N_{113}$	112
	Фон + $N_{136}$	114
$НІР_{05}$		5

На контрольному варіанті без препаратів суттєвої різниці між гібридами не було. Гібрид П8012Е формував 103 початки/100 рослин, АНОВІ КС – 106 шт./100 р, а ДКС 3050 – 104 початки/100 рослин.

Збільшення норми внесення добрив несуттєво підвищувало кількість початків у гібриду П8012Е – до 107 шт/100 рослин. У гібриду АНОВІ КС приріст також був несуттєвим порівняно з контролем – 109 шт у варіанту за варіанту з внесення  $N_{113}$  та 110 шт у варіанту з внесенням  $N_{136}$ .

Істотний приріст порівняно з контролем обробка препаратами дала у гібриду ДКС 3050, де внесення  $N_{113}$  сформувало 8 додаткових початків на 100 рослин та 10 початків на 100 рослин у  $N_{136}$ .

Явище істотного збільшення кількості початків на 100 рослинах може бути пов'язаним з неоптимальною густотою стояння рослин та компенсацією надлишку елементів живлення через утворення додаткового початку.

#### 4.1.3. Кількість рядів зерен в початках

Кількість рядів зерен у кукурудзи визначається на початкових фазах розвитку, тому виробничі фактори, що проводяться пізніше мало впливають на варіацію цього чинника.

Кількість рядів зерен у кукурудзи завжди парне число, тому відхилення показують наявність частки початків з меншою, або більшою кількістю рядів зерен чим основна маса.

За середнім значенням кількості рядів зерен гібриди АНОВІ КС та ДКС 3050 суттєво не різняться між собою та утворюють початки переважно з 16 рядами зерен. У гібриду П8012Е утворюються переважно початки з 14 рядами (таблиця 4.3).

Обробка посівів препаратами істотно не впливала на кількість рядів зерен, але певна варіація цього чинника у посівах спостерігалася, тобто утворювалися початки з більшою, або меншою кількістю рядів зерен, ніж основна маса.

Таблиця 4.3

Кількість рядів зерен в початках кукурудзи

Гібрид	Варіант обробки	Кількість рядів зерен в початках, шт
--------	-----------------	--------------------------------------

П8012Е (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	13,8
	Фон + N <sub>113</sub>	14,2
	Фон + N <sub>136</sub>	14
АНОВІ КС ФАО (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	15,8
	Фон + N <sub>113</sub>	16
	Фон + N <sub>136</sub>	16
ДКС 3050 (200)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	16
	Фон + N <sub>113</sub>	16,2
	Фон + N <sub>136</sub>	15,8
НІР <sub>05</sub>		0,6

#### 4.1.4. Кількість зерен в ряду

Кількість зерен в ряду є основним показником, що показує вплив умов живлення на формування продуктивності. В оптимальних умовах проходження запилення майже всі квітки на початку кукурудзи запилюються, але формування зернівок починається з нижньої частини початку і поступово рухається до кінця. Поліпшення умов живлення покращує продукційні процеси та кількість сухих речовин, що утворюються в процесі фотосинтезу та може покращувати відтік до качана.

За результатами досліджень найбільша кількість насінин в ряді зерен формувалася у гібриду ДКС 3050 – 33,8–35,6 шт, у гібридів АНОВІ КС та П8012Е цей показник становив в межах 30,2–33,2 та 29,0–31,2 шт відповідно (рис. 4.1).

У гібриду П8012Е обробка препаратами давала істотну прибавку до кількості зерен в ряду +2,2 шт/ряд при внесенні N<sub>113</sub> та 1,8 шт/качан за норми N<sub>136</sub>. У гібриду АНОВІ КС приріст кількості зерен за норми N<sub>113</sub> був нижчий НІР<sub>05</sub> – +1,6 шт/качан порівняно з контролем, а за норми N<sub>136</sub> цей показник зростає на 3,0 шт/качан.

