

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри рослинництва

_____ **Віталій КОВАЛЕНКО** _____ **Світлана КАЛЕНСЬКА**

«_____» _____ **2025 р.** «_____» _____ **2025 р.**

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**
на тему «ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
КУКУРУДЗИ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА
УРОЖАЙНІСТЬ»

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,

д. с.-г. наук, професор

_____ **Каленська С.М.**

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор філософії, доцент

_____ **Мазуренко Б. О.**

Виконав

_____ **Пилипчук В. О.**

КИЇВ - 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с.-г. наук, професор

_____ Світлана КАЛЕНСЬКА

«27» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Пилипчуку Валерію Олександровичу

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма Агрономія

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Вплив елементів технології вирощування кукурудзи на формування продуктивності та урожайності» затверджена наказом НУБіП України від 18.09.2025 р. № 1977 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10.10.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Грунтово-кліматичні умови ТОВ «АР Бориспіль», гібриди кукурудзи – СИ Фортаго, ЄС Ранвей, ЛГ 31272, система удобрення , технологічні карти вирощування

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. провести науковий пошук у наукових джерелах з метою встановлення впливу азотних добрив на показники продуктивності, структуру врожаю та якість зерна кукурудзи;
2. провести польовий дослід за двофакторною схемою з виявлення реакції гібридів кукурудзи на збільшення норми азоту при внесенні мінеральних та органічних добрив;
3. визначити вплив системи удобрення на зміну біометричних параметрів рослини кукурудзи, її урожайності та елементи структури врожаю;
4. провести розрахунки та встановити економічну ефективність поліпшених елементів технології вирощування кукурудзи на зерно.

Дата видачі завдання 27.10.2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Мазуренко Б.О.

Завдання прийняв до виконання

Пилипчук В.О.

РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Вплив елементів технології вирощування кукурудзи на формування продуктивності та урожайності».

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 51 сторінці машинописного тексту, включає 12 таблиць, 4 рисунки, п'ять розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 52 найменування, з них 31 латиницею та три додатки.

В першому розділі розглянуто основні аспекти підвищення продуктивності сучасних гібридів кукурудзи за впливу на систему живлення та використання різних форм азотних добрив.

В другому розділі описано умови закладання польового дослідження обліку біометричних параметрів протягом вегетації.

В третьому розділі проаналізовано вплив системи удобрення на польову схожість гібридів кукурудзи, зміну тривалості фенологічних фаз та біометричних параметрів. Проаналізовано реакцію рослин на формування площі листового апарату, висоти рослин та висоти кріплення початку.

В четвертому розділі представлені результати дослідження впливу системи удобрення на формування урожайності кукурудзи та її елементів структури врожаю, таких як маса зерна з початку, маса 1000 зерен, кількість рядів та зерен в рядку качана, якість показники зерна залежно від умов вирощування.

В п'ятому розділі наведено економічну ефективність технології вирощування кукурудзи на зерно за різних систем удобрення, наведено чистий прибуток та рентабельність від впровадження поліпшених елементів технології.

Робота завершується висновками та пропозиціями виробництву.

АЗОТ, ВИСОТА, ПРИБУТОК, СТРУКТУРА ВРОЖАЮ,
УРОЖАЙНІСТЬ, ЯКІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Н	
У 1.1. Засади формування продуктивності сучасних гібридів кукурудзи	10
Р 1.2. Роль азоту, фосфору та калію в онтогенезі кукурудзи.....	11
Е 1.3. Азотні добрива, як чинник управління родючістю	13
Р 1.4. Вплив органічних та комбінованих добрив на продуктивність кукурудзи	14
І	14
Н 1.5. Роль гібрида у використанні природних ресурсів та ефективного господарювання.....	15
К	
Н	
У 2.1. Оцінка погодних умов вегетаційного періоду кукурудзи у 2025 р.	17
У 2.2. Огляд ґрунтових умов	18
Р 2.2. Схема та методика проведення досліджень	19
Е	
Р	
П	
У 3.1. Польова та лабораторна схожість насіння.....	22
Н 3.2. Дати настання фенологічних фаз	23
К 3.3. Висота рослин у фазу цвітіння	25
К 3.4. Площа листя у фазу цвітіння	25
Ф 3.5. Висота кріплення нижнього початку	27
Н	
Н	
У 4.1. Маса зерна з початку	28
Р	
В	
Е	
"	

4.2. Маса 1000 насінин.....	29
4.3. Біометричні параметри початку	31
4.3.1. Кількість зерен в початку	31
4.3.2. Кількість рядів зерен.....	32
4.3.3. Кількість зерен в ряду.....	33
4.4. Урожайність зерна	35
4.5. Вміст крохмалю в зерні.	36
Н	
ВІСНОВКИ.....	40
Р ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	42
Е СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	43
К ДОДАТКИ.....	50

І

N

K

\

l

"

—

T

o

c

2

1

2

8

9

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза на зерно є однією з найважливіших зернових культур багатоцільового використання та експортується закордон, збільшуючи валютну виручку. Зерно кукурудзи містить багато крохмалю, тому є цінним не лише для кормової галузі, але й в якості сировини для виробництва етанолу. Завдяки різносторонньому використанню зерна на кукурудзу завжди є попит, а ціна постійно зростає.

В зв'язку з військовими діями вартість добрив зросла, а прибутковість кукурудзи знизилася через проблеми з логістикою. Всі агровиробники шукають способи зменшити виробничі витрати та при цьому зберегти високий рівень урожайності. Більшість сучасних гібридів кукурудзи всіх груп стиглості мають високий генетичний потенціал, який перевищує реальний рівень потенційної врожайності за комплексом умов, тому пріоритетними стають інші показники гібридів – вологовіддача зерна, стійкість до посухи та ефективність використання поживних речовин з ґрунту та добрив [3, 5].

Відомо, що азот є одним з ключових факторів підвищення урожайності зерна кукурудзи, але добрива залишаються найдорожчим елементом технології вирощування. Тенденція останніх років – це зменшення норми внесення азотних добрив та заміна їх органічними матеріалами – гноєм, гноївкою, дигестатом. В органічних добривах окрім азоту можуть міститися інші елементи, а органічна частина покращує родючість ґрунту для культури, під яку його внесли та для наступних в сівозміні [1]. В той же час навіть при відомому вмісті поживних елементів ефект від внесення гною може бути різним у різних гібридів, тому встановити сортову реакцію на внесення азоту у різних формах дозволить адаптувати технологію вирощування для отримання найвищого прибутку.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Магістерська робота виконувалася в рамках тематичних напрямів кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Мета дослідження полягає у встановленні реакції гібридів кукурудзи на зміну параметрів системи удобрення в сторону збільшення норми азоту за рахунок внесення мінеральних та органічних добрив та оцінці впливу на елементи продуктивності, урожайність і економічну ефективність технології вирощування.

Щоб досягти поставленої мети досліджень було вирішено наступні **завдання:**

1. проведено науковий пошук у відкритих вітчизняних та наукових джерелах з метою встановлення впливу азотних добрив різної формуляції на показники продуктивності, структуру врожаю та якість зерна кукурудзи;

2. проведено польовий дослід за двофакторною схемою з виявлення реакції гібридів кукурудзи на збільшення норми діючої речовини азоту при внесенні мінеральних та органічних добрив;

3. визначити вплив системи удобрення на зміну біометричних параметрів рослини кукурудзи, її урожайність та елементи структури врожаю;

4. провести розрахунки та встановити економічну ефективність поліпшених елементів технології вирощування кукурудзи на зерно.

Об'єкт дослідження: гібриди кукурудзи: СИ Фортаго, ЄС Ранвей, ЛГ 31272, система удобрення з використанням карбаміду та гною, як змінних елементів технології, структура врожаю, урожайність, прибуток та рентабельність.

Предмет дослідження: процес формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно від гібриду та системи удобрення.

Методи досліджень: польовий дослід, розрахунковий. Фенологічні спостереження, біометрична оцінка структури врожаю. Математично-статистичні: дисперсійний аналіз, регресійний аналіз, порівняльно-розрахунковий.

Цінність отриманих результатів полягає в доповненні інформації про особливості росту кукурудзи на зерно залежно від параметрів системи

удобрення в комбінуванні мінеральних та органічних добрив та їх впливу на продуктивність і урожайність.

Апробація результатів дослідження проведена міжнародній онлайн конференції «Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток» (НУБіП України, 21-22 листопада 2024 року, м. Київ).

Публікації. Результати представлені на постерній конференції та опубліковані у вигляді тез доповіді.

РОЗДІЛ 1

РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Засади формування продуктивності сучасних гібридів кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays* L.) є першою серед всіх зернових культур за валовим виробництвом, бо виконує роль у забезпеченні продовольчої, кормової та енергетичної безпеки. Продуктивність гібридів кукурудзи залежить від комплексного впливу генетичних і фізіологічних чинників, а також технології вирощування. В технології вирощування для реалізації генетичного потенціалу найбільша роль припадає на систему живлення, оптимізацію водного режиму та сприяння фотосинтетичній активності. Потенціал урожайності визначається генотипом гібридом, проте його реалізація залежить від умов середовища та рівня агротехніки [1, 32].

Гібриди кукурудзи новітнього покоління характеризуються підвищеною адаптивністю, стійкістю до стресових чинників та здатністю ефективно використовувати елементи живлення з ґрунту та добрив [42]. Приріст врожайності кукурудзи становить в середньому 1,5–2 % щорічно, що пов'язано з поліпшенням генотипів і гетерозису, застосування новітніх добрив і адаптивних технологій вирощування [9, 40]. Урожайність кукурудзи в Україні за комплексом погодних умов дозволяє отримувати 10–12 т/га за відповідної системи живлення й адекватного вологозабезпечення в богарних умовах та 16–17 % в умовах зрошення [11].

Ключовим елементом технології вирощування кукурудзи є забезпечення оптимальної густоти стояння кукурудзи відповідно від наявних умов живлення, вологозабезпечення та світлового режиму. Сучасні гібриди здатні адаптуватися до широкого діапазону значень густоти стояння, проте найкраще себе поведуть в рекомендованому діапазоні. У випадку надлишку ресурсів рослини кукурудзи можуть змінювати свою архітектуру, збільшуючи розміри

качана, кількість зерен та масу зерна. Локомотивом підвищення продуктивності є покращення використання добрив. Підвищення ефективності використання добрив значною мірою залежить від здатності гібриду адаптуватися до певного рівня мінерального живлення та підтримувати високий коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту [10, 30, 36].

