

**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: «УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ КУКУРУДЗИ НА
ЗЕРНО ЧЕРЕЗ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ»**

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

_____ **Дяченко 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

Дяченку Владиславу Олександровичу

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

Тема магістерської роботи: «Управління продуктивністю кукурудзи на зерно через елементи технології вирощування» затверджена наказом НУБіП України від 12.12.2024 р. № 2220 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.10.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: ґрунтово-кліматичні умови; гібриди кукурудзи, варіанти системи удобрення, типові технологічні карти.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. проаналізувати літературні джерела щодо продуктивності сучасних гібридів кукурудзи та їх реакції на систему удобрення та різні рівні забезпечення поживними речовинами;
2. провести дослідження щодо впливу системи удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно та встановити вплив на елементи структури врожаю;
3. на основі отриманих результатів визначити найкращі варіанти;
4. встановити економічну ефективність оптимізованої технології вирощування.

Дата видачі завдання 27.10.2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Мазуренко Б. О.

Завдання прийняв до виконання

Дяченко В. О.

РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Управління продуктивністю кукурудзи на зерно через елементи технології вирощування».

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 48 сторінках машинописного тексту, включає 12 таблиць, 2 рисунки, п'ять розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 43 найменувань, з них 10 латиницею.

В першому розділі описано морфологічні особливості кукурудзи, її реакцію на систему удобрення, зокрема на фосфорні та калійні добрива.

В другому розділі наведено вичерпну інформацію по методології проведення досліджень.

В третьому розділі наведено дані по впливу сортового чинника та системи удобрення на польову схожість та формування густоти стояння, висоту рослин та висоту кріплення початку та площу листкового апарату.

В четвертому розділі зазначено вплив системи удобрення на урожайність зерна, його якість та структуру врожаю

В п'ятому розділі наведено економічну ефективність базової та альтернативної системи удобрення.

Робота завершується висновками та пропозиціями виробництву.

ВИСОТА, КАЛІЙ, СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, УДОБРЕННЯ,
УРОЖАЙНІСТЬ, ФОСФОР

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Н	
У.1. Особливості морфології сучасних гібридів.....	10
Р 1.2. Роль азоту, фосфору та калію протягом вегетації кукурудзи	12
Е 1.3. Реакція гібридів кукурудзи на зміну умов живлення.....	14
Р 1.4. Вплив фосфорно-калійних добрив на продуктивність кукурудзи.....	16
І	
М.1. Погодні умови виконання досліджень.....	19
К 2.2. Огляд ґрунтових умов	21
Р 2.3. Схема та методика проведення досліджень	23
Е	
В	
Н	
У.1. Польова схожість та густина стояння.....	25
В 3.2. Висота рослин та висота кріплення початків.....	26
К 3.2. Площа листового апарату.....	27
Р	
Л	
Н	
У.1. Урожайність зерна	30
Р 4.2. Елементи структури врожаю	31
Е 4.2.1 Маса зерна з качана та маса 1000 зерен.....	32
Р 4.2.2. Довжина качана та кількість насінин в качані	33
Е 4.2.3. Кількість зерен в ряді та кількість рядів качана	34
С 4.3. Показники якості зерна кукурудзи.....	36
К	
Т	
\	

	6
4.4. Збиральна вологість кукурудзи	37
ВИСНОВКИ	41
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	44

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза є однією з провідних зернових культур Черкаської області, яка має значний потенціал урожайності та широке господарське використання. Проте для повної реалізації її продуктивності необхідно забезпечити оптимальне живлення рослин, яке враховує біологічні особливості конкретних гібридів [43]. У сучасних умовах зміни клімату та нестабільного зволоження особливої актуальності набуває вдосконалення систем удобрення, що дозволяють підвищити врожайність і зберегти родючість ґрунтів.

Підбір ефективної системи удобрення для різних гібридів кукурудзи дає можливість раціонально використовувати добрива, знизити собівартість продукції та отримати стабільні врожаї. Тому дослідження впливу різних систем удобрення на продуктивність трьох гібридів кукурудзи в умовах Черкаської області є актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності технології вирощування культури та економічної віддачі виробництва [1].

Для більшості сучасних технологій вирощування кукурудзи основним елементом, що впливає на рівень урожайності є азот, в той час як фосфор та калій вносяться у обмеженій кількості. Досить часто, запаси фосфору та калію в ґрунтах є високими, але важкодоступними для рослин [2]. Окрім цього, ці елементи впливають на стресо стійкість, зокрема на посухостійкість, оскільки фосфор стимулює ріст кореневої системи, а калій сприяє потовщенню клітинних стінок та транспорту сухих речовин по рослині. Тому для визначення економічної доцільності збільшення норми внесення фосфору та калію слід проводити спеціалізовані дослідження, які б включали не лише зернову продуктивність, але й якість продукції та стійкість до абіотичних та біотичних чинників.

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 визначенні впливу системи удобрення з різною нормою фосфоно-калійних добрив на формування продуктивності гібридів кукурудзи на зерно, її урожайності та якості.

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

1. проаналізовано літературні джерела щодо продуктивності сучасних гібридів кукурудзи та їх реакції на систему удобрення та різні рівні забезпечення поживними речовинами;

2. проведено дослідження щодо впливу системи удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно та встановлено вплив на елементи структури врожаю;

3. на основі отриманих результатів визначено найкращі варіанти;

4. встановлено економічну ефективність оптимізованої технології вирощування.

Об'єкт дослідження: гібриди кукурудзи ДКС 4014, ДКС 3730, Адевей; варіанти системи удобрення: $N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$, $N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$, елементи структури врожаю, урожайність, економічна ефективність.

Предмет дослідження: процес формування продуктивності гібридів кукурудзи на зерно за впливу різних систем удобрення.

Методи досліджень: Об'єктом дослідження були три гібриди кукурудзи за різних систем удобрення. Метою було визначити вплив систем удобрення на врожайність, морфологічні ознаки та ефективність використання поживних речовин кожним гібридом. Використовувалися типові загальні та спеціальні методи досліджень у галузі агрономії. Структуру врожаю та морфологічні параметри визначали за допомогою розрахункових та лабораторних методів. Статистичні: факторний аналіз, порівняльно-розрахунковий, математичного моделювання.

Цінність отриманих результатів полягає у доповненні результатів по впливу норм фосфорно-калійного удобрення при однаковому рівні азотного

удобрення на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України

Апробація результатів дослідження проведена Міжнародної науково-практичної конференції «Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів» (м. Київ, 22-23 травня 2025 року) НУБІП України, 2025. 281 с. та постерній конференції магістрів агробіологічного факультету 25 листопада 2025 року.

Публікації. Результати представлені на одній міжнародній та постерній конференції магістрів агробіологічного факультету та опубліковані у вигляді тез доповіді:

- **Дяченко В.О.,** Дмитренко Б.Є, Мазуренко Б.О. (2025). Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мінерального удобрення. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів» (м. Київ, 22-23 травня 2025 року)* НУБІП України, 2025. 281 с.