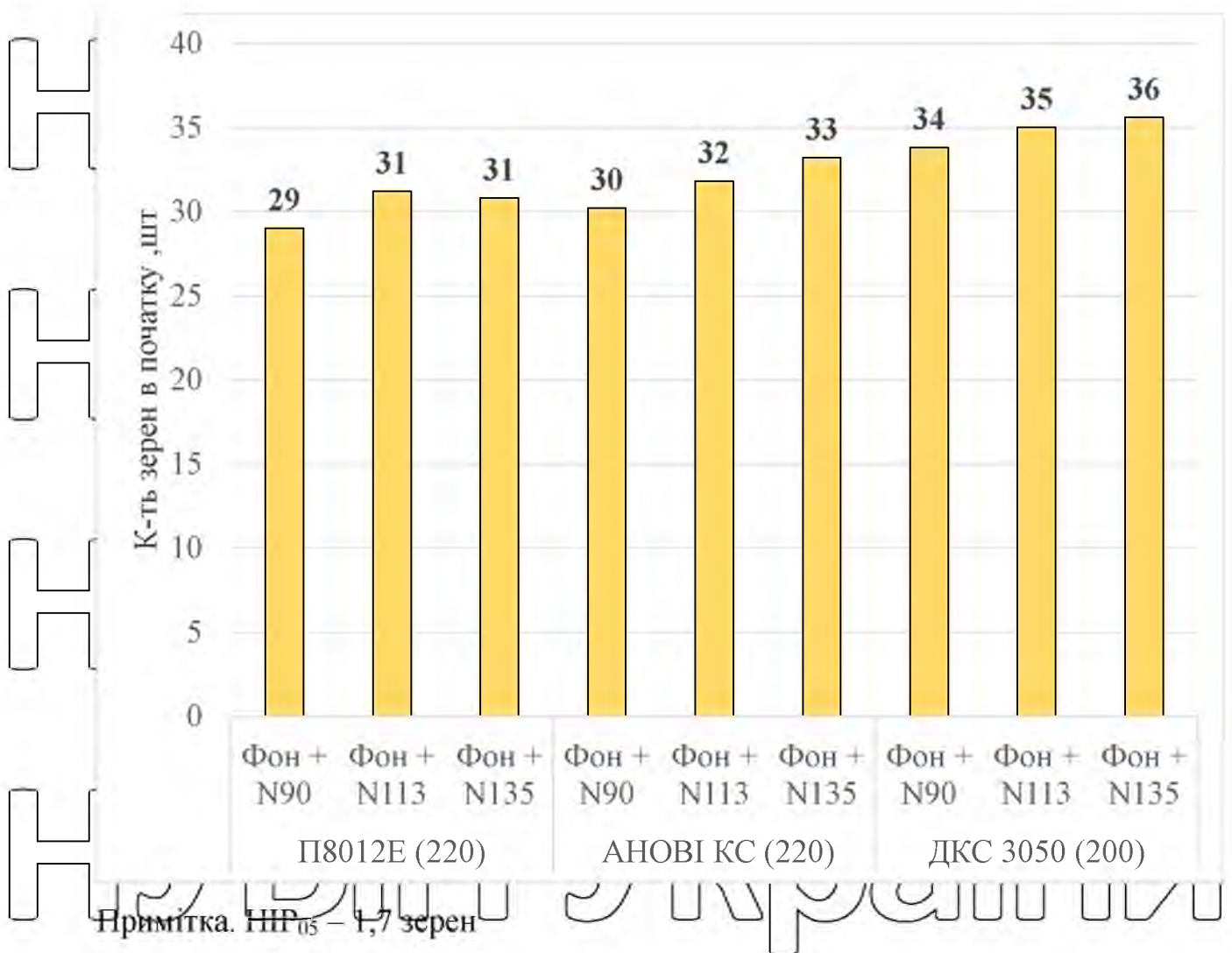
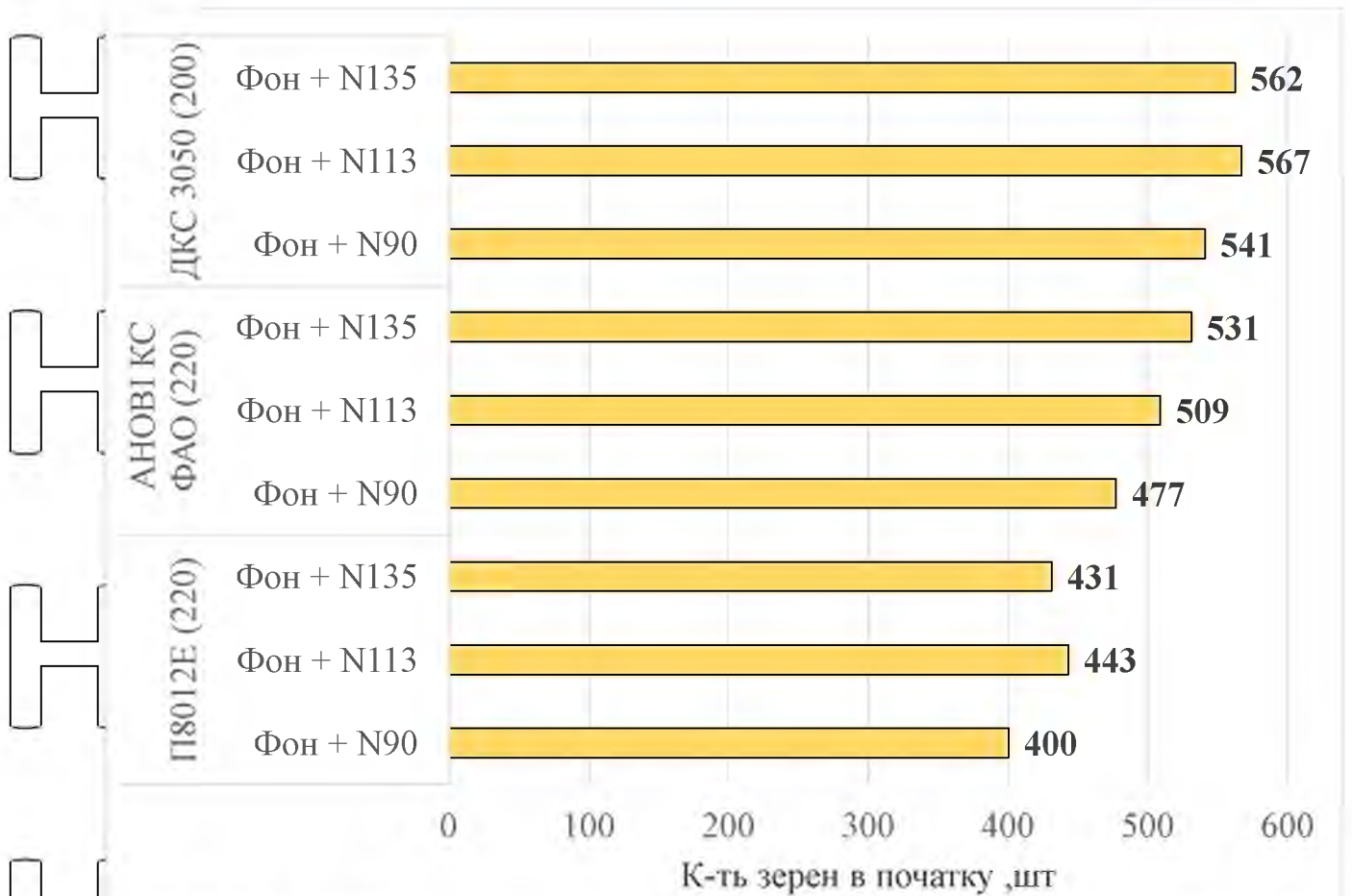