Гібриди останнього покоління характеризуються кращою толерантністю до коливань температури, посухи й кислотності ґрунтів, що дає змогу ефективніше використовувати природно-кліматичний потенціал регіону. Таким чином, продуктивність кукурудзи є результатом взаємодії генотипу, середовища і технології вирощування, а оптимальне поєднання цих складових є запорукою стабільно високих урожаїв [19, 20].

1.2. Роль азоту, фосфору та калію в онтогенезі кукурудзи

Мінеральне живлення є важливим фактором росту, розвитку й формування врожайності кукурудзи. Рівень врожайності кукурудзи головним чином визначається засвоєнням макроелементів – азоту, фосфору та калію, які забезпечують основні метаболічні процеси рослини [13].

Макроелементи містяться в органічній та мінеральній частині ґрунту, різних типах добрив, але доступними для рослини є лише в мінеральній формі у вигляді аніонів і катіонів [37-39].

Азот входить до складу білків, амінокислот, ферментів та хлорофілу. Концентрація азоту впливає на ріст вегетативної маси, розвиток листкового апарату та ефективність фотосинтезу [43-46]. При дефіциті азоту у рослин пригнічується ріст, змінюється інтенсивність забарвлення листя, зменшення асиміляційної поверхні та формування дрібних качанів. Найбільш чутливим етапом до азоту є фаза інтенсивного росту (від шостого до одинадцятого листа), оскільки в цей період закладаються органи качана та його майбутня продуктивність [14-41].

Фосфор необхідний для процесів енергетичного обміну, дихання, фотосинтезу. Підвищена потреба у доступному фосфорі спостерігається на початку вегетації, де він є визначальним у формуванні вторинної кореневої системи. Окрім цього він приймає участь у синтезі АТФ і нуклеїнових кислот, сприяє швидкому розвитку коренів і підвищенню стійкості до посухи [25–26]. Дефіцит фосфору сповільнює розвиток та подовжує період дозрівання, а індикатором дефіциту є антоціанові краї листків [22]. Дефіцит може бути фізіологічним, що пов'язано з температурою ґрунту та проявляється навіть при достатній кількості рухомих форм.

Калій регулює водний режим, активізує ферменти, приймає участь у синтезі вуглеводів та транспорті сухих речовин [21]. Він підвищує стійкість кукурудзи до посухи, хвороб та вилягання. При достатній чи підвищеній кількості калію рослини формують товстіші клітинні стінки та мають підвищену стійкість до хвороб та шкідників [34]. За дефіциту калію листки набувають світло-зеленого або жовтого забарвлення по краях, з'являється зморшкуватість [16–21].

Співвідношення оптимального вмісту NPK у кукурудзи змінюється протягом онтогенезу, тому потреба у певному елементі зростає нерівномірно [49]. На початкових етапах розвитку рослина інтенсивніше споживає фосфор, тоді як у фазу активного росту фокусується на азоті та калії. Максимум накопичення NPK відбувається у період від викидання волоті до молочної стиглості зерна.

Дослідження показують, що оптимальне поєднання азоту, фосфору й калію сприяє формуванню потужної кореневої системи, збільшенню кількості зерен у качані та підвищенню маси 1000 зерен [50]. Надмірне внесення азоту без збалансування іншими елементами, навпаки, може викликати вилягання посівів і зниження якості зерна. Отже, роль системи удобрення полягає не лише у підвищенні врожайності, а й у забезпеченні стабільності розвитку рослин упродовж усього вегетаційного періоду.

1.3. Азотні добрива, як чинник управління родючістю

Азот є найдинамічнішим елементом у агроценозі, тому його раціональне використання підвищує ефективність господарювання, продуктивність рослин та екологічність технології вирощування. Ефективність засвоєння азоту залежить від форми азоту в добриві, вологості ґрунту, температурного режиму, фенологічної фази росту рослин та розвитку кореневої системи.

Основними формами азотних добрив є нітратна (NO_3^-), амонійна (NH_4^+) та амідна (NH_2). Нітратна форма швидко засвоюється, але легко вимивається із ґрунту, тому гірше підходить для промивних та піщаних ґрунтів з надлишковими опадами [23]. Амонійна форма є більш стабільною, проте при підвищених температурах може втрачатися у вигляді аміаку. Амідна форма (сечовина) недоступна для кореневої системи, тому потребує трансформації ґрунтовою мікробіотою. У випадку кукурудзи доступність азоту з карбаміду збільшується у період інтенсивного росту, тому це добриво є допустимим для технології вирощування кукурудзи та використовується через простоту внесення.

Система удобрення кукурудзи повинна враховувати динаміку потреби рослин у азоті. У випадку використання «швидких» форм азоту є загроза їх втрати через промивання, тому їх рекомендується вносити у підживлення [24].

Надлишкові дози азотних добрив можуть викликати накопичення нітратів, підкислення ґрунту, зменшення вмісту гумусу. Для зменшення непродуктивних втрат застосовують стабілізатори нітрифікації або добрива пролонгованої дії, що дають змогу зменшити втрати азоту та підвищити коефіцієнт його використання.

Альтернативним варіантом є внесення азоту у вигляді органічних добрив, з яких азот стає доступним через процеси мінералізації, які відбуваються в ґрунті.

У багатьох країнах активно впроваджуються системи управління азотним живленням, що базуються на агрохімічному моніторингу ґрунтів, прогнозуванні погодних умов і використанні інформаційних технологій для

точного дозування добрив [52]. Це дозволяє не лише зменшити витрати добрив, а й уникнути негативного впливу на довкілля.

Таким чином, азотні добрива виступають не лише засобом підвищення урожайності, а й інструментом керування родючістю ґрунту. Їх ефективність залежить від форми, часу внесення, стану ґрунту та поєднання з іншими видами добрив, насамперед органічними.

1.4. Вплив органічних та комбінованих добрив на продуктивність кукурудзи

Органічні добрива є важливою складовою системи живлення кукурудзи, оскільки забезпечують не лише надходження поживних елементів, а й сприяють відновленню родючості ґрунту [2]. Їх вплив пов'язаний з поліпшенням структури ґрунту, його водних властивостей, покращують газообмін з атмосферою і слугують субстратом для мікробіоти ґрунту.

Найпоширенішими органічними добривами є гній, компости, зелені добрива, вермикомпост, відходи тваринництва й рослинництва. Їх застосування під кукурудзу забезпечує тривалу дію, бо поживні речовини вивільняються поступово в результаті мінералізації. Зокрема, 1 тонна гною в середньому містить у середньому 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору та 6 кг калію, що частково задовольняє потребу культури у макроелементах.

Органічні добрива позитивно впливають на агрофізичні властивості ґрунту, збільшують вміст гумусу й зменшують ризик ерозії ґрунту. В той же час співвідношення NPK в органічних добривах є неоптимальним, тому реалізація потенціалу сучасних гібридів можлива при балансуванні з мінеральними добривами.

Комбіноване застосування органічних і мінеральних добрив дозволяє збалансувати систему живлення, зменшити втрати поживних речовин і підвищити їх засвоєння рослинами [31]. Органічна речовина поліпшує буферність ґрунту, що сприяє утриманню іонів у доступній формі. Як

наслідок, підвищується коефіцієнт використання інших поживних речовин і збільшується продуктивність посіву.

Дослідження показують, що за поєднання гною (40 т/га) з мінеральними добривами у дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайність кукурудзи зростає на 15–25 % порівняно з окремим внесенням кожного виду. Органічно-мінеральні системи удобрення сприяють не лише підвищенню урожайності, а й стабілізації ґрунтової родючості [33].

Серед сучасних напрямів варто відзначити використання біостимуляторів і мікробних препаратів у поєднанні з органічними добривами. Такі технології поєднують переваги традиційних і біологічних методів, забезпечуючи екологічно безпечне підвищення продуктивності.

Таким чином, органічні й комбіновані добрива відіграють стратегічну роль у формуванні врожайності кукурудзи, відновленні структури ґрунту та збереженні його екологічної стабільності.

1.5. Роль гібрида у використанні природних ресурсів та ефективного господарювання

Сучасні гібриди кукурудзи суттєво різняться за здатністю використовувати природні ресурси та перетворювати їх у врожай [2, 6, 51]. Вибір гібриду визначає ефективність усього агротехнологічного процесу, оскільки від його біологічних особливостей залежать оптимальні норми висіву, рівень добрив, строки сівби та поливу [33, 35].

Гібриди з високою ефективністю засвоєння азоту (nitrogen-efficient) можуть формувати врожайність на рівні звичайних гібридів при нижчих нормах удобрення [27]. Це має особливе значення в умовах зростання вартості мінеральних добрив і необхідності зниження антропогенного навантаження на довкілля.

Важливою характеристикою сучасних гібридів є здатність до стабільного урожаю за стресових умов [12]. Посухостійкі форми забезпечують

збереження продуктивності в роки з дефіцитом опадів, а холодостійкі — дають можливість ранніх строків сівби [28-29].

У дослідженнях вказується, що різні гібриди по-різному реагують на норми добрив, густоту стояння та водний режим [4, 7]. Це означає, що ефективність системи живлення повинна узгоджуватися з біологічними властивостями конкретного гібриду [47-48]. Використання «універсальних» схем без урахування цієї взаємодії може знизити ефект від добрив.

Отже, роль гібриду у сучасному землеробстві виходить далеко за межі генетичної продуктивності — він стає інструментом раціонального використання природних ресурсів і формування ефективних систем господарювання [8].

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконувалося у 2024–2025 вегетаційному році на дослідних ділянках ТОВ «АР-Бориспіль» Київської області.

2.1. Оцінка погодних умов вегетаційного періоду кукурудзи у 2025 р.

Погодні умови вегетації кукурудзи в 2025 році були суттєво відмінними від багаторічного значення останнього десятиліття (таблиця 2.1). Сівбу кукурудзи проводили 2 травня, а сходи отримали 12 травня, що було результатом повільного зростання середньодобових температур протягом травня. В 2025 році середньомісячна температура була на 1,5 °С нижчою, ніж багаторічна, а кількість опадів на 13,9 мм більшою.