- **Дяченко В.О.,** Мазуренко Б.О. (2025). Управління продуктивністю кукурудзи на зерно через елементи технології вирощування. Постерна конференція агробіологічного факультету НУБІП України. (Київ, 25 листопада 2025 року).

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ПРИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Особливості морфології сучасних гібридів

Як стратегічна зернова культура в Україні та світі, кукурудза відома своєю здатністю приносити високі прибутки у сільському господарстві. Це стало рушієм трикратного збільшення площ її посіву: від понад 1.4 млн га у 2000 році до прогнозованих понад 4.5 млн га на цей рік. Успіх вирощування кукурудзи значною мірою залежить від правильного вибору гібрида, який має відповідати ґрунтово-кліматичним умовам, технології вирощування та економічним цілям господарства. Підбір гібрида є ключовим елементом системи точного землеробства і вимагає всебічної оцінки комплексу морфологічних та фізіологічних ознак [9, 14].

Група стиглості, що позначається міжнародним індексом ФАО, є, безумовно, найважливішим критерієм вибору, оскільки вона відображає необхідну гібриду суму активних температур для повного дозрівання. Необхідно забезпечити відповідність показника ФАО тривалості безморозного періоду та середнім температурам регіону. В Україні групи стиглості варіюються від ранньостиглих на півночі та заході до середньопізніх і пізньостиглих у південних регіонах. Неправильний вибір призводить або до недобору врожаю, або до надмірної вологості зерна під час збирання, що значно збільшує витрати на досушування [5]. Для умов із нестабільним зволоженням доцільно обирати гібриди з високою екологічною пластичністю – здатністю формувати стабільний урожай за різних погодних умов, які зазвичай належать до середньоранніх або середньостиглих груп [8].

Архітектоніка рослини, тобто її загальна будова та форма, безпосередньо впливає на ефективність використання сонячної енергії та стійкість до вилягання. Ключовими морфологічними критеріями тут виступають висота рослини, тип облиственості та висота кріплення початку [18]. Загальновизнано,

що середньорослі гібриди зазвичай демонструють краще співвідношення між вегетативною масою та урожаєм зерна, забезпечуючи оптимальний індекс урожаю. Надто високі гібриди більш схильні до вилягання, особливо на високородючих ґрунтах [17].

Тип облиственості визначає ефективність фотосинтезу і пов'язаний з кутом прикріплення листків. Еректоїдний тип характеризується розташуванням листя під гострим кутом до стебла. Цей тип забезпечує краще проникнення світла до нижніх ярусів посіву, знижуючи самозатінення, і є рекомендованим для інтенсивних технологій і високої густоти стояння [34]. На противагу цьому, плагіотропний тип із більш горизонтальним розташуванням листя краще перехоплює світло на верхньому ярусі, що підходить для розріджених посівів [14]. Оптимальною є також висота кріплення початку в межах 80-120 см від поверхні ґрунту. Занадто високе кріплення зміщує центр ваги, збільшуючи ризик зламу стебла під час вітру, тоді як занадто низьке ускладнює механізоване збирання [10, 12].

Взаємодія площі листя з продуктивністю є критичною для врожайності. Кількісним показником фотосинтетичного апарату є індекс листової поверхні, який є співвідношенням загальної площі листя до площі ґрунту [16]. Максимальний урожай зерна забезпечується не стільки максимальною, скільки оптимальною площею листя, яка для більшості гібридів [3]. Подальше збільшення листкового індексу часто призводить до самозатінення, через що нижні листки стають неефективними, а дихання починає перевищувати фотосинтез [33]. Найбільший внесок у налив зерна робить листя, розташоване навколо та вище початку, тому ключовим фактором є довготривале збереження зеленого стану саме цих листків після цвітіння [35]. Слід обирати гібриди, які демонструють високу чисту продуктивність фотосинтезу – здатність ефективно продукувати суху речовину на одиницю площі листя [33, 36, 39].

Додаткові критерії вибору охоплюють стійкість до хвороб і шкідників, що мінімізує залежність від хімічного захисту, та вологовіддачу – швидкість, з якою зерно втрачає вологу після дозрівання [42]. Остання характеристика є критичною

для зниження фінансових витрат на післязбиральну доробку. Тип зерна (кременистий, зубоподібний або проміжний) обирається залежно від кінцевого призначення продукції (харчова, кормова промисловість, крохмаль). Таким чином, оптимальний гібрид є результатом збалансованого компромісу між потенційною врожайністю, морфологічною стійкістю, ефективністю фотосинтетичного апарату та економічною вигодою[4].

Вологовіддача гібридів відіграє важливу роль у формуванні структури витрат, тому доцільно підбирати гібриди, які ефективно віддають вологу через стрижень та обгортки [6, 7].

1.2. Роль азоту, фосфору та калію протягом вегетації кукурудзи

Азот, фосфор і калій (NPK) є основними макроелементами, які відіграють критичну та диференційовану роль на всіх етапах органогенезу кукурудзи, безпосередньо впливаючи на архітектоніку рослини, продуктивність та якість зерна. Комплексне розуміння функцій цих елементів та реакції рослини на їх дефіцит чи надлишок є основою для розробки науково обґрунтованих систем удобрення [15]. Азот є ключовим компонентом хлорофілу, забезпечуючи інтенсивність фотосинтезу, та амінокислот, які є базовими одиницями білків, а також входить до складу нуклеїнових кислот і АТФ. Його роль є домінуючою у забезпеченні вегетативного росту та формуванні листового апарату. На клітинному рівні, достатнє живлення азотом гарантує активний поділ клітин у точках росту (конусах наростання) та формування цитоплазми [26].

У фазі закладання органів (перші чотири фази органогенезу), азот стимулює активне утворення вузла кущіння та наростання бічної листової поверхні. У фазі цвітіння та наливу зерна, азот активно реутилізується (перерозподіляється) з вегетативних органів (листя) у зерно, де він необхідний для синтезу запасних білків, визначаючи кінцевий вміст сирого протеїну [26].

Фосфор є незамінним у передачі енергії через молекули АТФ (аденозинтрифосфату), що є універсальною енергетичною валютою клітини. Він

також є структурним компонентом ДНК і РНК, відіграючи вирішальну роль у генетичній експресії та успадкуванні ознак.

Критична функція фосфору зосереджена на стимуляції росту кореневої системи та її здатності поглинати воду та поживні речовини. На початку органогенезу, Р необхідний для формування репродуктивних органів – диференціації генеративних бруньок у чоловічі (волоть) та жіночі (качан) суцвіття. Адекватне фосфорне живлення є необхідною умовою для синхронного та якісного проходження цвітіння і запліднення, що безпосередньо впливає на кількість закладених зерен у качані [37].