Рис. 4.1 Кількість зерен в ряду кукурудзи

Найвища норма азоту ( $N_{136}$ ) також істотно підвищувала кількість зернівок в ряду у гібриду ДКС 3050 на 1,8 шт/ряд порівняно з контролем, а варіант  $N_{113}$  давав істотної прибавки.

#### 4.1.5. Кількість зерен в качані

Загальна кількість насіння в качані залежить як від кількості рядів зерен так і кількості зерен в ряді. Найменша кількість зерен з качана формувалася у гібриду П8012Е. на контрольному варіанті цей гібрид формував 400 насінин/качан, а збільшення норми азоту також збільшувало кількість насінин в качані (рис. 4.2). На варіанті з нормою  $N_{136}$  сформувалося на 31 зернівку більше ніж на контрольному, а при внесенні  $N_{113}$  на 43 шт більше (443 шт).



Прирістка  $НІР_{05} - 27$  шт

Рис. 4.2. Кількість зерен в качані

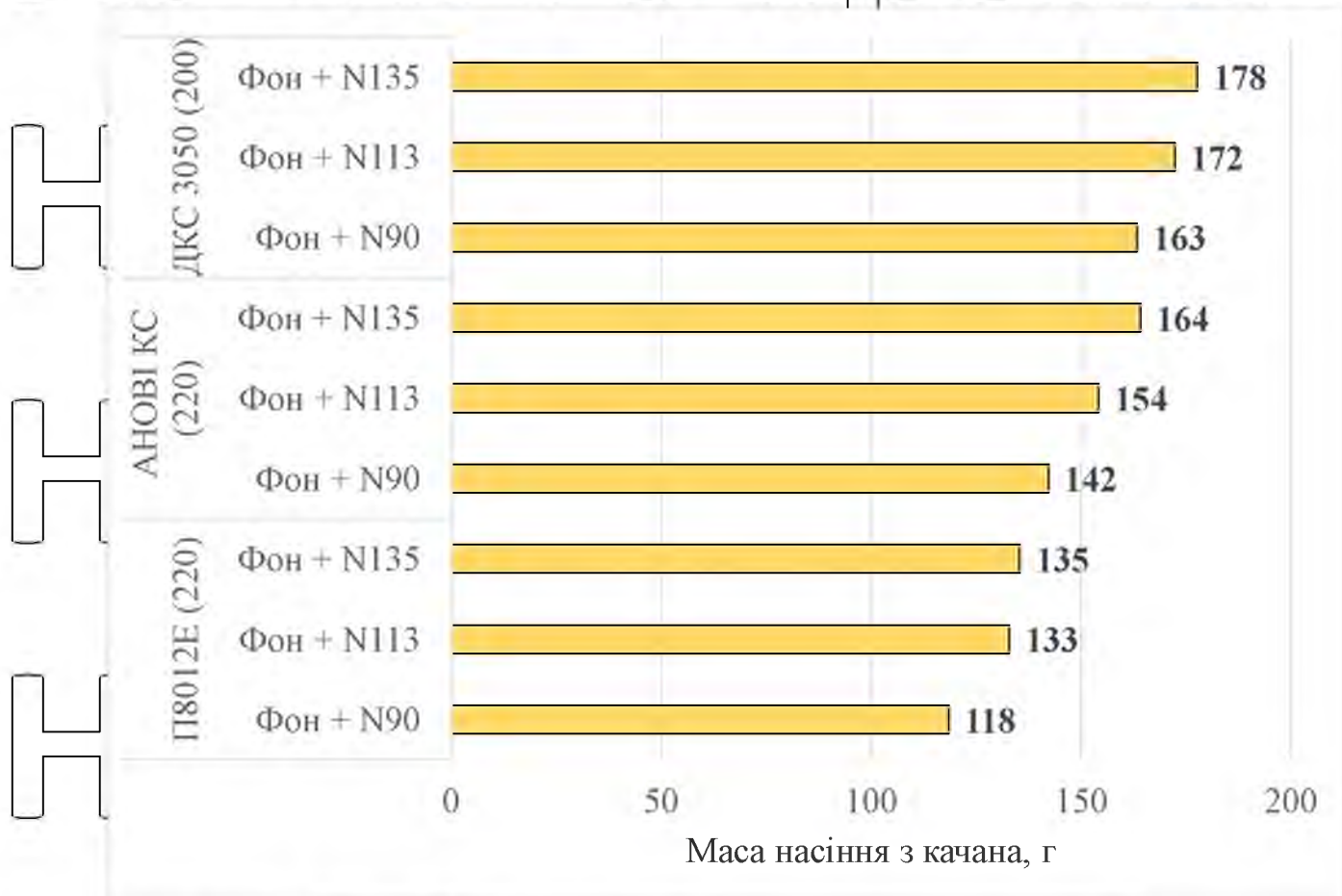
У АНОВІКС на контрольному варіанті формувалося 477 зернівок в качані, за норми  $N_{113}$  це значення зросло на 32 шт, а при  $N_{135}$  на 54 шт порівняно з контролем.