Таблиця 2.1

Погодні умови 2025 вегетаційного сезону

Місяць	2025 рік		Середнє багаторічне значення		Відхилення температури від середнього
	t, °С	Опади, мм	t, °С	Опади, мм	
Січень	+1,5	21	-3,2	38,0	+4,7
Лютий	-4,7	8,1	-1,7	32,9	+3,0
Березень	+6,0	48	+3,0	35,6	+3,0
Квітень	+10,2	46	+9,3	47,7	+0,9
Травень	+13,0	70	+14,5	56,1	-1,5
Червень	+17,6	125	+20,0	68,3	-2,4
Липень	+21,7	92	+20,7	85,8	+1,0
Серпень	+20,2	48	+20,8	40,3	-0,6
Вересень	+16,7	45	16,6	31,7	+0,1
Сума активних температур (травень-вересень)	2676	X	2812	X	X
Середнє/сума за вегетаційний період	17,8	380	18,5	282,2	X

Другим критично холоднішим місцем вегетації був червень, коли середньомісна температура становила 17,6 °С, що було на 2,4 °С менше багаторічного значення, а сумарна кількість опадів – 125 мм, що на 56,7 мм більше ніж в середньому за цей місяць. Така велика кількість опадів з однієї сторони сприяє накопиченню вологи в ґрунті, але не завжди може швидко поглинатися ґрунтом. Зниження температури в свою чергу призвело до пізнього початку цвітіння.

В липня середньомісячна температура повітря була на 1 °С вищою, ніж багаторічна, а сума опадів трохи перевищувала звичне значення. Подібна тенденція була і в серпні, але з незначним зниженням середньомісячної температури.

Отже, за комплексом погодних умов вегетаційних рік характеризувався достатнім зволоженням, але прохолодними умовами початкового етапу вегетації, що може призводити до подовження тривалості вегетаційного періоду кукурудзи.

2.2. Огляд ґрунтових умов

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений з невеликою потужністю гумусового горизонту (таблиця 2.2). Наявність різкого перехідного горизонту на глибині більше 33 см призводить до обмежень до глибини основного обробітку ґрунту. Щодо орного шару, то він характеризується відносно середнім рівнем легко-гідролізованого азоту та рухомого фосфору та низьким рівнем обмінного калію. Щільність орного шару близька до верхньої межі оптимального рівня для кукурудзи, а рН сольової витяжки є оптимальним для доступності більшості мікро та макроелементів. Слід зазначити, що легкосуглинкова структура дозволяє забезпечувати оптимальний баланс водного режиму та аерації ґрунту, що важливо для росту кореневої системи кукурудзи.

Таблиця 2.2

Грунтові умови дослідної ділянки

№	Параметр	Значення
1	Потужність гумусового горизонту, см	33
2	Вміст гумусу у шарі 0–30 см, %	4,21
3	Механічний склад ґрунту	Легкосуглинковий
4	pH сольове	6,4
5	Коефіцієнт структурності верхнього шару ґрунту	1,4
6	Вміст водотривких агрегатів верхнього шару, %	58,9
7	Щільність орного шару ґрунту, г/см ³	1,22
8	Гідролітична кислотність, мг/100 г ґрунту	2,64
9	Сума вібраних основ, мг/100 г ґрунту	24,2
10	Вміст легкогідролізованого азоту, мг/кг ґрунту	102,6
11	Вміст доступного фосфору, мг/кг ґрунту	122,4
12	Вміст рухомого калію, мг/кг ґрунту	79,1

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Для оцінки впливу системи удобрення з використанням мінеральних та органічних добрив в 2025 році закладався двофакторний польовий дослід (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Схема польового дослідження

<i>Фактор А</i> Гібриди кукурудзи	<i>Фактор В</i> Система удобрення
1. СИ Фортаго (К)	B1 – P ₄₀ K ₆₀ (осн.) + N ₅ P ₁₃ K ₁₃ (ряд.) (Фон) + N ₄₆ (К)
2. ЛГ 31272	B2 – Фон + N ₉₂
3. ЕС РАНВЕЙ	B3 – Фон + гній (10 т/га) + N ₄₆ .

Як фактор А розглядалися гібриди, що вирощуються в господарстві на значних посівних площах та відносяться до ранньостиглої групи: СИ Фортаго, ЄС Ранвей та ЛГ 31272. В якості фактору В виступає система удобрення, що включає в себе внесення $P_{40}K_{60}$ в основне внесення у вигляді тукосуміші подвійного суперфосфату (P_2O_5 40 %) та калійної солі (60 % K_2O) у співвідношенні 1:1. При сівбі вноситься 50 кг/га діаміфоски (NPK 10:13:13), які кладуться збоку від насіння. Основна відмінність варіантів досліду – це форма та норма азоту. Базова система удобрення в господарстві передбачає внесення 100 кг/га карбаміду (46 % азоту) в передпосівний обробіток. Альтернативними варіантами є «мінеральна система» з вдвічі збільшеною нормою карбаміду (200 кг/га – N_{92}), та «органо-мінеральна», яка передбачає внесення 10 т/га в основний обробіток (орієнтовно 45-50 кг/га діючої речовини азоту) та передпосівне внесення 100 кг/га карбаміду.

Оскільки обидві альтернативні системи по вартості комплексу «добриво + внесення» є подібними та містять однакову кількість азоту є потреба у вивченні впливу на урожайність поширених гібридів. Оскільки є потреба в утилізації органічних добрив, які окрім азоту містять фосфор та калій для ефективного використання слід встановити рівень врожайності і за потреби провести корекції.

Попередник – пшениця озима. Обробіток ґрунту – звичайний зяблевий з глибиною оранки 22–24 см. Перед оранкою розкидали мінеральні добрива та на ділянках, де це передбачено – гній. Досліди проводилися у виробничих умовах, тому площа 1 ділянки під гібрид становила 20×150 м (0,3 га), а для створення повторностей розбивалося на 3 блоки по 0,1 га.

Сівбу проводили в I декаді травня (2 травня 2025 року) при прогріванні ґрунту до 10–12 °С на глибині 0–10 см. Планова густина стояння на момент сходів повинна була становити 75 тис. рослин/га та збільшувалася залежно від посівної придатності насіння.

Обліки та спостереження, що проводилися в посівах пшениці озимої:

1. Густання стояння рослин на момент збирання визначали на довжині рядка 14,3 м з подальшим перерахунком.
2. Польову схожість визначали шляхом ділення фактичної кількості рослин на 14,3 м рядка до планової.
3. Дати настання фаз відмічали за стандартними методиками. Початок фенологічної фази відмічали при настанні такої у 10 % рослин, а повне входування у 50 % рослин.
4. Висоту рослин визначали від поверхні ґрунту до кінця волоті у фазу цвітіння початку на 10 рослинах кожного варіанту з перерахунком на середнє значення.
5. Висоту кріплення нижнього початку визначали від поверхні ґрунту в фазу повної стиглості.
6. Площу листя у фазу цвітіння визначали через ширину та довжину кожного листка з подальшим множенням на перевідний коефіцієнт .
6. Кількість рядів зерен, зерен в ряду та початку визначали шляхом ручного обмолоту 5 початків з кожного варіанту.
7. Маса 1000 насінин визначали, як середнє арифметичне з двох наважок по 500 зернівок.
8. Вологість зерна та вміст крохмалю визначали на приладі FOSS Infratec.
9. Урожайність визначали розрахунковим методом з переведенням на вологість зерна 14 %.
10. Економічну ефективність розраховували на основі відкритих даних про ціни та інформації наданій господарством.

РОЗДІЛ 3
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ
ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

3.1. Польова та лабораторна схожість насіння

Посівні якості насіння є важливими для забезпечення оптимального розміщення рослин на полі та ефективного використання ґрунтових ресурсів. Якість насінневого матеріалу та проведення сівби в сукупності з умовами проростання формують основу майбутнього врожаю. Насіння гібридів характеризувалося високою лабораторною схожістю: у СИ Фортаго вона становила 97 %, а в ЛГ 31272 і ЄС Ранвей по 95 % (таблиця 3.1)

Таблиця 3.1

Польова схожість насіння кукурудзи

Гібрид	Система удобрення	Лабораторна схожість, %	Кількісна норма висіву, тис. сх. нас./га	Густота стояння на момент сходів, тис. шт./га	Польова схожість, %
СИ Фортаго	К	97	77,3	71,3	92,2
	М			72,0	93,1
	ОМ			71,0	89,9
ЛГ 31272	К	95	79,0	72,3	91,5
	М			71,3	90,3
	ОМ			72,0	91,1
ЄС Ранвей	К	95	79,0	70,3	89
	М			71,0	89,9
	ОМ			70,6	89,4
НІР ₀₅		X	X	1,7	X

Для забезпечення густоти стояння на момент збирання на рівні 70 тис. шт./га розраховувалося, що загальне виживання становитиме 93,5 % (за

результатами багаторічних спостережень) та з врахуванням лабораторної схожості і чистоти насіння.

На момент сходів найвища польова схожість була у гібриду СИ Фортаго на варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі N_{92} – 93,1 %, що не суттєво відрізнялося від контролю (92,2 %), але на 3,2 % перевищувало схожість за органо-мінеральної системи. У гібриду ЛГ 31272 польова схожість була в межах 90,3–91,5 %, а в ЄС Ранвей – 89,0–89,9 %.

Отже, фактична польова схожість в умовах 2025 року була вищою за прогнозовану, а на момент сходів густина продуктивного стеблостою перевищувала цільове значення 70 тис. шт./га.

3.2. Дати настання фенологічних фаз

Всі досліджувані гібриди входять до групи середньоранніх за швидкістю досягання, а період вегетації має вклатися у 100–115 діб. При аналізуванні тривалості окремих фенологічних фаз та дат їх настання всі спостереження проводилися на варіанті з застосуванням мінеральних добрив у нормі N_{92} . Всі дані у таблиці 3.2 представлені відповідно до повного настання фенологічної фази.

Слід відмітити, що тривалість вегетації від появи сходів до повної стиглості становила для досліджуваних гібридів 127–130 діб, що перевищує очікуваний період для даної групи стиглості. Це може бути пов'язаним з відносно низькими температурами на початку вегетації, що затримувало настання певних фенологічних фаз, зокрема фази цвітіння, в також нижчих температур після настання фази молочної стиглості. Найшвидше період від сходів до цвітіння проходив у гібриду СИ Фортаго (60 діб), а найдовше у ЛГ 31272 (65 діб), тоді як в ЄС Ранвей він становив 63 доби.