Калій не входить до складу органічних молекул, але функціонує як осмотичний регулятор та активатор ферментів. Він регулює водний режим рослини, контролюючи роботу продохів, чим підвищує посухостійкість і ефективність використання води. Калій також бере участь у транспорті цукрів (асимілятів) від листя, де відбувається фотосинтез (донори), до наливного зерна (акцептори) [41].

Його присутність критично важлива для підвищення стійкості рослини до біотичних та абіотичних стресів, зміцнюючи механічну стійкість стебла до вилягання. У фазі наливу зерна, калій забезпечує формування повноцінного і важкого зерна, впливаючи на масу 1000 зерен [32].

Азот засвоюється найбільше у період інтенсивного росту. Дефіцит у цей час призводить до незворотної втрати потенціалу врожайності. Фосфор є "піонером" – хоча його загальна потреба менша, ніж у N і K, він має бути доступним на початкових етапах для стимуляції коренеутворення, оскільки його рухливість у ґрунті вкрай низька. Калій має два піки: перший – для формування вегетативних органів, другий – для інтенсивного наливу зерна [40].

Засвоєння основних елементів живлення рослинами кукурудзи має свої характерні періоди та функціональне значення.

Азот (N) інтенсивно засвоюється у фазі від 5–6 листків до цвітіння, коли відбувається активне нарощування біомаси та формування генеративних органів. Фосфор (P) найактивніше використовується у перші 30–40 днів вегетації (у

ранніх фазах розвитку), сприяючи формуванню кореневої системи та закладанню генеративних органів. Калій (K) засвоюється переважно у період від фази 8 листків до цвітіння і виконує важливу роль у регуляції водного балансу та транспорту вуглеводів у рослині. Дефіцит або надлишок елементів живлення значно впливають на ріст, розвиток і продуктивність рослин кукурудзи [24].

При нестачі азоту спостерігається V-подібний хлороз старих листків, пригнічення росту, формування дрібних і невивірених качанів. Надлишок азоту, навпаки, спричиняє жирування рослин, що проявляється надмірним вегетативним ростом, схильністю до вилягання, затримкою дозрівання, підвищеною вологістю зерна та накопиченням нітратів [28].

Дефіцит фосфору характеризується пурпурово-фіолетовим забарвленням молодих рослин, уповільненням росту кореневої системи та деформацією качанів, зокрема незаповненням верхівки. Надлишкове внесення фосфору може призводити до індукції дефіциту мікроелементів (цинк, залізо) внаслідок антагонізму та утворення нерозчинних сполук.

У разі нестачі калію на старих листках з'являється крайовий опік (некроз країв), стебла стають слабкими, знижується стійкість рослин до посухи, а качани утворюють порожнистий кінчик [33]. Надлишок калію викликає антагонізм із магнієм і кальцієм, що зумовлює прояв дефіциту магнію, який виявляється у вигляді міжжилкового хлорозу нижніх листків. [29]

1.3. Реакція гібридів кукурудзи на зміну умов живлення

Ефективна система удобрення кукурудзи є фундаментальною складовою агротехнології, що забезпечує максимальну реалізацію потенціалу гібрида. Вона базується на поєднанні мінеральних та органічних добрив, а також на врахуванні ролі мікроелементів та динамічного впливу ґрунтових і погодних умов. Науково обґрунтований підхід вимагає диференціації норм, форм та строків внесення елементів живлення протягом усього періоду органогенезу рослини [21].

Система удобрення кукурудзи охоплює три основні етапи внесення мінеральних добрив: основне (допосівне), припосівне (стартове) та підживлення

(кореневе і позакореневе), які можуть бути інтегровані з органічним живленням [20]. Основне внесення добрив проводиться до сівби, зазвичай восени під оранку або навесні під передпосівну культивуацію, і має на меті створити ґрунтовий запас основних елементів живлення, насамперед фосфору та калію. Ці елементи є малорухливими, тому повинні бути розміщені у зоні активного розвитку кореневої системи. Фосфорно-калійні добрива, внесені в цю фазу, забезпечують довготривалий ефект та формування потужної кореневої системи на ранніх етапах. Частина азотних добрив також може вноситися в основне живлення, проте слід враховувати ризик їхньої денітрифікації та вимивання (особливо в умовах надмірного зволоження), тому основну масу азоту доцільно приурочувати до весняного періоду внесення [21]. Припосівне внесення є критично важливим для кукурудзи. Воно здійснюється одночасно із сівбою в рядки (зазвичай 2-5 см убік і нижче насіння) та передбачає використання невеликих доз легкодоступних добрив, найчастіше фосфорних у формі мікрогранул або комплексних NPK-добрив [25]. Це створює високу концентрацію поживних речовин у безпосередній близькості від проростка, стимулюючи його початковий ріст і допомагаючи подолати так звану «фосфорну яму» – період, коли через низькі температури ґрунту засвоєння фосфору з основного запасу є утрудненим.

Стартове живлення має вирішальне значення для закладання майбутнього качана. Підживлення – це основний спосіб забезпечення кукурудзи азотом у критичні періоди інтенсивного росту. Перше кореневе підживлення зазвичай проводять у фазі 5-6 листків, забезпечуючи потреби рослини у період активного наростання біомаси [29]. Підживлення може здійснюватися шляхом міжрядного внесення рідких (КАС) або гранульованих (карбамід, аміачна селітра) азотних добрив [19]. Незважаючи на низьку концентрацію, мікроелементи є каталізаторами ключових біохімічних процесів, необхідних для ефективного засвоєння макроелементів [24].

Ефективність усієї системи удобрення нерозривно пов'язана з динамічною взаємодією ґрунтових і погодних умов, які безпосередньо впливають на доступність, рухливість та поглинання елементів живлення [38].

Температура ґрунту є критичним фактором. При низькій температурі різко знижується активність кореневої системи та мікроорганізмів, які відповідають за мінералізацію органічних форм азоту та перетворення фосфору у доступні форми. Незважаючи на їх достатню кількість у ґрунті. Саме тому стартове внесення добрив є настільки важливим [27]. Вологість ґрунту регулює рухливість елементів. Нестача вологи ускладнює дифузію поживних елементів до кореневої поверхні, а також знижує інтенсивність транспірації, необхідну для масового потоку елементів. З іншого боку, надмірне зволоження може призводити до вимивання нітратної форми азоту у глибші шари ґрунту та його денітрифікації) в умовах анаеробіозу, що зменшує фактичну кількість доступного азоту [30].

1.4. Вплив фосфорно-калійних добрив на продуктивність кукурудзи

Фосфор і Калій є двома фундаментальними макроелементами, вплив яких на продуктивність кукурудзи зосереджений переважно на формуванні елементів структури врожаю та адаптивних механізмах рослини. На відміну від Азоту, який визначає вегетативну потужність, Р і К критично впливають на репродуктивну ефективність та якість зерна [31].