У гібриду ДКС 3050 формувалося найбільше зернівок в качані, проте різниця між варіантами системи живлення порівняно з контрольним варіантом була несуттєвою ( $НІР_{05} - 27$  шт). Прибавка на варіанті  $N_{113}$  становила 26 шт, а  $N_{135} - 21$  шт/качан.

#### 4.1.6. Маса насіння з качана

Як зазначалося раніше, важливим фактором, що визначає урожайність є індивідуальна продуктивність рослини, тобто маса зерна з усіх качанів, що формує рослина.

Середня маса зерна з качана в досліді перебувала в межах 118–178 г (рис. 4.3). Гібрид П8012Е формував 118–135 г зерна, АНОВІ КС 142–164 г, а ДКС 3050 – 163–178 г.



Примітка НІР<sub>05</sub> – 4,5 г

Рис 4.3. Маса насіння з качана

Збільшення норми добрив у гібриду П8012Е давало істотну прибавку до маси зерна з качана порівняно з контролем (118 г). Внесення добрив у нормі N<sub>113</sub> та N<sub>136</sub> не мало істотного впливу на масу зерна порівнюючи один варіант з іншим.

У гібриду АНОВІ КС збільшення норми до N<sub>113</sub> давало істотну прибавку до маси зерна з качана на рівні 12 г, а у варіанту N<sub>136</sub> прибавку вже становила 22 г до контролю.

В гібриду ДКС 3050 маса зерна на контрольному варіанті становила 163 г, на варіанті N<sub>113</sub> зростала на 9 г, а у N<sub>136</sub> на 15 г порівняно з контролем.

#### 4.1.7. Маса 1000 насінин

Досліджувані фактори також істотно впливали на масу 1000 насінин (таблиця 4.4.). Збільшення норми добрив істотно підвищувало масу 1000 насінин у кожного гібриду.

Таблиця 4.4.

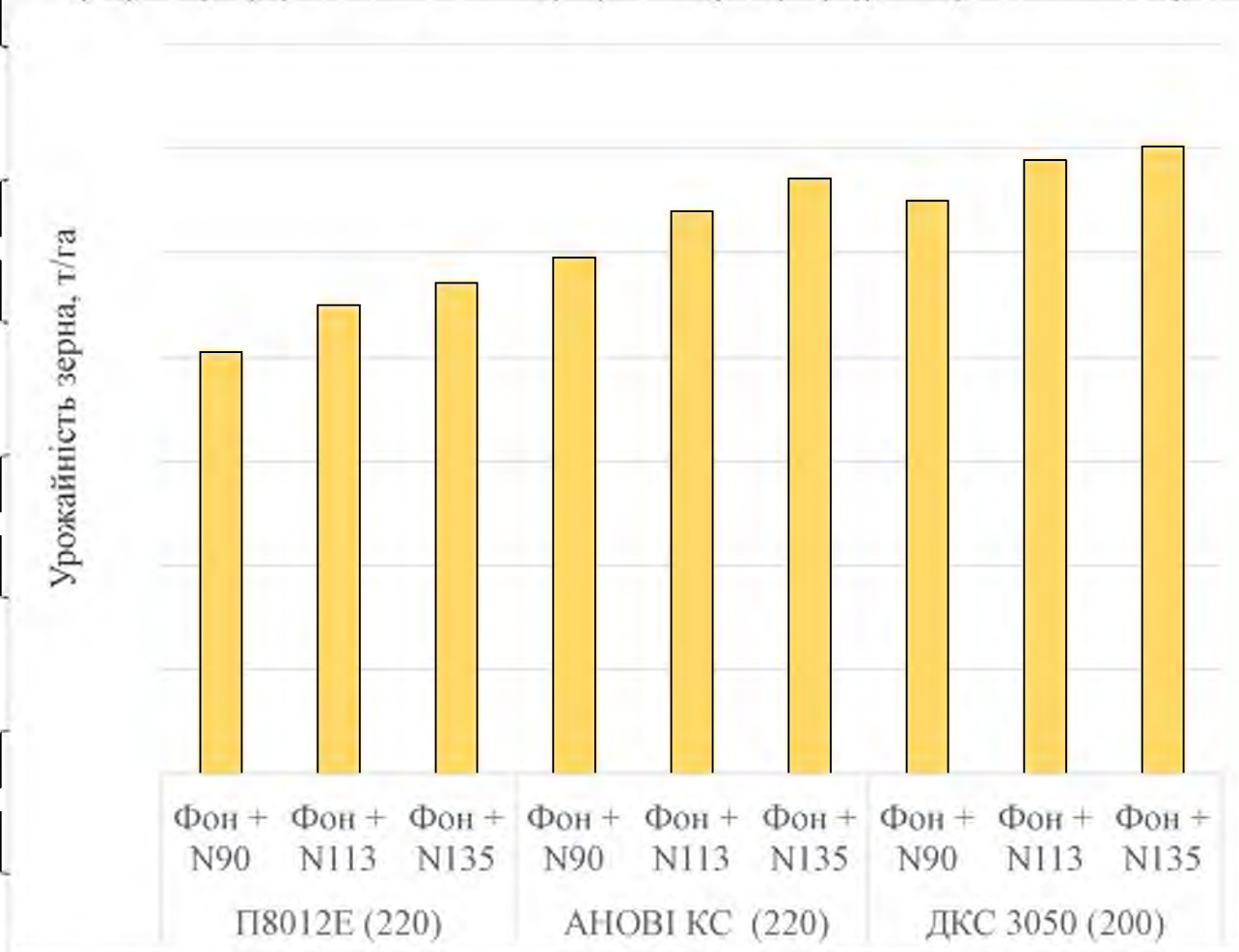
Маса 1000 зерен кукурудзи		
Гібрид	Варіант обробки	Маса 1000 насінин, г
П8012Е (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	296
	Фон + N <sub>113</sub>	300
	Фон + N <sub>136</sub>	314
АНОВІ КС (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	298
	Фон + N <sub>113</sub>	303
	Фон + N <sub>136</sub>	309
ДКС 3050 (200)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	302
	Фон + N <sub>113</sub>	304
	Фон + N <sub>136</sub>	316
НІР <sub>05</sub>		3,5