Не зважаючи на це, повна стиглість зерна у всіх гібридів була приблизно в один час – 6–9 вересня, а період від цвітіння до повної стиглості у ЄС Ранвей та ЛГ 31272 був коротшим, ніж в СИ Фортаго. Тривалість періоду від появи волоті до початку цвітіння початку в сіх гібридів була майже однаковою в

межах 3–4 діб, а от від фази молочної стиглості до воскової у СИ Фортаго проходило значно більше часу (21 доба), ніж у ЛГ 31272 і ЄС Ранвей (18 діб).

Таблиця 3.2

Дати настання фенологічних фаз та тривалість основних періодів

Фенологічна фаза/ операція	СИ Фортаго	ЛГ 31272	ЄС Ранвей
Сівба	2.05	2.05	2.05
Сходи	12.05	12.05	12.05
Фаза 3 листка	27.05	27.05	27.05
Фаза 7 листка	11.06	13.06	11.06
Викидання волоті	8.07	13.07	10.07
Цвітіння качана	11.07	16.07	14.07
Молочна стиглість	30.07	5.08	3.08
Воскова стиглість	19.08	23.08	21.08
Повна стиглість	16.09	17.09	19.09
Сівба – сходи, діб	10	10	10
Сходи – цвітіння качана, діб	60	65	63
Сходи – повна стиглість, діб	127	128	130

Істотна різниця між гібридами була у даті настання молочної стиглості, коли у СИ Фортаго вона наставала 30 липня, а в ЛГ 31272 через 6 діб – 5 серпня.

3.3. Висота рослин у фазу цвітіння

Висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння варіювала за сортами та удобренням (таблиця 3.3). Найвищим у фазу цвітіння був гібрид ЄС Ранвей – 301 см за мінерального удобрення N_{92} та органо-мінеральної системи (298 см), тоді як на контролі його висота становила 283 см. В середньому гібрид ЛГ 31272 був суттєво нижчим на всіх варіантах від ЄС Ранвей, проте суттєво вищим за СИ Фортаго.

Таблиця 3.3

Висота рослин у фазу цвітіння, см

Фактор А Сорт	Фактор В – Система удобрення			Середнє по фактору А
	К	М	ОМ	
СИ Фортаго	249	260	272	260,3
ЛГ 31272	267	281	278	275,3
ЄС Ранвей	283	301	298	294,0
Середнє по фактору В	266,3	280,7	282,7	
НІР ₀₅ загальний = 9,8 см				
НІР ₀₅ А = 5,4 см				
НІР ₀₅ В = 5,4 см				

В середньому по системах удобрення мінеральна з внесенням N_{92} та органо-мінеральна система удобрення мали подібний вплив на висоту рослин. У першому випадку приріст висоти відносно контролю становив 14,4 см, а в другому 16,4 см.

3.4. Площа листя у фазу цвітіння

Площа листя кукурудзи у фазу цвітіння є максимальною за всю вегетацію, а листковий апарат виконує функцію синтезу сухих речовин для

накопичення в насінні, тому чим більша площа, тим теоретично вища урожайність.

Таблиця 3.4

Площа листя кукурудзи у фазу цвітіння, тис. м²/га

Фактор А Сорт	Фактор В – Система удобрення			Середнє по фактору А
	К	М	ОМ	
СИ Фортаго	44,8	46,5	51,3	47,5
ЛГ 31272	42,1	43,6	45,5	43,7
ЄС Ранвей	47,6	50,3	48,3	48,7
Середнє по фактору В	44,8	46,8	48,4	
НІР ₀₅ загальний = 2,37 тис. м ² /га				
НІР ₀₅ А = 1,37 тис. м ² /га				
НІР ₀₅ В = 1,37 тис. м ² /га				

Гібрид ЛГ 31272 в середньому формував суттєво нижчу площу листя, ніж інші гібриди. На контрольному варіанті вона становила 42,1 тис. м²/га, за внесення лише мінеральних добрив у нормі 92 кг/га д. р. азоту підвищувалася на 1,5 тис. м²/га, а при застосуванні гною на 3,4 тис. м²/га.

Гібрид ЄС Ранвей на контрольному варіанті формував найвищу площу листя серед всіх гібридів – 47,6 тис. м²/га, а істотний приріст був лише при застосуванні мінеральних добрив – 2,7 тис. м²/га, тоді, як за органо-мінеральної не спостерігалось суттєвої різниці.

В той час гібрид СИ Фортаго на контрольному варіанті формував листовий апарат на рівні 44,8 тис. м²/га, а за органо-мінеральної системи цей показник зростав на 5,5 тис. м²/га, тоді як за мінеральної лише на 1,7 тис. м²/га.

3.5. Висота кріплення нижнього початку

Висота кріплення нижнього початку є технологічним показником, який визначає придатність до механізованого збирання кукурудзи. При оцінці висоти рослини і місця кріплення качана можна визначити тип облиствленості рослини, а відповідно і оцінити ефективність фотосинтезу та відтоку сухих речовин від листя до качана.

Було встановлено, що гібриди СИ Фортаго та ЛГ 31272 в середньому розміщували початки на висоті 102–103 см, а підвищення норми азоту сприяло вищому закладанню качана (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Висота кріплення верхнього початку, см

Фактор А Сорт	Фактор В – Система удобрення			Середнє по фактору А
	К	М	ОМ	
СИ Фортаго	97	102	108	102,3
ЛГ 31272	98	103	107	102,7
ЄС Ранвей	118	107	113	112,7
Середнє по фактору В	104,3	104,0	109,3	X
НІР ₀₅ загальний = 5,3 НІР ₀₅ А = 3,2 НІР ₀₅ В = 3,2				

Слід зазначити, що органо-мінеральна система удобрення у цих гібридів сприяла закладанню початків на 4–6 см вище, ніж застосування лише мінеральних добрив у нормі N₉₂ та на 9–11 см вище, ніж в контролю.

У гібриду ЄС Ранвей на варіантах з альтернативною системою удобрення навпаки спостерігалось закладання початків нижче, ніж на контролі (118 см), при тому найменше значення (107 см) було за застосування добрив у нормі N₉₂, а за органо-мінеральної системи на рівні 113 см.

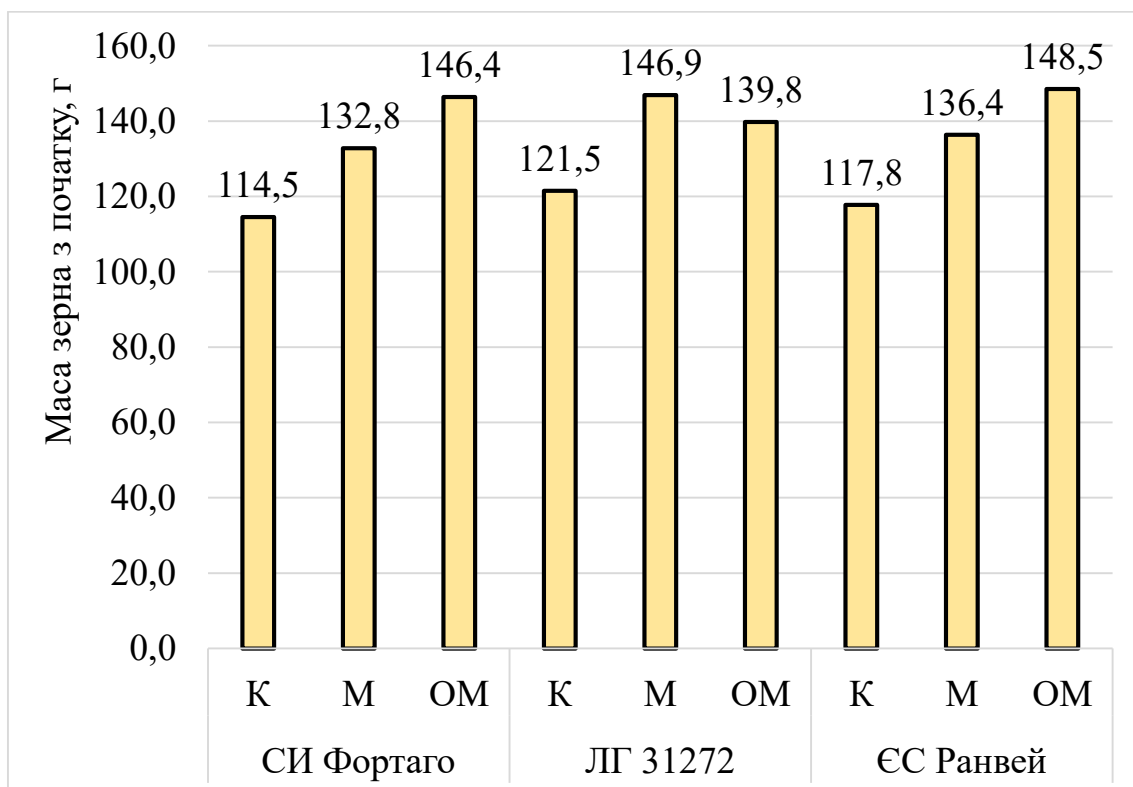
РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТА СТРУКТУРА ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

Структура майбутнього врожаю кукурудзи формується протягом вегетації рослини, а ключові параметри, що визначають кількість рядів зерен та кількість зернівок визначаються починаючи з четвертого етапу органогенезу. Потенційна кількість зернівок в качані залежить від кількості квіток, але умови середовища, такі як посуха, високі температури та проблеми з запиленням зменшують реальну кількість насіння з качана. Проте важливим є не лише кількість, але й маса зерна, як результат накопичення сухих речовин протягом вегетації.

4.1. Маса зерна з початку

Маса зерна з качана є дуже варіюючим показником, оскільки навіть в межах варіантів удобрення одного гібриду різниця може перевищувати 30 % (рис. 4.1).