Фосфор є каталізатором енергетичних процесів та ключовим компонентом генетичного матеріалу, що робить його незамінним на етапах клітинного поділу та диференціації. Його вплив на структуру врожаю є переважно кількісним і зосереджений на ранніх стадіях органогенезу.

Адекватне фосфорне живлення на ранніх етапах розвитку є критичним для закладання потенційної кількості рядів зерен та зерен у ряду в качані.

Фосфор стимулює активний поділ клітин у конусі наростання, що безпосередньо визначає розмір первинного качана та його здатність до максимальної реалізації. Дефіцит фосфору у цей період призводить до

формування дрібного, недорозвиненого качана з меншою кількістю потенційних насінних зачатків.

Крім того, фосфор відіграє вирішальну роль у. Він необхідний для синтезу нуклеїнових кислот, які забезпечують життєздатність пилку та яйцеклітини. Нестача P може призвести до зниження життєздатності пилку, уповільнення росту пилкової трубки та, як наслідок, до незаповнення верхівки качана або зменшення кількості запліднених зерен. Таким чином, фосфор визначає максимально можливу кількість насіння в качані.

Фосфор має вирішальне значення для енергозабезпечення кореневої системи. Його достатня наявність на старті стимулює швидке і потужне формування вторинних і третинних коренів, що є ключовим адаптивним механізмом. Розвинена коренева система дозволяє рослині ефективніше поглинати вологу та поживні елементи з глибших шарів ґрунту, що підвищує її толерантність до початкової ґрунтової посухи та температурних стресів. Це пояснює, чому стартове фосфорне живлення є незамінним елементом технології у регіонах із ризиком посухи.

Найважливіша функція калію полягає у регуляції транспорту вуглеводів від листя до наливного зерна. Калій виступає як осмотичний агент, що забезпечує необхідний градієнт концентрації для ефективного переміщення асимілятів. Достатнє калійне живлення у фазі молочної та воскової стиглості є критичною для максимального накопичення сухої речовини у зерні, безпосередньо впливаючи на масу 1000 насінин. Дефіцит калію призводить до порушення відтоку сухих речовин до генеративних органів, що проявляється у невиповненості зерна та зниження маси 1000 зерен, навіть якщо кількість насіння була закладена високою.

Крім того, калій забезпечує синтез та стабільність клітинних стінок і механічну стійкість стебла. Оптимальне калійне живлення знижує ризик вилягання рослин та їхньої ламкості у період наливу, що є важливою передумовою для збереження сформованого врожаю до збирання.

Взаємодія фосфору та калію в системі живлення кукурудзи є синергічною. Фосфор закладає кількісний потенціал, забезпечуючи енергію для поділу клітин та формування качана, тоді як калій забезпечує якісну реалізацію цього потенціалу на масу 1000 насінин, оптимізуючи транспорт і накопичення поживних речовин у зерні. [25]

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилося в 2024–2025 роках у ФГ «Агро-Проялс», що розташоване в с. Ротмистрівка, Черкаського району, Черкаської області. Біля господарства пролягає автошлях Н16.

2.1. Погодні умови виконання досліджень

Клімат Черкаського району помірно континентальний. Зима не сувора, з періодичними відлигами. Літо тепле, посушливе і в деякі роки спекотне. Вітри, які надходять із заходу, приносять опади.

Максимальна температура повітря – $+39^{\circ}\text{C}$, а мінімальна температура – 37°C . Середня температура повітря в області за рік є $8,8^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший місяць – лютий, його середня температура становить $-3,8^{\circ}\text{C}$. Літня середня температура складає $+22^{\circ}\text{C}$. Період зими на Черкащині триває зазвичай з 23-27 листопада і продовжується до 27-4 березня. В цей період ми спостерігаємо стійкий перехід температури за 0°C у бік тепла.

Сума позитивних температур повітря вище 5°C за даний період змінюється від 3090°C на північному заході області до 3350°C на південному сході. Період активної вегетації с/г. культур із середніми добовими температурами повітря 10°C і вище триває 165–175 дні. Починається він 17-22 квітня і закінчується 2-5 жовтня. Перші заморозки спостерігаються в період 10-19 жовтня, останні весняні – 12-21 квітня.

Вегетаційний період на території області проходить від 2 до 11 днів із суховіями різної інтенсивності. Серед інших несприятливих для с/г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період відмічаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи. Стійкий сніговий покрив місцями утворюється наприкінці листопада, а руйнується здебільшого в першій або другій декаді березня.

Гідротермічний коефіцієнт дорівнює 1,2, тобто зволоження нормального рівня.

Оцінка погодних умов вегетаційного сезону кукурудзи у 2024–2025 році.

Погодні умови 2025 року були неоднозначними для вегетації кукурудзи, оскільки температура повітря на початку вегетації (травень-червень) була нижча оптимуму та багаторічного значення для території (таблиця 2.1). Найвищі температури спостерігалися у липні (23,2 °С) та серпні (20,3 °С), а найбільша кількість опадів — у травні (101 мм), що є важливим чинником для початкових етапів розвитку кукурудзи. Зимовий період характеризувався низькими температурами (до -17,3 °С у лютому), але з достатнім сніговим покривом, який сприяє накопиченню вологи у ґрунті.

Таблиця 2.1

Погодні умови 2025 вегетаційного сезону

Місяць	2025 рік				Середня швидкість вітру м/с
	t, °С	Опади, мм	Максимальна t, °С	Мінімальна t, °С	
Січень	2,3	13	11,4	-8,4	2,7
Лютий	-4,5	51	6,1	-17,3	1,7
Березень	6,9	25	20,2	-3,9	2,5
Квітень	10,6	21	26,7	-4	2,3
Травень	14,1	101	27	1	2,4
Червень	19,5	71	32,5	7,6	3,5
Липень	23,2	21	35,5	10,7	2,5
Серпень	20,3	17	32,4	7	2,7
Вересень	16,3	28	28,5	-0,3	2,7
Жовтень	9	82	15,7	-0,3	3
Середнє/ сума	13,2	430	–	–	–

Помірно тепла весна з достатньою кількістю опадів створила сприятливі умови для проростання насіння і формування міцних сходів. У літні місяці, коли температура перевищувала 20 °С, забезпечувалися оптимальні умови для

активного фотосинтезу та формування генеративних органів, хоча незначна кількість опадів у червні та липні могла зумовити певний дефіцит вологи, що вплинуло на формування качанів. Осінній період із помірною температурою (16–18 °С у вересні) сприяв дозріванню зерна та зниженню його вологості, що позитивно позначилося на врожайності й якості продукції. Загалом погодні умови 2024–2025 рр. можна охарактеризувати як близькі до оптимальних для вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу України.

2.2. Огляд ґрунтових умов

Основними ґрунтоутворними породами на території області та господарства являються леси. Леси – континентальна ґрунтоутворювальна гірська осадова порода сірувато-жовтого, іноді бурого або червонувато-бурого кольору. Потужність лесових нашарувань становить від кількох десятків сантиметрів до кількох десятків метрів на вододілах та схилах терас давніх долин.