Маса 1000 насінин на контрольному варіанті системи удобрення становила 296 г у П8012Е, 298 г у АНОВІ КС та була суттєво вищою у гібриду ДКС 3050. За максимальної норми маса 1000 насінин зростала до 314 г у П8012Е, 309 г у АНОВІ КС та до 316 г у ДКС 3050.

#### 4.2. Урожайність кукурудзи

Урожайність зерна кукурудзи залежала від гібриду та системи удобрення. Найнижча урожайність була в гібриду П8012Е (рис. 4.40) та становила 8,1 т/га на

контрольному варіанті, а збільшення норми азоту до N<sub>113</sub> давало прибавку 0,9 т/га, а варіант з найвищою нормою давав прибавку 1,3 т/га до контролю.



*Примітка: НІР<sub>05</sub> – 0,4 т/га*

Рис. 4.4. Урожайність зерна кукурудзи (вологість 14%), т/га

Урожайність гібриду АНОВІ КС становила 9,9 т/га на контролі, на варіанті з внесенням N<sub>113</sub> прибавка становила 0,9 т/га, а за максимальної норми N<sub>136</sub> – 1,5 т/га. Найменший приріст від збільшення норми був у гібриду ДКС 3050, але була висока базову врожайність – 11,0 т/га на контрольному варіанті. Приріст 0,8 т/га за норми N<sub>113</sub> та 1,0 т/га за норми N<sub>136</sub> дозволив досягнути цьому гібриду найбільших значень врожайності у досліді. Значно менша прибавка вказує на те, що наближається максимум реалізації потенціалу продуктивності у конкретних умовах.

Вологість насіння при збиранні (таблиця 4.5) та вологовіддача гібриду є важливим чинником, що зменшує собівартість вирощування кукурудзи. За оптимальних умов досягання та сухій осені вологість зерна може наближатися до базисної (14 %). Проте у випадку, коли необхідно збирати великі обсяги посівів перевагу слід надавати гібридам з нижчим вмістом волого у зерні.

Таблиця 4.5  
Вологість зерна при збиранні

Гібрид	Варіант обробки	Вологість зерна при збиранні, %
П8012Е (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	17,6
	Фон + N <sub>113</sub>	17,8
	Фон + N <sub>136</sub>	18,0
АНОВІ КС (220)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	19,0
	Фон + N <sub>113</sub>	18,8
	Фон + N <sub>136</sub>	18,2
ЛКС 3050 (200)	Фон + N <sub>90</sub> (контроль)	17,2
	Фон + N <sub>113</sub>	17,5
	Фон + N <sub>136</sub>	17,5
НІР <sub>05</sub>		1,9

Вологість насіння станом на 12 добу після настання фізіологічної стиглості (поява чорної точки) у досліджуваних гібридів становила 17,2–19,0 %, що пов'язано з високою температурою повітря та відносно низькою вологістю. Норма добрив істотно не впливала на вміст вологи в насінні, проте гібрид АНОВІ КС в середньому на 0,5–0,8 % був вологішими за інші на аналогічних варіантах системи удобрення, що в результаті може спричинити додаткові витрати на сушіння.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ

### КУКУРУДЗИ

# НУБІП УКРАЇНИ

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежить від затрат на вирощування та від виручки за реалізацію готової продукції. Добрива є одним з найефективніших способів підвищити урожайність, а значить і виручку, але інколи приріст врожаю може бути недостатнім для покриття затрат на збільшення норми добрив. Сортозаміна (використання продуктивніших генотипів) може бути фактором, що дозволить підвищити економічну ефективність, бо нові сорти та гібриди можуть ефективніше використовувати доступні ресурси, а отже формувати вищу урожайність.

# НУБІП УКРАЇНИ

Згідно наших досліджень мінімальний рівень затрат на вирощування кукурудзи становив 32,8 тис. грн га (таблиця 5.1), та включав в себе виплату за оренду землі, проведення обробітку ґрунту, сівби та захисту посівів від шкідливих організмів. Змінними статтями витрат, що залежали від факторів була вартість посівного матеріалу та різні витрати на внесення планової норми добрив згідно схеми. Вартість збирання та сушіння залежала від вологості при збиранні та валового врожаю кукурудзи (вартість зняття 1 т% - 170 грн).