Примітка: $HP_{05} = 3,7$ г

Рис. 4.1. Маса зерна з початку кукурудзи у 2025 році

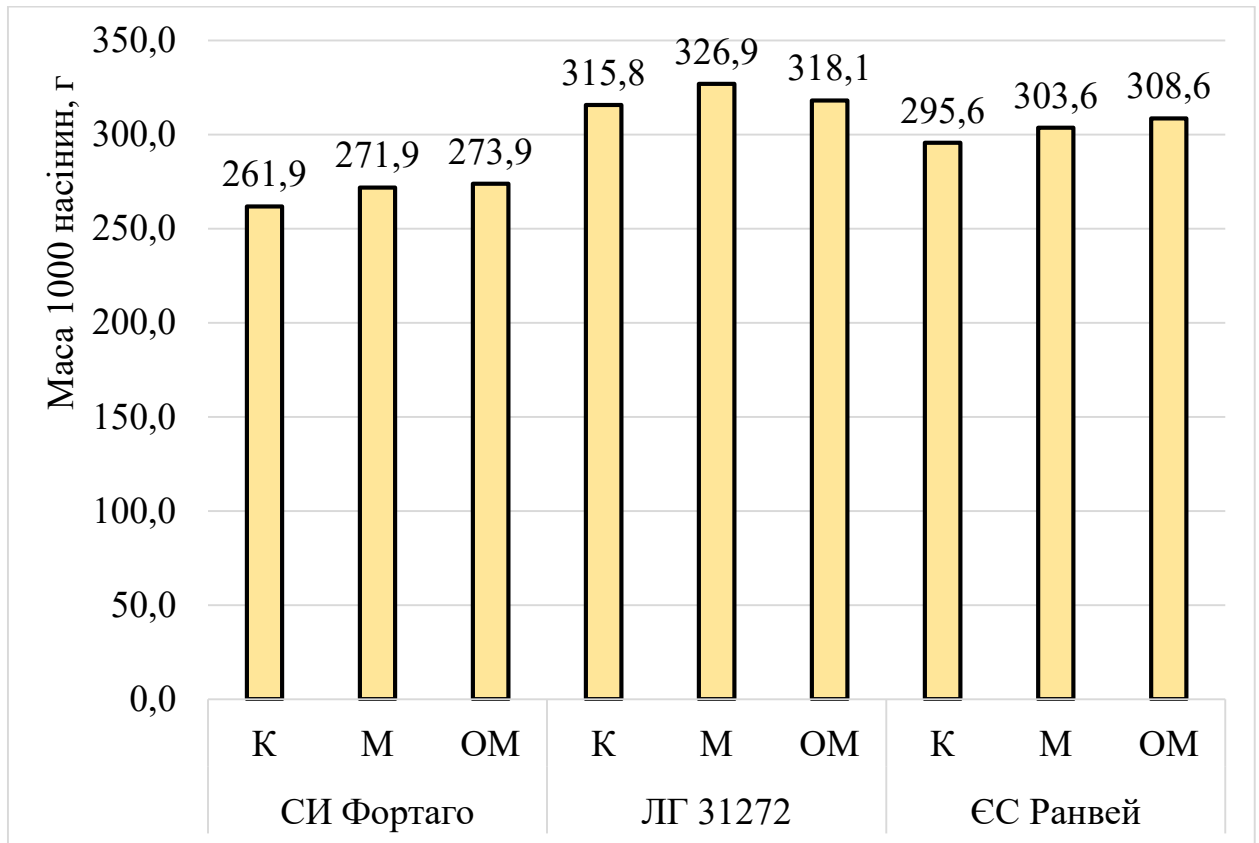
Гібриди кукурудзи СИ Фортаго та ЄС Ранвей мали подібну реакцію на систему удобрення та майже однакову масу зерна з качана на аналогічних варіантах. На контрольному варіанті в качані формувалося 114,5 г в гібриду СИ Фортаго та 117,8 г у гібриду ЄС Ранвей. При застосуванні лише мінеральних добрив у нормі 91 кг/га д. р. азоту маса зерна з качана зростала до 132,8 і 136,4 г у СИ Фортаго та ЄС Ранвей відповідно. У варіанту з використанням гною маса зерна з качана сягала свого максимуму – 146,4 і 148,5 г відповідно. З огляду на те, що маса зерна між гібридами на однакових варіантах не перевищувала NP_{05} , можна говорити про подібність реакції цих гібридів.

Гібрид ЛГ 31272 характеризувався суттєво вищою масою зерна з качана на кожному варіанті удобрення. На контрольному варіанті він формував 121,5 г зерна з качана, при органо-мінеральному удобренні – 139,8 г, а при застосуванні лише мінеральних добрив – 146,9 г, що є відмінним від інших гібридів.

4.2. Маса 1000 насінин

Слід зазначити, що маса 1000 насінин є показником продуктивності, який варіює слабо та є типовим для певного гібриду (рис. 4.2). Найменша маса 1000 насінин серед досліджуваних гібридів була у СИ Фортадо – 261,9 г на контрольному варіанті та 271,9 і 273,9 г при застосуванні мінеральної та органо-мінеральної системи відповідно. Слід зазначити, що альтернативні системи суттєво підвищували масу 1000 насінин у цього гібриду.

Гібрид ЛГ 31272 мав найбільшу масу 1000 зерен – 315,8–326,9 г, проте істотної різниці між варіантами з базовою системою удобрення та застосуванням органо-мінеральних добрив не спостерігалось. Варіант з застосуванням мінеральних добрив у нормі 92 кг/га д. р. азоту істотно підвищував масу 1000 зерен на 11,1 г порівняно з контролем, що дозволило досягти 326,9 г.



Примітка: $HP_{05} = 4,7$ г

Рис. 4.2. Маса 1000 насінин кукурудзи у 2025 році

Гібрид ЛГ 31272 мав найбільшу масу 1000 зерен – 315,8–326,9 г, проте істотної різниці між варіантами з базовою системою удобрення та застосуванням органо-мінеральних добрив не спостерігалось. Варіант з застосуванням мінеральних добрив у нормі 92 кг/га д. р. азоту істотно підвищував масу 1000 зерен на 11,1 г порівняно з контролем, що дозволило досягти 326,9 г.

У випадку з гібридом ЄС Ранвей всі варіанти удобрення різнилися між собою. На контрольному варіанті формувалося насіння з масою 1000 зерен на рівні 295,6 г, при застосуванні лише мінерального удобрення у нормі N_{92} – 303,6 г, а при органо-мінеральній системі удобрення – 308,6 г.

Оскільки варіація маси 1000 зерен в межах гібриду має меншу відносну амплітуду, ніж маса зерна з качана, то очевидно, що досліджувані чинники

мали більший вплив на кількісні показники качана – кількість зернівок з качана та його морфологію, що забезпечувало представлену різницю.

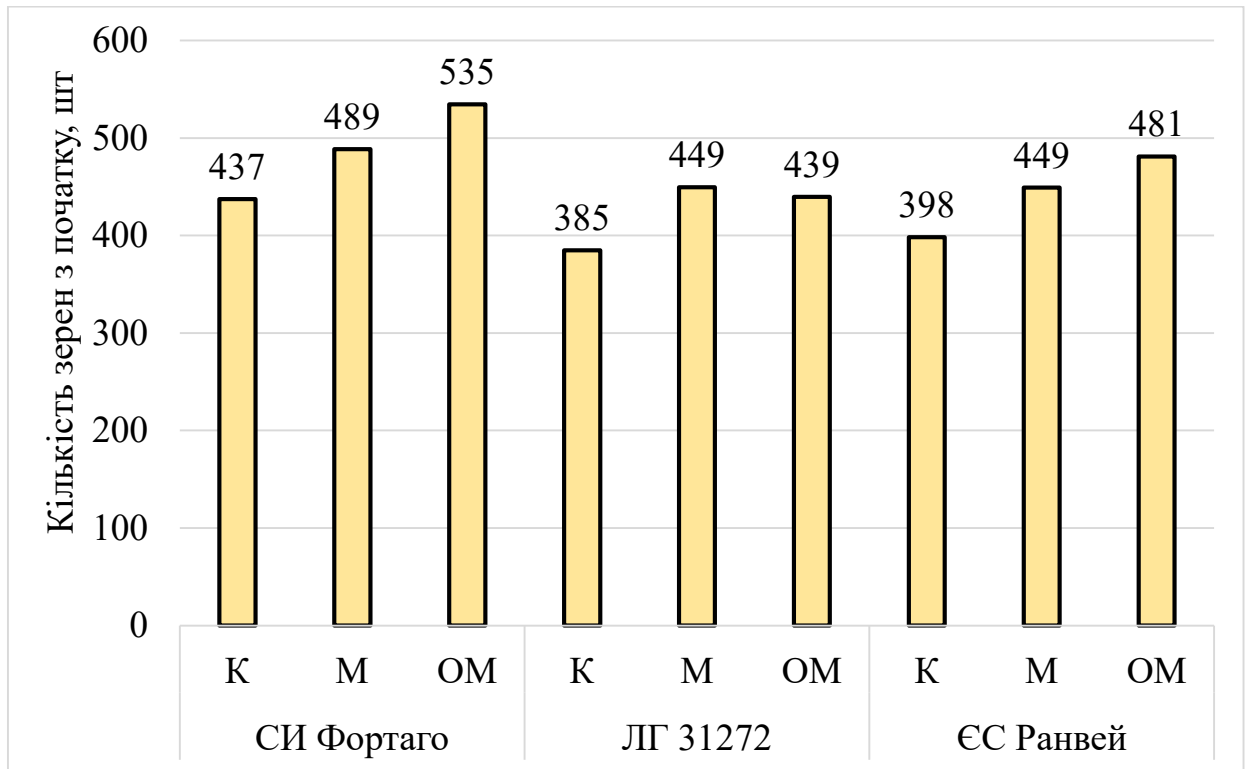
4.3. Біометричні параметри початку

Основними біометричними параметрами качана, що впливають на продуктивність кукурудзи є кількість зернівок з качана, кількість рядів зерен та зерен в ряду. Ці показники закладаються на ранніх етапах та залежать від умов живлення, кількості доступної вологи та конкурентоздатності з бур'янами та внутрішньо-видовою конкуренцією. Саме в період від формування п'ятого листка і до формування 10–11 листків відбувається закладання зачатків органів качана, а умови цвітіння та запліднення відповідають за реалізацію генетичного потенціалу та формування зернівок.