Тип ґрунту та його морфологічні особливості зазначені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Тип ґрунту дослідної ділянки

Показник	Значення
Тип	Чорноземи типові та реградовані
Рід	Солонцюватий
Вид	Середньо-гумусний, середньо-потужний
Різновидність	Легкосуглинкові

Найважливішою задачею в умовах сільськогосподарського виробництва на чорноземних ґрунтах є максимальне використання їх високої потенціальної родючості. Основні заходи в рішенні цієї проблеми – найбільш раціональні прийоми обробітку, накопичення і правильного використання вологи, внесення добрив, покращення структури ґрунту, покращення структури посівних площ, введення найбільш цінних і високоврожайних культур і сортів.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки представлена в таблиці 2.3.

Реакція ґрунтового розчину є слабокислою (рН 6,5), що оптимально для більшості зернових культур, у тому числі для кукурудзи. Показники щільності орного шару (1,27 г/см³) та вмісту водотривких агрегатів свідчать про сприятливу структуру ґрунту, яка забезпечує хорошу аерацію і розвиток кореневої системи.

Таблиця 2.3

Агрохімічні властивості дослідної ділянки

№	Параметр	Значення
1	Потужність гумусового горизонту, см	44
2	Вміст гумусу у шарі 0–30 см, %	4,7
3	Щільність орного шару ґрунту, г/см ³	1,27
4	рН сольове	6,5
5	Коефіцієнт структурності верхнього шару ґрунту	1,5
6	Вміст легкогідролізованого азоту, мг/кг ґрунту	108,4
7	Вміст доступного фосфору, мг/кг ґрунту	122,4
8	Вміст рухомого калію, мг/кг ґрунту	84,8

З агрохімічної точки зору, ґрунт характеризується високим вмістом поживних речовин. Кількість лужногідролізованого азоту становить 108,4 мг/кг, рухомого фосфору — 122,4 мг/кг, а калію — 84,8 мг/кг, що забезпечує збалансоване живлення рослин протягом усього періоду вегетації. Невисока гідролітична кислотність (2,6 мг/100 г ґрунту) та сума ввібраних основ (24,6 мг/100 г ґрунту) свідчать про добрий агрохімічний стан ґрунту, який не потребує вапнування. Такі умови сприяють активному росту кукурудзи, формуванню потужної кореневої системи, кращому засвоєнню елементів живлення й забезпечують потенційно високий рівень урожайності.

2.3. Схема та методика проведення досліджень

Польові дослідження проводились в 2025 році. Дослід закладався за двофакторною схемою (таблиця 2.4), де першим фактором виступали гібриди кукурудзи, а другим – варіанти системи удобрення з різною нормою фосфорно-калійного удобрення в основний обробіток ґрунту

Таблиця 2.4

Схема польового дослідження

<i>Фактор А</i> Гібрид кукурудзи	<i>Фактор В</i> Система удобрення
1. ДКС 4014 (контроль) 2. ДКС 3730 3. Адевей	1. $N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$ (контроль) 2. $N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$

Повторність дослідження – трикратна. Площа елементарної ділянки 100 м², а облікової – 48 м².

Калійні та фосфорні добрива вносилися восени під основний обробіток ґрунту (оранка 32-35см). Калійними та фосфорними добривами є тукосуміш 120 кг + 80 кг калійної солі. Азотні добрива в свою чергу вносились в передпосівний обробіток ґрунту в повному обсязі (культивация 4-6см). Попередник кукурудзи у господарстві є пшениця озима.

Сівбу кукурудзи зазвичай починають, коли температура ґрунту на глибині 10 см стабільно прогривається до +10 ... +12 °С. У середньому це відбувається в другій половині квітня - на початку травня. Норма висіву кукурудзи на зерно у господарстві – 70 000 схожих насінин/га на глибину 4-6 см з міжряддям 70 см.

В ході проведення досліджень в посівах кукурудзи проводилися наступні **обліки та спостереження [22, 23]:**

1. Визначення польової схожості шляхом підрахунку густоти стояння на момент сходів відносно кількості висіяного насіння.

2. Вимірювання висоти рослин та висота кріплення початку проводили у фазу появи волоті та повної стиглості.

3. Визначення маси 1000 та маси зерна з качану проводиться шляхом відбору та зважування певної кількості зерен з очищеного зразка на лабораторних вагах.

4. Довжина качану вимірюється за допомогою лінійки.

5. Кількість насінин в качані та кількість рядів і зерен проводять за допомогою візуального методу.

6. Визначення вмісту крохмалю та білку в зерні кукурудзи проводили методом інфрачервоної спектрометрії на приладі Infratec 1241.

7. Вологість зерна вимірюють за допомогою вологоміру безпосередньо на полі, а потім у лабораторних умовах термогравіметричним методом.

8. Визначення економічної ефективності вирощування кукурудзи на основі технологічних карт вирощування та макроекономічних показників господарства.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗА ЗМІНОЮ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

3.1. Польова схожість та густина стояння

Польова схожість та густина стояння є одними з ключових показників, що визначають рівень розвитку посівів та потенційну врожайність кукурудзи. Вони залежать від якості насіння, строків і умов сівби, вологості та температури ґрунту, а також від агротехнічних заходів, зокрема системи удобрення й підготовки посівного ложа.

Порівняння цих показників (таблиця 3.1) дозволяє оцінити реакцію гібридів на агротехнічні умови, визначити рівень їхньої адаптивності та здатність формувати стабільні посіви, що безпосередньо впливає на кінцеву врожайність культури.

Таблиця 3.1

Параметри посівів кукурудзи на зерно

Гібрид	Система удобрення	Польова схожість, %	Густина стояння на момент збирання, тис. рос/га
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	98	68,6
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	97	67,9
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	99	69,3
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	97	67,9
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	97	67,9
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	95	66,5
Середнє		97,2	68,3

Польова схожість насіння загалом була високою у межах 95–99 %. Це вказує на належну якість посівного матеріалу та оптимальні умови для проростання і початкового росту рослин. Незначне зниження схожості на варіантах із підвищеним рівнем фосфорно-калійного живлення може пояснюватися біологічною реакцією окремих гібридів на зміну концентрації елементів живлення в ґрунті.

Густота стояння рослин на момент збирання коливалася від 66 500 до 69 300 рослин на гектар. Найбільшу густоту формував гібрид ДКС 3730 при системі удобрення $N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$, що свідчить про його високу здатність до збереження рослин упродовж вегетаційного періоду. Менші значення густоти у варіантах із більшими дозами фосфору та калію, ймовірно, пов'язані з особливостями росту та розвитку конкретних гібридів і дією погодних чинників.