# НУБІП УКРАЇНИ

Реалізаційна ціна кукурудзи восени 2023 року є суттєво нижчою, що пов'язано з складністю реалізації та проблемами з логістикою та станом на 01.10.2023 в регіоні становила 4000 грн на елеваторі. Серед досліджуваних гібридів найгіршу економічну ефективність мав П8012Е, який мав рентабельність на рівні -1...2% залежно від варіанту. Собівартість цього гібриду становила 4,05 тис. грн/т, а при збільшенні норми добрив при збільшенні врожайності знизилася до 3,92-3,97 т/га. Збиток при вирощуванні гібриду на контрольній нормі добрив становив 400 грн/га, а при альтернативних варіантах прибуток становив 0,3-0,7 тис. грн/га. Рівень затрат на 1 га становив від 32,8 тис. грн до 37,4 тис. грн/га.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 5.1

№	Гібрид	Варіант	Врожайність, т/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Добрива	Насіння	Сушіння	Інші затрати	Всього	Собівартість, тис. грн/т	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %	Економічна ефективність вирощування кукурудзи	
													Затрати, тис. грн/га	Затрати, тис. грн/га
1	УТ8012Е	Фон + N90	8,1	32,4	14,0	3,2	5,0	10,6	32,8	4,05	-0,4	-1		
2	П8012Е	Фон + N113	9,0	36,0	15,5	3,2	5,8	10,8	35,3	3,92	0,7	2		
3	П8012Е	Фон + N135	9,4	37,7	17,0	3,2	6,4	10,8	37,4	3,97	0,3	1		
4	АНОВІКС	Фон + N90	9,9	39,6	14,0	3,3	8,4	10,9	36,6	3,69	3,0	8		
5	АНОВІКС	Фон + N113	10,8	43,2	15,5	3,3	8,8	10,9	38,5	3,57	4,7	12		
6	АНОВІКС	Фон + N135	11,4	45,7	17,0	3,3	8,2	10,9	39,4	3,45	6,3	16		
7	ДКС 3050	Фон + N90	11,0	44,0	14,0	3,8	7,8	11,0	36,6	3,33	7,4	20		
8	ДКС 3050	Фон + N113	11,8	47,1	15,5	3,8	9,0	11,0	39,3	3,34	7,8	20		
9	ДКС 3050	Фон + N135	12,0	48,1	17,0	3,8	9,2	11,1	41,1	3,42	7,0	17		

Примітка: Вартість 1 т зерна кукурудзи отаном на 01.10.2023 - 4000 грн

# НАУБІГ Україна

Урожайність гібриду АНОВІ КС становила від 9,9 до 11,4 т/га, що також підвищило затрати на збирання та сушіння, але на відміну від попереднього гібриду економічна ефективність була суттєва вищою. Рівень рентабельності становив 8%, а прибуток 3,0 тис грн/га при собівартості продукції 3,69 тис. грн/т на контрольному варіанті. Збільшення норми добрив призвело до збільшення затрат, але приріст врожаю був достатній, щоб підвищити рентабельність до 12–16%, а прибуток до 4,7–6,3 тис. грн/га (+ 1,7–3,3 тис. грн/га). Загальний рівень затрат при вирощуванні цього гібриду був у межах 36,6–39,4 тис. грн/га.

Найвища економічна ефективність технології вирощування була у гібриду ДКС 3050, хоча й витрати в середньому також були вищими – від 36,6 до 41,1 тис. грн/га. Умовно чистий прибуток при вирощуванні цього гібриду становив 7,0–7,8 тис. грн/га. Найефективнішим з економічної точки зору був варіант з внесенням N<sub>113</sub>, де рівень рентабельності становив 20% (як на контрольному варіанті), але чистий прибуток становив 7,8 тис. грн/га, що на 0,4 тис. грн/га більше за контроль. За максимальної норми азотних добрив приріст врожаю не зміг перекрити збільшення затрат, тому рівень рентабельності був нижче контрольного варіанту, а умовно чистий прибуток на 0,4 тис. грн/га нижчий.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

## ВИСНОВКИ

1. Тривалість досліджуваних гібридів була майже однаковою. Від появи сходів до фізіологічної стиглості гібриди П8012Е та ДКС 3050 вегетували 119 діб, а АНОВІ КС – 116 діб.

2. Площа листя гібридів кукурудзи зростала при збільшенні норми азотних добрив. Середні значення площі листя у фазу цвітіння у гібриду П8012Е становила 39–42,7 тис. м<sup>2</sup>/га, у гібриду АНОВІ КС – 41–45,8 тис. м<sup>2</sup>/га, а в ДКС 3050 – 41,9–45,8 тис. м<sup>2</sup>/га.

3. Збільшення норми азотних добрив істотно підвищувало фотосинтектичний потенціал гібриду П8012Е з 2,54 млн. м<sup>2</sup> \* діб/га до 2,76–2,78 млн. м<sup>2</sup> \* діб/га. У гібриду істотний приріст порівняно з контролем (2,6 млн. м<sup>2</sup> \* діб/га) був лише при внесенні N<sub>113</sub>. У гібриду ДКС 3050 на контрольному варіанті фотосинтектичний потенціал становив 2,72 млн. м<sup>2</sup> \* діб/га, а істотно зростав лише при внесенні N<sub>36</sub> (2,98 млн. м<sup>2</sup> \* діб/га).