4.3.1. Кількість зерен в початку

Кількість зерен з качана у досліджуваних гібридів істотно різнилася залежно від системи удобрення (рис. 4.3). В середньому у гібриду СИ Фортадо формувалося більше зернівок в качані, ніж в інших гібридів. На контрольному варіанті СИ Фортадо формував 437 насінин, тоді як за мінеральної та органо-мінеральної системи – 486 та 535 насінин відповідно. Гібрид ЛГ 31272 формував 385 насінин на контрольному варіанті, при застосуванні мінеральних добрив у нормі N_{92} це значення зростало до 449 насінин, а за органо-мінеральної системи до 439 шт. Система удобрення лише з мінеральними добривами була ефективнішою за органо-мінеральну.

В гібриду ЄС Ранвей органо-мінеральна система удобрення була найефективнішою, оскільки на цьому варіанті утворювалося 481 насінина, що на 83 шт. більше ніж на контрольному варіанті (389 шт.) та на 32 шт. більше, ніж при застосуванні мінеральної системи з N_{92} .



Примітка: $НІР_{05} = 9,1$ шт.

Рис. 4.3 Кількість зерен з початку кукурудзи у 2025 році

Різниця в кількості зерен передбачуваною в зв'язку зі збільшенням норми азоту при застосуванні альтернативних системи, проте це не висвітлює шляхи реалізації генетичного потенціалу, тому слід розглянути вплив чинників на базові параметри качана – кількість рядів зерен та насінин у ряду.

4.3.2. Кількість рядів зерен

Кількість рядів зерен є генетично обумовленою ознакою, що варіює в залежно від стресових чинників у момент закладання качана. Оскільки, система удобрення на альтернативних варіантах передбачає однакову норму азоту, але у різних формах, то очевидним є те, що варіювання буде мінімальним. В той же час на контрольному варіанті було внесено на 46 кг/га д. р. азоту менше ніж на альтернативних, що могло вплинути на перебіг формотворчих процесів. В кукурудзи завжди парна кількість рядів зерен, тому числа в таблиці відображають середнє значення з 10 облікованих качанів.

Середнє значення менше 16 вказує на наявність у вибірці качанів з 14 та 16 рядами зерен, тоді як число більше 16 – на наявність качанів з 16 і 18 рядами.

Встановлено (таблиця 4.1), що на контрольному варіанті формувалося в середньому 15,66 рядів зерен, тобто в основному качани з 16 рядами та включенням качанів з 14 рядами зерен. На альтернативних варіантах в качанах в середньому формувалося по 16,06–16,13 рядів зерен, що в розрізі гібридів передбачало включення 18-рядних качанів у гібриду СИ Фортаго за органо-мінеральної системи удобрення. У випадку з гібридами ЛГ 31272 та ЄС Ранвей такі включення були за мінеральної системи з внесенням N92.

Таблиця 4.1

Кількість рядів зерен в початку гібридів кукурудзи

Фактор А Сорт	Фактор В – Система удобрення			Середнє по фактору А
	К	М	ОМ	
СИ Фортаго	16,0	16,0	16,2	16,1
ЛГ 31272	15,6	16,2	16,0	15,9
ЄС Ранвей	15,4	16,2	16,0	15,8
Середнє по фактору В	15,66	16,13	16,06	Х

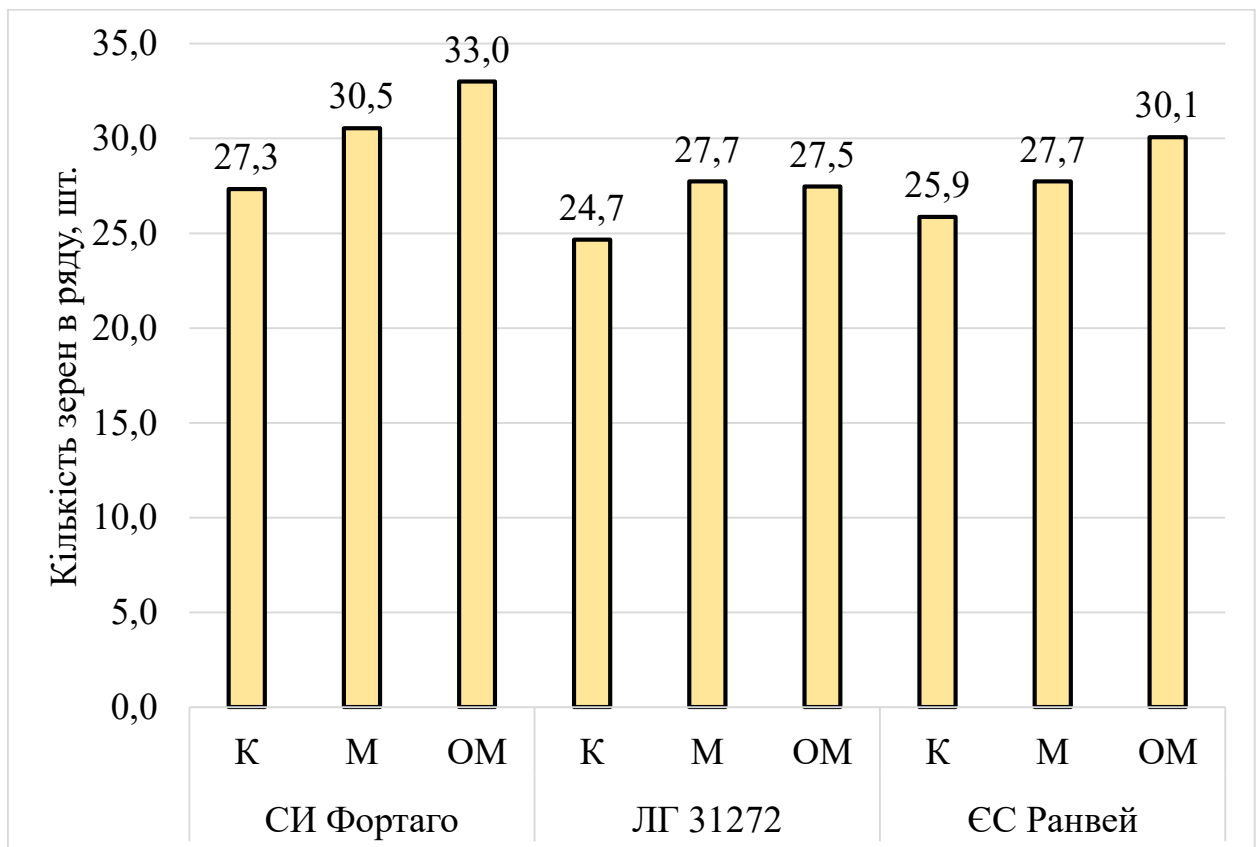
Слід зазначити, що СИ Фортаго мав стабільну кількість рядів зерен на всіх варіантах, тоді як решта позитивно відзивалася на збільшення норми азоту через утворення крупніших початків.

4.3.3. Кількість зерен в ряду

Кількість зернівок, що утворюються в ряду є прямим результатом впливу трофічних умов – доступної кількості елементів живлення, вологи та ефективного накопичення сухих речовин і їх відтоку до качана. Серед досліджуваних гібридів СИ Фортаго формував найбільше зерен в ряду, як на

контрольному варіанті так і н кожному альтеративному порівняно з іншими гібридами.

На контрольному варіанті СИ Фортаго формував 27,3 насінини (рис. 4.4), тоді як при застосуванні більшої кількості мінеральних добрив та органо-мінеральній системі удобрення це значення зростало на 3,2 і 5,7 шт. відповідно (30,5 шт./ряд і 33 шт./ряд). У гібриду ЛГ 31272 на контрольному варіанті формувалося 24,7 зернівки в ряду, а при застосуванні підвищеної норми мінеральних добрив та органо-мінеральній системі цей показник істотно зростав до 27,7 і 27,5 шт. відповідно, але між альтернативними варіантами не було суттєвої різниці.



Примітка: $HP_{05} = 0,6$ шт.

Рис. 4.4. Кількість зерен в ряду кукурудзи у 2025 році

У гібриду ЄС Ранвей формувалося в середньому 25,9 шт./ряд, за норми N_{92} цей показник досягав 27,7 шт., а за органо-мінерально системи – 30,1 шт./ряд.

Отже, різниця у масі зерна з качана викликана декількома чинниками, проте найвагомішим з них є кількість зернівок з качана, яка в свою чергу більш за все залежала від кількості зернівок в ряду.

4.4. Урожайність зерна

При аналізі впливу чинників на урожай кукурудзи встановлено, що гібрид і система удобрення мали суттєвий вплив, проте у варіації значень визначальним був саме вплив удобрення (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Урожайність зерна кукурудзи

Фактор А Сорт	Фактор В – Система удобрення			Середнє по фактору А
	К	М	ОМ	
СИ Фортаго	8,09	9,40	10,28	9,26
ЛГ 31272	8,54	10,31	9,60	9,49
ЄС Ранвей	8,24	9,52	10,33	9,36
Середнє по фактору В	8,29	9,74	10,07	Х
НІР ₀₅ загальний = 0,28 т/га				
НІР ₀₅ А = 0,16 т/а				
НІР ₀₅ В = 0,16 т/га				

СИ Фортаго, який виступав контролем серед гібридів в середньому формував 9,26 т/га зерна з максимумом у 10,28 т/га при органо-мінеральній системі удобрення. Серед всіх гібридів він мав найменшу урожайність на контрольному варіанті – 8,09 т/га.

Гібрид ЄС Ранвей характеризувався подібним рівнем врожайності, як і Си Фортаго, оскільки ні за середнім значенням по досліді (9,36 т/га), ні за варіантами удобрення не було суттєвої різниці.

Суттєво від всіх попередніх гібридів відрізнявся ЛГ 31272, який в середньому формував 9,49 т/га зерна. На контрольному варіанті він утворював 8,54 т/га, а за органо-мінеральної системи –9,6 т/га, що було суттєво нижче, ніж в інших гібридів. Слід відмітити, що за мінерального удобрення у нормі N₉₂ урожайність була суттєво вищою, ніж в інших гібридів – 10,31 т/га.

4.5. Вміст крохмалю в зерні.

Вміст крохмалю в насінні характеризує ефективність накопичення сухих речовин і в межах гібриду має бути максимальним. Було встановлено, що серед досліджуваних гібридів найбільший вміст крохмалю був у ЛГ 31272 – 74,4 % в середньому, тоді як в СИ Фортаго він становив 72,9 %, а в ЄС Ранвей – 72,1 %.