3.2. Висота рослин та висота кріплення початків

Динаміка формування висоти стояння рослин відмічалася протягом вегетації, проте різний час настання фенологічних фаз не дозволяє точно оцінити вплив системи удобрення з прив'язкою до дат (рис. 3.1), тому найефективнішим є визначення цих параметрів у фазу повної стиглості.

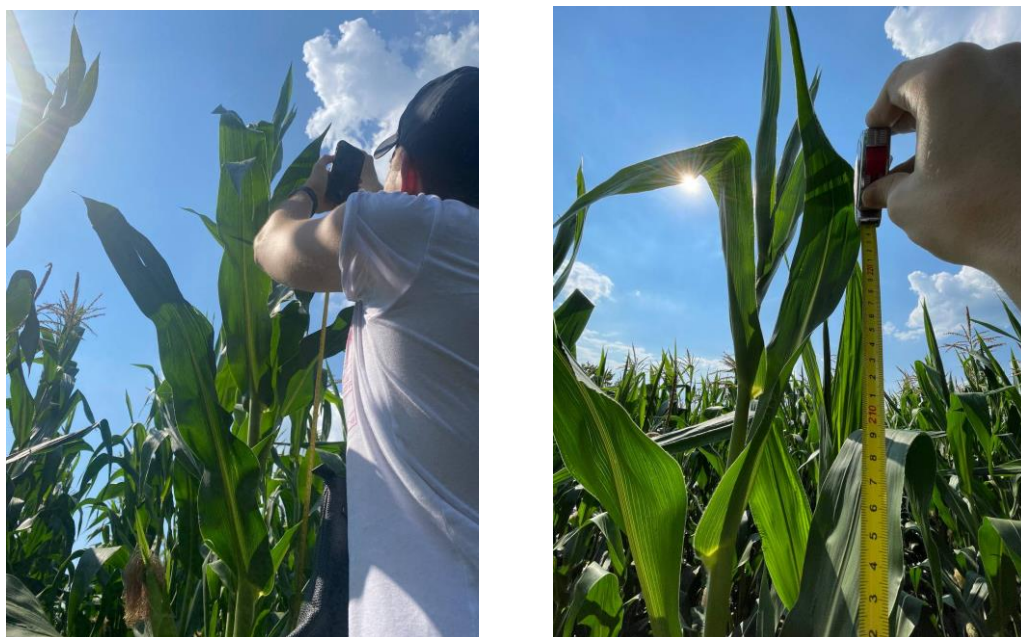


Рис. 3.1. Визначення висоти рослин (фенологічні фази істотно відрізняються)

Висота рослин та рівень прикріплення качана значною мірою залежать від застосованої системи удобрення (таблиця 3.2), але з індивідуальними особливостями гібриду. За підвищених доз мінеральних добрив ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$) спостерігалось помітне збільшення біометричних показників усіх досліджуваних гібридів.

Таблиця 3.2

Висота рослин та висота кріплення початку

Гібрид	Система удобрення	Висота рослин, см	Висота кріплення початку, см
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	228	98
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	234	106
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	240	111
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	251	116
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	258	119
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	262	120
Середнє		245,5	111,7

Найвищі значення висоти рослин (262 см) та висоти прикріплення качана (120 см) зафіксовано у гібриду Адевей, що свідчить про його високу реакцію на посилене живлення. Гібриди ДКС 4014 та ДКС 3730 також демонстрували позитивну динаміку росту, проте з дещо нижчими показниками порівняно з Адевеєм. Отже, результати дослідження підтверджують ефективність комплексного внесення добрив, особливо азоту, у формуванні морфологічних параметрів кукурудзи та свідчать про генетичну різницю гібридів у відгуку на рівень живлення.

3.2. Площа листового апарату

Площа листя характеризує здатність рослини акумулювати сонячну енергію та ефективно її використовувати для синтезу органічної речовини. У процесі росту кукурудзи листкова поверхня збільшується, досягаючи

максимального розвитку у фазу викидання волоті — саме тоді рослини мають найбільшу фотосинтетичну активність.

Порівняння показників площі листя у фазу викидання волоті (таблиця 3.3) дозволяє простежити динаміку росту вегетативної маси залежно від гібриду та системи удобрення. Збільшення площі листків свідчить про сприятливі умови росту й ефективне використання елементів живлення, що є передумовою формування високої врожайності зерна.

Таблиця 3.3

Площа листкового апарату посівів кукурудзи залежно від системи удобрення, тис. м²/га

Гібрид	Система удобрення	Фаза розвитку			
		Сходи	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Молочно-воскова стиглість
ДКС 4014	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	0,8	35,7	35,2	28,6
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	0,8	35	34,6	26,8
ДКС 3730	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	0,9	40,1	39,7	30,9
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	0,9	39,3	39	29,8
Адевей	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	0,7	34,5	33,3	26,5
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	0,7	33,9	33,1	25,8
Середнє		0,8	36,4	35,8	28

Найбільшу площу листкової поверхні спостерігали у фазу цвітіння качана, коли фотосинтетична активність рослин є максимальною. У середньому по досліді цей показник становив 36,1 тис. м²/га, після чого поступово зменшувався до 28,0 тис. м²/га у фазу повної стиглості внаслідок старіння та відмирання нижніх листків. Серед гібридів найвищі показники мала кукурудза Адевей, у якої площа листкової поверхні у фазу цвітіння досягала 38,9 тис. м²/га, що перевищує контроль (ДКС 4014) на 3,4 тис. м²/га. Збільшення норми добрив (N₃₃P₉₀K₉₀ + N₉₀)

позитивно вплинуло на всі гібриди, сприяючи формуванню більшої листкової поверхні.

Розвиток листкової поверхні має безпосередній вплив на інтенсивність фотосинтезу, накопичення органічної речовини та, відповідно, на формування врожайності. Рослини з більшою площею листків мають вищу продуктивність фотосинтетичного апарату, що забезпечує краще наповнення зерна і збільшення маси качанів. Таким чином, гібриди з більш розвиненим листковим апаратом, зокрема Адевей, проявили вищу адаптивність до умов живлення та здатність ефективніше використовувати елементи мінерального живлення, що створює передумови для отримання більшого врожаю.

Для визначення площі листя вибиралися лише типові ділянки з рівномірною густиною стояння, оскільки в окремих випадках просівів змінювалася площа листя окремих рослин в зв'язку з гілкуванням та надлишком поживних речовин (рис. 3.2).



Рис 3.2. Аномальні (з ліва) та типові (з права) ділянки кукурудзи

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

4.1. Урожайність зерна

Урожайність є головним інтегральним показником ефективності вирощування кукурудзи, що відображає сукупну дію біологічних, кліматичних і агротехнічних чинників. Вона формується в результаті реалізації потенціалу гібрида та оптимального поєднання умов живлення, вологи й температурного режиму протягом вегетаційного періоду. На рівень урожайності істотно впливають елементи структури врожаю — кількість качанів на гектарі, довжина та наповненість качана, маса 1000 зерен і щільність стояння рослин.