4. Найнижча висота прикріплення початку була у гібриду ДКС 3050 – 62–65 см, у гібриду АНОВІ КС – 80–84 см, а в гібриду П8012Е – 75–77 см.

5. Густина стояння на момент сходів та збирання врожаю (67,7–70,0 тис. рослин/га) у всіх варіантів дослідів була у вузьких межах, тому основним фактором зміни врожаю були елементи структури врожаю. Виживання протягом вегетації становила 97,7–99,0 %, без істотного впливу системи удобрення на цей показник.

6. Гібрид ДКС 3050 формував значно більшу кількість початків, ніж інші гібриди, а при збільшенні норми азоту був істотний приріст порівняно з контролем (112–114 початків порівняно з 104 на контролі).

7. Середня кількість рядів зерен у гібриду П8012Е – 14, а зерен в ряду 29–31 шт, що в результаті призводило до формування 400–443 шт/качан. У гібридів АНОВІ КС та ДКС 3050 кількість рядів зерен – 16, але відрізнялася кількість зерен в ряду. У гібриду АНОВІ КС цей показник становив 30–33 шт/ряд, а загальна кількість насінин з початку 477–531 шт. У гібриду ДКС кількість

насінин в ряду становила 34–36 шт, а загальна кількість насіння з початку – 541–567 шт.

8. Маса насіння з качана у гібриду П8012Е становила 118 г на контрольному варіанті та зростала до 133–135 г при збільшенні норми азоту. В гібриду АНОВІ КС на контролі формувалося 142 г зерна з качана, а при збільшенні норми азоту – 154–164 г. Найбільше зерна формувалося у гібриду ДКС 3050 – 163 г на контролі та 172–178 г при більших нормах азоту.

9. Урожайність гібриду П8012Е становила від 8,1 до 9,4 т/га залежно від варіанту, АНОВІ КС від 9,9 до 10,8 т/га, а ДКС 3050 від 11,0 до 12,0 т/га.

Збільшення норми покровоно збільшувало урожайність всіх гібридів.

10. Найвища економічна ефективність вирощування кукурудзи була у гібриду ДКС 3050 та становила 17–20 %, рівень прибутку становив 7,0–7,8 тис. грн/га. При вирощуванні АНОВІ КС рівень рентабельності становив 8–16 %, а чистий прибуток 3,0–6,3 тис. грн/га. Рівень рентабельності вирощування гібриду П8012Е становив 1–2 %, а на контрольному варіанті вирощування було збитковим.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

# НУБІП України

Для сталого виробництва зерна кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України рекомендуємо:

1. Вирощувати гібрид ДКС 3050 з потенціалом урожайності 11,0–12,0 т/га

та низькою збиральною вологістю.

2. Гібрид ДКС 3050 вирощувати за системи удобрення з внесенням 250 кг/га карбаміду перед сівбою (Фон + N113), що дозволить отримати умовно чистий прибуток на рівні 7,8 тис. грн/га при рівні рентабельності 20 %.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азуркін В. О., Дідур І. М. Особливості вологовіддачі зерна гібридами кукурудзи залежно від норм азотних добрив. Корми і кормовиробництво. 2010. № 67. С. 201–204.
2. Асаншвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. Землеробство. 2014. № 1-2. С. 63–66.
3. Барсуков І. Строки збирання кукурудзи. Пропозиція. №9. 2019. С. 60–64. URL: <https://propozitsiya.com/ua/ctroky-zbyrannya-kukurudzy>
4. Білеца П. Калій – елемент якості або особливості калійного живлення рослин. Агроном. 2017. № 5 (57). 24–31. URL: <https://www.agronom.com.ua/kalij-element-yakosti-abo-osoblyvosti-kalijnogozhyvlennya-roslyn/>
5. Бреннікова Л. Ф. Формування азотного поживного режиму ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно. Агрохімія та сучасні напрями застосування добрив і біологічно-активних речовин. 2018. № 8. С. 53–61.
6. Вожегова Р. А., Дробіт, О. С., Шибанін В. С. Дробітько А. В. Вплив агротехнічних прийомів на продуктивність та якісні показники зерна кукурудзи. Науково-практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. online конф. молодих вчених, м. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. 48–49 с.
7. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у західному Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 68 (I). С. 51–66.
8. Генъ С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробки ґрунту. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони. 2011. № 1. С. 117–121.

9. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2019. Вип. 95, 1 ч. С. 128–138.

10. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016, 316 с.

11. Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. №. 4. С. 60–62.

12. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії / За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

13. Каленська, С. М., & Говенько, Р. В. (2022). Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепловими одиницями та живлення різними видами азотних добрив. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, (30), 33-43.

14. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 42–49.

15. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 3. С. 27–34.

16. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. Корми і кормовиробництво, 2020. № 89. С. 74–84.

17. Килимнюк О. І. Аналіз хімічного складу зерна кукурудзи та перспективи використання в годівлі свиней відходів її переробки на спирт і біоетанол. Корми і кормовиробництво, 2013. №. 77. С. 300–307

18. Князюк О. В., Липовий В. Г., Підпалый І. Ф. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи. Агробіологія. 2012. № 9. С. 116–120.

19. Крестьянінов Ю. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. Наукові доповіді НУБіП України. № 5 (87).

20. Лавриненко Ю. О., Гож О. А., Марченко Т. Ю., Сова Р. С., Глушко Т. В., Михаленко І. В., Шепель А. В. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310–430 за впливу регуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. Зрошуване землеробство. 2016. № 66. С. 27–30.