Таблиця 4.3

Вміст крохмалю в зерні кукурудзи

Фактор А Сорт	Фактор В – Система удобрення			Середнє по фактору А
	К	М	ОМ	
СИ Фортаго	72,1	73,6	72,9	72,9
ЛГ 31272	73,6	75,2	74,3	74,4
ЄС Ранвей	71,6	72,6	72,1	72,1
Середнє по фактору В	72,4	73,8	73,1	Х

Мінеральна система удобрення виявилася найефективнішою, що проявилось у збільшенні вмісту крохмалю в середньому на 1,4 % порівняно з контролем (73,8% проти 72,4 %). Органо-мінеральна система мала також позитивний вплив на вміст крохмалю, але він був удвічі меншим (+0,7 %).

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно формується з валової вартості валової продукції (таблиця 5.1), на яку впливає урожайність та затрат на її вирощування. Основними затратами на вирощування є вартість посівного матеріалу (різна для гібридів), затрати на систему захисту, оренду, амортизацію, проведення технологічних операцій, тощо. Додатковими чинниками збільшення витрат є післязбиральна доробка – очищення та сушіння, на які впливатимуть вологість зерна при збирання (а саме перевищення базової вологості) та обсяг зерна для сушіння (урожайність).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування кукурудзи

Гібрид	Система удобрення	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Затрати на вирощування, тис/грн. га	Собівартість, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
СИ Фортаго	К	8,09	72,8	38,3	4,7	34,5	90
	М	9,40	84,6	42,0	4,5	42,6	101,5
	ОМ	10,28	92,5	44,4	4,3	48,1	108,3
ЛГ 31272	К	8,54	76,9	40,0	4,7	36,8	92
	М	10,31	92,8	44,2	4,3	48,6	110,0
	ОМ	9,60	86,4	45,9	4,8	40,5	88,3
ЄС Ранвей	К	8,24	74,2	40,6	4,9	33,6	82,7
	М	9,52	85,7	44,6	4,7	41,1	92,1
	ОМ	10,33	93,0	47,2	4,6	45,8	96,9

Вартість 1 т кукурудзи станом на 29.09.2025 – 9000 грн

Оскільки урожайність гібридів зростала за альтернативних систем удобрення це призводило до збільшення валової продукції, а збільшені обсяги зерна для сушіння додатково підвищували затрати. Найвищий рівень затрат був при вирощуванні гібриду ЄС Ранвей за органо-мінеральної системи удобрення – 47,2 тис. грн/га, тоді як найвища собівартість 1 т зерна була в того ж гібриду на контрольному варіанті – 4,9 тис. грн./т. На контрольному варіанті також була найвища собівартість серед систем удобрення у гібридів СИ Фортаго та ЛГ 31272 – 4,7 тис. грн, тоді як альтернативні системи формували меншу собівартість.

У гібриду СИ Фортаго найвищий рівень чистого прибутку був за органо-мінеральної системи – 48,1 тис. грн/га, що на 13,6 тис. грн/га більше, ніж на контролі. Рівень рентабельності становив 108,3 % за цієї системи, тоді як на контролі лише 90 %. За внесення 92 кг/га д. р. азоту у формі мінеральних добрив умовно чистий прибуток становив 42,6 тис. грн, а рівень рентабельності 101,5 %.

У гібриду ЛГ 31272 на контрольному варіанті умовно чистий прибуток досягав 36,8 тис. грн/га, а максимальний був за застосування системи удобрення з нормою мінеральних добрив 92 кг/га д. р. азоту – 48,6 тис. грн/га. За органо-мінеральної системи умовно-чистий прибуток становив 40,5 тис. грн/га, що є найменшим серед всіх гібридів. В цього варіанту рівень рентабельності також був найнижчим у гібриду ЛГ 31272 – 88,3 %, тоді як на контрольному варіанті він становив 92 %, а за внесення додаткового мінерального азоту – 110,0 %.

При аналізуванні поєднання гібриду та системи удобрення було встановлено, що рівень виробничих затрат на вирощування певним чином зростав через збільшення урожайності та необхідного сушіння більшої кількості зерна, а на варіанті з внесенням органо-мінеральних добрив за рахунок використання додаткової техніки для внесення органічних добрив та збільшення вартості матеріалів (в середньому на 600 грн).

Оскільки, в розрізі гібридів немає одностайно найкращого варіанту удобрення, то слід враховувати особливості реалізації врожайності за різних систем удобрення, а ключовим чинником виробу ставити урожайність при подібному рівні вологості зерна. Отже, для гібридів СИ Фортаго та ЄС Ранвей найкращим варіантом з економічної точки зору за рівнем прибутку та рентабельністю буде використання органо-мінеральної системи удобрення з внесенням 10 т/га гною, а для гібриду ЛГ 31272 – використання суто мінеральної системи удобрення, де сумарна норма азоту становитиме 92 кг/га д. р.

ВИСНОВКИ

1. Польова схожість насіння досліджуваних гібридів становила в межах 89–92,2 %, а система удобрення не мала істотного впливу на цей показник в розрізі гібридів.
2. Тривалість вегетації гібридів суттєво перевищувала зазначену в описі гібриду та становила 127–130 діб. Найбільша різниця полягала у тривалості періоду від сходів до цвітіння качана – 60 діб у СИ Фортаго до 65 діб у ЛГ 31272.
3. Найбільша висота рослин у фазу цвітіння відмічалася у гібриду ЄС Ранвей – 294 см в середньому. Альтернативна система удобрення сприяла утворенню вищих рослин, що суттєво відрізнялося від контролю (266,3 см), але без суттєвої різниці між мінеральною та органо-мінеральною системою (280,7 і 282,7 см відповідно).
4. Площа листового апарату кукурудзи у фазу цвітіння досягала 42,1–51,3 тис. м²/га. Серед гібридів найвище значення було СИ Фортаго за органо-мінеральної системи, а найменше у контрольного варіанту ЛГ 31272. Найбільший вплив на площу листя мала органо-мінеральна систему у гібридів СИ Фортаго та ЛГ 31272, а в ЄС Ранвей – мінеральна, що сприяло формуванню 550,3 тис. м²/га листя.
5. За висотою кріплення початку лише Гібрид ЄС Ранвей характеризувався істотною різницею (в середньому 112,7 см, проти 102,3–102,7 см у інших), а на зміну висоти кріплення впливала лише органо-мінеральна система, за якої початок закладався на 5 см вище, ніж на контрольному варіанті.
6. Маса зерна з початку становила 114,5–121,5 г на контрольному варіанті, 132,8–146,9 г за альтернативної мінеральної системи удобрення та 139,8–148,5 г за органо-мінеральної системи.
7. Система удобрення мала низький вплив на формування маси 100 зерен, а основне місце займав вплив гібриду. Найбільша маса 1000 зерен була

в гібриду ЛГ 31272 – 315,8–326,9 г, тоді як в ЄС Ранвей вона становила 295,6–308,6 г, а в СИ Фортаго – 261,9–273,9 г.

8. Варіація маси зерна з качана була пов'язана з суттєво різною кількістю зернівок, що формувалася в качанах. СИ Фортаго формував 437 шт на контрольному варіанті, тоді як за мінеральної системи це значення зросло до 489 шт., а за органо-мінеральної системи до 535 шт. Інші гібриди мали меншу кількість зерен в качані: На контролі 385–398 шт., а за альтернативної системи удобрення 439–481 шт. Кількість рядів зерен майже не зніювалася, але зростала частка качанів з більшою кількістю рядів. Таким чином на збільшення кількості зерен в качанів істотно впливав показник кількості зерен в ряду, який варіював в діапазоні 27,3–33 шт. у СИ Фортаго, 24,7–27,7 шт. у ЛГ 31272 та 25,9–30,1 шт. у ЄС Ранвей.

9. Урожайність зерна на контрольному варіанті становила 8,09–8,54 т/га (середнє 8,29 т/га), за альтернативної мінеральної системи удобрення 9,74 т/га, а за органо-мінеральної системи – 10,07 т/га. Найвища урожайність 10,33 т/га була в гібриду ЄС Ранвей за органо-мінеральної системи.

10. Найвищий умовно-чистий прибуток (48,6 тис. грн/га) був при вирощуванні гібриду ЛГ 31272 за мінеральної системи з рівнем рентабельності 110 %. У інших гібридів найбільший прибуток та рентабельність була за застосування органо-мінеральної системи удобрення.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високого кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України для отримання урожайності зерна на рівні вище 10 т/га рекомендуємо:

1. вирощувати гібрид СИ Фортаго за органо-мінеральної системи (10 т/га гною в основне внесення та 100 кг/га карбаміду в передпосівний обробіток), що дозволить отримати чистий прибуто на рівні 48,1 тис. грн/га з рівнем рентабельності 108,3 %.

2. вирощувати гібрид ЛГ 31272 за внесення 200 кг/га карбаміду у передпосівне внесення для отримання прибутку на рівні 48,6 тис. грн/га з рівнем рентабельності 110 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асанішвілі Н. М., Буслаєва Н. Г., Шляхтурова С. П. Вплив агрохімічного навантаження на забезпеченість рослин елементами живлення та врожайність кукурудзи в Лісостепу. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2020. № 32. С. 9–19.
2. Борко Ю. П., Вдовенко С. А., Корсун С. Г., Болоховський В. В., Болоховська В. А. Функціонування мікробного комплексу сірого лісового ґрунту в агроценозі кукурудзи за дії біопрепаратів. *Збалансоване природокористування*. 2025. № 1. С. 144–154.
3. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Т. 68, № 1. С. 51–66.
4. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2022. № 2. С. 174.
5. Говенько Р. В., Антал Т. В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 22–29.
6. Господаренко Г. М., Любич В. В., Леонова К. П. Агрохімічні параметри родючості чорнозему опідзоленого та врожайність кукурудзи залежно від вапнування і удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 22–28.
7. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Пипчук Н. М. Формування потенційної родючості сірого лісового ґрунту за інтенсивного і органічного вирощування кукурудзи. *Землеробство*. 2020. № 1. С. 55–68.
8. Десятник Л. М., Шевченко М. С., Швець Н. В., Хижняк А. А. Системні фактори регулювання зернової продуктивності кукурудзи в

різноротаційних сівозмінах степової зони. *Зернові культури*. 2019. Т. 3, № 1. С. 37–44.

9. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В., Антал Т. В. Вплив передпосівної обробки насіння та посівів комплексними регуляторами росту рослин на урожайність гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 59–65.

10. 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. Вип. 101. С. 42–49.

11. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. 2020. [без вих. даних].

12. Кохан А., Глущенко Л., Лень О., Олєпир Р., Самойленко О. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2019. Т. 97, № 10. С. 18–23.

13. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Вплив стимуляторів росту і мікродобрив на урожайність зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2015. № 63. С. 58–61.

14. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 39–45.

15. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного: монографія. Вінниця: Друк, 2020. 536 с.

16. Пасічник Н. А., Степанко А. В. Калійне живлення рослин кукурудзи за різних систем застосування добрив. *Науковий вісник*

Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронія. 2016. № 235. С. 204–209.

17. Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М., Музафаров Н. М. *Дослідна справа в агрономії. Книга друга: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень.* Харків, 2016. 298 с.

18. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М. та ін. *Дослідна справа в агрономії. Книга перша: Теоретичні аспекти дослідної справи.* Харків: Майдан, 2016. 316 с.

19. Саверин І. В., Качмар О. Й. Продуктивність кукурудзи за різних систем удобрення в короткоротаційних сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2023. С. 91–109.

20. Скрильник Є. В. Агрохімічні підходи до виробництва органо-мінеральних добрив та ефективність їх застосування у короткоротаційних сівозмінах. *Агрохімія і ґрунтознавство.* 2015. № 82. С. 37–41.

21. Ahmed A., Din A. M. U., Aftab S., Titriku J. K., Ahmed S., Nizamani M., ... Yang W. Physiological and nutritional significance of potassium application under sole and intercropped maize (*Zea mays* L.). *Italian Journal of Agronomy.* 2021. Vol. 16, No. 1. P. 1737.

22. Almutairi M. B., Ahmed I., Alotaibi K. D., Aloud S. S., Abdalla M. Impact of starter phosphorus fertilizer type and rate on maize growth in calcareous soil irrigated with treated wastewater. *Soil Systems.* 2025. Vol. 9, No. 2. P. 41.

23. Balengayabo J. G., Kasenga G. R., Mgana S. M., Salukele F. Effect of treated wastewater from anaerobic digester coupled with anaerobic baffled reactor as fertigation on soil nutrient residues, growth and yield of maize plants. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management.* 2022. Vol. 26, No. 12. P. 1957–1967.

24. Baum M. E., Sawyer J. E., Nafziger E. D., Castellano M. J., McDaniel M. D., Licht M. A., ... Archontoulis S. V. The optimum nitrogen fertilizer rate for maize in the US Midwest is increasing. *Nature Communications.* 2025. Vol. 16, No. 1. P. 404.

25. Chen C., Xiang Y., Jiao X., Gong H. Enhancing maize phosphorus uptake with optimal blends of high and low-concentration phosphorus fertilizers. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. P. 1451073.
26. Chen X., Ren H., Zhang J., Zhao B., Ren B., Wan Y., Liu P. Deep phosphorus fertilizer placement increases maize productivity by improving root–shoot coordination and photosynthetic performance. *Soil and Tillage Research*. 2024. Vol. 235. P. 105915.
27. Davies B., Coulter J. A., Pagliari P. H. Timing and rate of nitrogen fertilization influence maize yield and nitrogen use efficiency. *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15, No. 5. e0233674.
28. Djaman K., Allen S., Djaman D. S., Koudahe K., Irmak S., Puppala N., ... Angadi S. V. Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environmental Challenges*. 2022. Vol. 6. P. 100417.
29. Dong S., Bismark A. B., Li S., Gao Q., Zhou X., Li C. Ammonium polyphosphate promotes maize growth and phosphorus uptake by altering root properties. *Plants*. 2024. Vol. 13, No. 23. P. 3407.
30. Gheith E. M. S., El-Badry O. Z., Lamtom S. F., Ali H. M., Siddiqui M. H., Ghareeb R. Y., ... Kandil E. E. Maize (*Zea mays* L.) productivity and nitrogen use efficiency in response to nitrogen application levels and time. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. P. 941343.
31. Govindasamy P., Muthusamy S. K., Bagavathiannan M., Mowrer J., Jagannadham P. T. K., Maity A., ... Tiwari G. Nitrogen use efficiency — a key to enhance crop productivity under a changing climate. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. P. 1121073.
32. He P., Ding X., Bai J., Zhang J., Liu P., Ren B., Zhao B. Maize hybrid yield and physiological response to plant density across four decades in China. *Agronomy Journal*. 2022. Vol. 114, No. 5. P. 2886–2904.
33. Huang N., Lin X., Lun F., Zeng R., Sassenrath G. F., Pan Z. Nitrogen fertilizer use and climate interactions: implications for maize yields in Kansas. *Agricultural Systems*. 2024. Vol. 220. P. 104079.

34. Jiang W., Liu X., Wang Y., Zhang Y., Qi W. Responses to potassium application and economic optimum K rate of maize under different soil indigenous K supply. *Sustainability*. 2018. Vol. 10, No. 7. P. 2267.

35. Kanibolotskyi I. O., Tkalich Y., Tsyliuryk O., Shevchenko S., Kolesnykova K. V., Yevtushenko H. O., Rudakov Y. Corn productivity for silage depending on plant density in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. 2024. [без вих. даних].

36. Kitchen N. R., Ransom C. J., Schepers J. S., Hatfield J. L., Massey R., Drummond S. T. A new perspective when examining maize fertilizer nitrogen use efficiency, incrementally. *PLOS ONE*. 2022. Vol. 17, No. 5. e0267215.

37. Kolisnyk O. M., Khodanitska O. O., Butenko A. O., Lebedieva N. A., Yakovets L. A., Tkachenko O. M., ... Kurinnyi O. V. Influence of foliar feeding on the grain productivity of corn hybrids in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, No. 2. P. 40–44.

38. Lavrynenko Y., Vozhegova R., Hozh O. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2016. Vol. 3, No. 1. P. 55–60.

39. Lei R., Wang Y., Zhou J., Xiang H. Tap maize yield productivity in China: a meta-analysis of agronomic measures and planting density optimization. *Agronomy*. 2025. Vol. 15, No. 4. P. 861.

40. Niaz A., Yaseen M., Arshad M., Ahmad R. Response of maize yield, quality and nitrogen use efficiency indices to different rates and application timings. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*. 2015. Vol. 25, No. 4. [без стор.].

41. Panison F., Sangoi L., Durlin M. M., Leolato L. S., Coelho A. E., Kuneski H. F., Liz V. O. D. Timing and splitting of nitrogen side-dress fertilization of early corn hybrids for high grain yield. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2019. Vol. 43. e0170338.

42. Peerlinck A., Morales G., Sheppard J., Hegedus P., Maxwell B. Optimizing nitrogen application to maximize yield and reduce environmental impact in winter wheat production. *Proceedings of the 15th International Conference on Precision Agriculture* (online). Monticello, IL: International Society of Precision Agriculture, 2022. [без паг.].

43. Ren H., Liu Z., Wang X., Zhou W., Zhou B., Zhao M., Li C. Long-term excessive nitrogen application decreases spring maize nitrogen use efficiency via suppressing root physiological characteristics. *Journal of Integrative Agriculture*. 2024.

44. Salvagiotti F., Caviglia O., Bacigaluppo S., Barraco M., Boero L., Biassoni M., ... Carciochi W. Response to nitrogen fertilization of late-sown maize upon different winter previous crops. *European Journal of Agronomy*. 2025. Vol. 166. P. 127566.

45. Schwalbert R., Amado T. J., Horbe T. A., Stefanello L. O., Assefa Y., Prasad P. V., ... Ciampitti I. A. Corn yield response to plant density and nitrogen: spatial models and yield distribution. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, No. 3. P. 970–982.

46. Singh A., Rudnick D., Snow D. D., Proctor C., Puntel L., Iqbal J. Impact of split nitrogen applications on nitrate leaching and maize yield in irrigated loamy sand soils of Northeast Nebraska. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2024. Vol. 7, No. 3. e20554.

47. Tang Y., Nian L., Zhao X., Li J., Wang Z., Dong L. Bio-organic fertilizer application enhances silage maize yield by regulating soil physicochemical and microbial properties. *Microorganisms*. 2025. Vol. 13, No. 5. P. 959.

48. Voloshchuk O., Zaviryukha P., Andrushko O., Kovalchuk O., Kovalchuk Y. Productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 8. P. 9–16.

49. Wang N., Zhang T., Li Y., Cong A., Lian J., Feng K. Integrated application of fertilization increased maize (*Zea mays* L.) yield by improving soil

quality, particularly under limited water conditions in a semi-arid sandy area. *Agricultural Water Management*. 2025. Vol. 309. P. 109334.

50. Wu P., Liu F., Wang J., Liu Y., Gao Y., Zhang X., ... Jia Z. Suitable fertilization depth can improve the water productivity and maize yield by regulating development of the root system. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 271. P. 107784.

51. Zhang Y., Wang H., Lei Q., Luo J., Lindsey S., Zhang J., ... Liu H. Optimizing the nitrogen application rate for maize and wheat based on yield and environment on the Northern China Plain. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 618. P. 1173–1183.

52. Zhou B., Sun X., Ding Z., Ma W., Zhao M. Multisplit nitrogen application via drip irrigation improves maize grain yield and nitrogen use efficiency. *Crop Science*. 2017. Vol. 57, No. 3. P. 1687–1703.

ДОДАТКИ**ДОДАТОК А****Характеристика гібриду СИ Фортаго**

Характеристика	Значення
Вологовіддача	9
Тип зерна	Зубоподібний
Тип адаптивності	Високоадаптивний
ФАО	260
Посухостійкість	9
Вологовіддача	9
Вміст білка	9,2–9,8 %
Вміст крохмалю	73,8–74,3 %

ДОДАТОК Б**Характеристика гібриду ЛГ 31272**

Характеристика	Значення
Тип зерна:	кременисто-зубовидний
Середня кількість зерен в ряду:	14-16
Середня маса 1000 зерен :	335 г
Вологовіддача	8
ФАО	270

Характеристика гібриду ЄС Ранвей

Характеристика	Значення
Тип зерна:	кременисто-зубовидний
ФАО	260
Стійкість до посухи	Висока
Потенціал урожайності	15 т/га
Вологовіддача	7
Маса 1000 зерен	315 г