Загалом, збільшення фосфорно-калійного удобрення мало обмежений вплив на урожайність зерна кукурудзи в 2025 році (таблиця 4.1). Високе забезпечення рухомими формами фосфору та калію з одночасним дефіцитом вологи не дав повною мірою розкрити потенціал збільшеної норми, проте мав опосередкований вплив на посухостійкість та адаптивність

Таблиця 4.1

Урожайність кукурудзи на зерно

Гібрид	Система удобрення	Урожайність, т/га
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	11,5
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	11,8
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	11,0
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	11,2
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	12,4
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	12,8
Середнє		11,8

Рівень мінерального живлення суттєво впливає на врожайність кукурудзи. У всіх досліджуваних гібридів відзначено зростання урожайності при

застосуванні підвищених доз добрив ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$) порівняно з базовим варіантом. Найвищу урожайність забезпечив гібрид Алевей — 12,8 т/га, що свідчить про його високу продуктивність і здатність ефективно реагувати на покращення живлення. Дещо нижчі показники спостерігалися у гібридів ДКС 4014 і ДКС 3730 (11,8 і 12,4 т/га відповідно), однак вони також демонстрували стабільну віддачу на внесення добрив. Загалом можна зазначити, що підвищення рівня мінерального живлення сприяє покращенню структурних елементів урожайності та ефективнішому використанню потенціалу гібридів кукурудзи.

Порівняно з контролем, гібрид Алевей продемонстрував значнішу прибавку до врожайності. За системи удобрення $N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$ врожайність цього гібрида становила 12,4 т/га, а при збільшенні норм удобрення до $N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$ врожайність досягла 12,8 т/га, що є на 0,9 т/га вищим показником у порівнянні з контролем. Також варто зазначити гібрид ДКС 3730, який за обох варіантів удобрення показав менші результати: 11,0 т/га за стандартною системою та 11,2 т/га за більш інтенсивним варіантом. Отримані результати дослідження демонструють, що збільшення норм удобрення не завжди призводить до суттєвого покращення врожайності, і вибір гібрида має важливе значення для досягнення максимальної ефективності.

4.2 Елементи структури врожаю

Формування врожаю кукурудзи на зерно залежить від поєднання генетичних особливостей гібрида, умов вирощування та агротехнічних заходів. Основними показниками, які визначають рівень урожайності, є елементи структури врожаю — кількість рослин на гектарі, кількість качанів з однієї рослини, довжина качана, кількість рядів зерен, кількість зерен у ряду, маса 1000 зерен та маса зерна з качана. Саме ці елементи відображають потенційну продуктивність рослин і ступінь реалізації генетичного потенціалу гібриду в конкретних умовах вирощування.

Аналіз елементів структури врожаю дає змогу встановити, як різні гібриди реагують на зміну систем удобрення, погодні умови та густоту стояння, а також

визначити чинники, що найбільше впливають на формування кінцевого врожаю зерна.

4.2.1 Маса зерна з качана та маса 1000 зерен

Показник формується під впливом як генетичних особливостей гібриду, так і агротехнічних факторів, зокрема системи удобрення, забезпеченості вологою та поживними речовинами, температурного режиму й тривалості наливу зерна. Більша маса 1000 зерен свідчить про краще забезпечення рослин елементами живлення у фази формування та дозрівання насіння, оптимальне функціонування листкового апарату та високий рівень фотосинтетичної активності. Це є важливим критерієм оцінки ефективності застосованих агротехнічних заходів і здатності гібридів реалізовувати свій потенціал продуктивності. Збільшення цього показника зазвичай супроводжується підвищенням урожайності за умови однакової густоти стояння.

Таблиця 4.2

Маса зерна з качана та маса 1000 зерен кукурудзи, г

Гібрид	Система удобрення	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	164,3	326
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	168,6	292,7
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	157,1	374
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	160	333,3
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	177	371,8
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	182,6	383,6
Середнє		168,3	346,9

Аналіз структури врожаю свідчить, що внесення підвищених доз мінеральних добрив сприяло зростанню як маси зерна з качана, так і маси 1000 зерен. Найбільші значення цих показників спостерігалися у гібрида Адевей, де маса зерна з качана досягала 182,6 г, а маса 1000 зерен — 383,6 г. Це вказує на

добру наливно́сть зерна та високу інтенсивність фотосинтетичних процесів у період наливу. Гібриди ДКС 4014 і ДКС 3730 характеризувалися дещо меншими значеннями, проте зберігали стабільну реакцію на систему удобрення. Отже, підвищення мінерального живлення позитивно впливає на формування маси зерна, що є одним із ключових факторів підвищення врожайності кукурудзи.

4.2.2. Довжина качана та кількість насінин в качані

Довжина качана та кількість насінин у ньому є одними з головних елементів структури врожаю, які визначають потенційну продуктивність кукурудзи, але мають вагумиу роль лише в межах гібриду, бо залежать від форми насінини. Також ці показники залежать від біологічних особливостей гібрида, умов живлення, густоти стояння рослин, погодних факторів під час органогенезу качана і рівня агротехнічного догляду.

Довший качан та більша кількість зерен свідчать про оптимальний розвиток генеративних органів, достатнє забезпечення рослин елементами живлення та вологою у фазу цвітіння та запилення.

Істотні відмінності між досліджуваними гібридами кукурудзи пов'язана з генетичними особливостями формування та розміщення насіння в початку. Контрольний гібрид ДКС 4014 (таблиця 4.3) характеризувався стабільною довжиною качана (25–26 см) і високою кількістю насінин (504–576 шт.), що вказує на добрий рівень реалізації потенціалу продуктивності. Гібрид ДКС 3730 мав дещо коротший качан (22–23 см) і меншу кількість насінин (420–480 шт.), що свідчить про нижчу інтенсивність накопичення репродуктивної маси. Натомість гібрид Адвенс продемонстрував найдовший качан (29–31 см), що перевищує контроль у середньому на 4–5 см, хоча кількість насінин була дещо меншою — близько 476 шт. Це свідчить, що подовження качана компенсує зменшення щільності зерен і може позитивно впливати на формування загальної маси зерна.

Довжина качана та кількість насіння в качані

Гібрид	Система удобрення	Довжина качана, см	Кількість насінин в качані, шт
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	25	504
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	26	576
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	22	420
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	23	480
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	29	476
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	31	476
Середнє		26	489

Отже, у гібриду Адевей найбільша довжина качана, проте середній показник кількості зернівок, тому при оцінці в межах гібрида можна судити про потенційне збільшення урожайності при збільшенні довжини початку. Подовження качана та збереження стабільної кількості насінин створюють сприятливі умови для накопичення біомаси зерна, що забезпечує вищий вихід продукції з одиниці площі.