21. Лашина М. В., Туровець В. М., Глушко Т. В. Встановлення кореляційних залежностей між адаптивними і морфометричними ознаками та їх значення при розробці моделей гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення південного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. № 3. С. 141–145.

22. Логінова І., Смик С. Прогнозування ефективності добрив під кукурудзу на зерно за даними ґрунтової діагностики. Наукові доповіді НУБіП. 2012. № 3 (32).

23. Мазур В. А., Шевченко М. В. Формування площі листкової поверхні рослини гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. Біоресурси і природокористування. 2018. № 1-2. С. 108–114.

24. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Ефективність використання азотних добрив у прикореневому підживленні кукурудзи. Вернові культури. 2021. Т. 5. № 2. С. 329–335.

25. Носов С. С. Біометричні показники та зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від строків сівби і густоти стояння рослин у північній підзоні Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2014. № 2. С. 86–90.

26. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М.

Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник. Вінниця, 2013. 713 с.

27. Писаренко П. В., Біляєва, І. М., Пілярський В. Г., Пілярська О. О.

Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування.

Миронівський вісник. 2015. № 1. С. 243–251.

28. Петрина Г. І., Рудавська Н. М., Глива В. В., Гавриляк Я. Я., Федак В.

В. Особливості росту й розвитку нових гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. № 55 (2).

С. 93–98

29. Поляков В. І. Особливості формування якісних показників зерна

кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування.

Агробіологія. 2020. № 2. С. 132–138.

30. Полянчиков С., Капітанська О. Фізіологічна роль елементів

живлення у підвищенні стресостійкості рослин. Агроном. 2018. №1 (59). С. 36–

37.

31. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю

гібридів кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. №.

61. С. 123–134.

32. Румбах М. Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп

стиглості залежно від густоти рослини та фону мінерального живлення. Бюлетень

Інституту зернового господарства. 2011. № 40. С. 110–113.

33. Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної

ефективності виробництва зерна кукурудзи. Агроосвіт. 2020. № 3. С. 43–49.

34. Сіроха О. Л. Вплив удобрення на біометричні показники та

показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. Збірник

наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія:

Сільськогосподарські науки. 2014. Вип. 5(82). С. 37–47.

35. Слюсар І. Т., Богатир Л. В. Врожайність кукурудзи залежно від

основного обробітку та удобрення на осушуваних органічних ґрунтах

Лісостепу. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. № 88 (1). С. 93–100.

36. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. № 269. С. 74–83.

37. Тарасенко О. В. Вплив добрив на фотосинтетичну продуктивність посівів кукурудзи за прямої сівби. Вісник аграрної науки. 2014. № 7. С. 73–76

38. Трубілов О. В. Особливості формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2014. Випуск 2. С. 132–137

39. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: агрономія. 2021. №25. С. 162–166.

40. Biswas D. K., Ma B. L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. Canadian Journal of Plant Science. 2016. T. 96. №. 3. С. 392–403.

41. Ebrahimi S. T., Yarnia M., Benam M. K., Tabrizi E. F. M. Effect of potassium fertilizer on corn yield (Jeta cv.) under drought stress condition. American Eurasian Journal Agriculture and Environ Sci. 2011. T. 10. №. 2. С. 257–263

42. Hasegawa R. H., Fonseca H., Fancelli A. L., da Silva M. N., Schammass E. A., Reis T. A., Corrêa B. Influence of macro-and micronutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Control. 2008. T. 19. №. 1. P. 36–43

43. Iqbal A., Hidayat Z. Potassium management for improving growth and grain yield of maize (*Zea mays* L.) under moisture stress condition. Scientific reports. 2016. T. 6. №. 1. P. 1–12

44. Kruczek A. Wpływ dawek azotu i sposobów stosowania nawozów azotowych i nawozu wieloskładnikowego na plonowanie kukurydzy. Pamiętnik Puławski. 2005. T. 140. S. 129–138.

45. Maleki A., Fazel S., Naseri R., Rezaei K., Heydari M. The effect of potassium and zinc sulfate application on grain yield of maize under drought stress conditions. *Advances in Environmental Biology*, 2014. P. 890–894.

46. Miao Y., Mulla D. J., Robert P. C., Hernandez J. A. Within-field variation in corn yield and grain quality responses to nitrogen fertilization and hybrid selection. *Agronomy Journal*, 2006. T. 98. № 1. С. 129–140.

47. Shapiro C. A., Ferguson R. B., Hergert G. W., Dobermann A., Wortmann C. S. Fertilizer suggestions for corn. University of Nebraska-Lincoln, Extension, 2008. 6 p.

48. Shynkaruk L., Lykhochvor V. Influence of fertilization and foliar feeding on maize grain qualitative indicators. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. T. 11. № 6. С. 113–116.

49. Szulc P., Bocianowski J., Kruczek A., Szymańska G., Roszkiewicz R. Response of two cultivar types of maize (*Zea mays* L.) expressed in protein content and its yield to varied soil resources of N and Mg and a form of nitrogen fertilizer. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2013. T. 22. № 6. С. 1845–1853.

50. Wang X., Liu S., Yin X., Bellaloui N., Winings J. H., Agyin-Birikorang S., Singh U., Sanabria J., Mengistu, Maize Grain Composition with Additions of NPK Briquette and Organically Enhanced N Fertilizer. *Agronomy*, 2020. T. 10. № 6. С. 852.