4.2.3. Кількість зерен в ряді та кількість рядів качана

Кількість рядів у качані та зерен у ряду визначають потенційну продуктивність гібридів кукурудзи. Ці елементи структури урожаю формуються під впливом генетичних особливостей гібриду та рівня мінерального живлення, що безпосередньо відображається на масі зерна з качана і, відповідно, на загальній урожайності. Підвищення доз добрив сприяє кращому розвитку генеративних органів, що проявляється у збільшенні кількості зерен у ряду, тоді як кількість рядів переважно залишається стабільною, відображаючи спадкові властивості гібридів.

Кількість рядів зерен, що можуть формувати гібриди може бути в широкому діапазоні та є елементом адаптації до різних умов живлення. Було встановлено, що збільшення норми фосфору та калію позитивно впливало на кількість рядів зерен у гібридів ДКС, але не впливало на Адевей (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4

Параметри початку кукурудзи залежно від системи удобрення

Гібрид	Система удобрення	Кількість зерен в ряді, шт	Кількість рядів
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	36	14
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	36	16
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	30	14
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	30	16
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	34	14
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	34	14
Середнє		33,3	14,6

Результати дослідження показали, що кількість рядів у качані та зерен у ряді є відносно стабільними сортовими ознаками, однак певною мірою залежать від рівня живлення. Найвищі показники кількості рядів (до 16) зафіксовано у гібридів ДКС 4014 та ДКС 3730 за підвищених доз мінеральних добрив ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$), що свідчить про посилення репродуктивних процесів за сприятливого живлення. Гібрид Адевей мав стабільно високий показник кількості зерен у ряді (34 шт.), але без суттєвих змін між системами удобрення, що вказує на його генетичну стійкість. Загалом встановлено, що інтенсифікація живлення сприяє формуванню більш повних качанів із більшою кількістю зерен, що безпосередньо впливає на кінцеву врожайність культури.

4.3. Показники якості зерна кукурудзи

Вміст крохмалю та білка, є важливими критеріями оцінки його господарської цінності. Їх рівень формується під впливом біологічних особливостей гібридів та умов живлення рослин. Збалансоване внесення добрив сприяє підвищенню частки крохмалю в зерні, що є ознакою оптимального забезпечення рослин елементами живлення та сприятливих умов фотосинтезу. Водночас надлишкове живлення азотом може зумовлювати деяке зниження вмісту білка, що вказує на перерозподіл поживних речовин у процесі наливу зерна.

Встановлено, що гібриди різнилися за вмістом білка, але й система удобрення також впливала на біохімічний склад зерна кукурудзи (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5

Вміст білка та крохмалю в зерні кукурудзи

Гібрид	Система удобрення	Крохмаль, %	Білок, %
ДКС 4014	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	69,4	9,1
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	70,2	8,8
ДКС 3730	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	68,9	9,4
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	69,8	9
Адевей	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	70,6	8,7
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	71,3	8,4
Середнє		70	8,9

Аналіз результатів показав, що якісні показники зерна кукурудзи значною мірою залежать від як гібриду, так і від рівня мінерального живлення. Зі зростанням доз добрив, вміст крохмалю у зерні збільшувався, тоді як частка білка мала тенденцію до незначного зниження. Це пояснюється тим, що за інтенсивного живлення активізуються процеси накопичення вуглеводів, що позитивно впливає на формування крохмалистої маси.

Серед досліджуваних гібридів найвищий вміст крохмалю відзначено у Адевея (71,3%), що свідчить про його придатність для виробництва кормового

та технічного зерна. Гібриди ДКС 4014 і ДКС 3730 мали дещо нижчі, але стабільні показники, що свідчить про їх добру адаптивність до різних систем удобрення. Вміст білка коливався в межах 8,4–9,4%, і був дещо вищим у варіантах із помірними дозами добрив, що пов'язано з балансом азотного живлення.

Оптимізація мінерального живлення дає змогу не лише підвищити врожайність, а й покращити показники якості зерна кукурудзи, зокрема співвідношення між вмістом крохмалю та білка. Найвищу реакцію на інтенсифікацію удобрення продемонстрував гібрид Адевей, який можна рекомендувати для вирощування у високопродуктивних агроценозах.

4.4. Збиральна вологість кукурудзи

Вологість зерна кукурудзи на момент збирання є одним із ключових показників, що визначає технологічну придатність урожаю до зберігання та переробки. Вона залежить як від біологічних властивостей гібридів, так і від інтенсивності живлення та погодних умов у період досягання. Оптимальне мінеральне живлення сприяє прискоренню дозрівання та більш інтенсивному зниженню вологості зерна, що позитивно впливає на енергетичні витрати при післязбиральному доробленні та підвищує економічну ефективність вирощування культури.

Досить часто одним з критеріїв вибору гібриду є швидка вологовіддача в полі, оскільки приріст урожайності може бути економічно недоцільним при вищій вологості зерна, ніж в конкурента. Затрати на сушіння є вагомою статтею витрат, тому прискорення вологовіддачі може суттєво вплинути на рентабельність культури.

Було встановлено, що вологість при збиранні у гібридів, що вирощувалися при збільшеній нормі фосфорно-калійного удобрення була вищою, ніж на контролі (таблиця 4.6).

Передзбиральна вологість зерна кукурудзи

Гібрид	Система удобрення	Вологість зерна, %
ДКС 4014	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	20,4
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	21,1
ДКС 3730	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	19,8
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	20,6
Адевей	$N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$	21,3
	$N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$	22,0
Середнє		20,9

Вологість зерна кукурудзи при збиранні залежить від як біологічних особливостей гібридів, так і від рівня мінерального живлення. Зі збільшенням доз добрив спостерігається тенденція до підвищення вологості зерна, що пояснюється подовженням вегетаційного періоду та більш інтенсивним накопиченням органічної маси в рослинах.

Найнижчі показники вологості під час збирання зафіксовано у гібрида ДКС 3730 (19,8–20,6%), що свідчить про його швидке дозрівання і придатність до збирання у звичайні терміни без додаткового підсушування. Гібрид ДКС 4014 мав середній рівень вологості (20,4–21,1%), а найвищі значення виявлено у гібрида Алевей (21,3–22,0%), що може бути наслідком його більшої листкової поверхні та повільнішого фізіологічного дозрівання.

Таким чином, за умов підвищеного мінерального живлення ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$) кукурудза формує зерно з дещо вищою вологістю, що необхідно враховувати під час вибору строків збирання та післязбиральної доробки. Для господарств, орієнтованих на зменшення енерговитрат на сушіння, доцільно використовувати гібриди з нижчим рівнем вологості зерна, зокрема ДКС 3730.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ОПТИМІЗОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

При вирощуванні кукурудзи основні стаття витрат – це система удобрення, насіння та вартість системи захисту. Залежно від інтенсивності технології частка окремих витрат може суттєво зростати. Урожайність кукурудзи на рівні вище 11 т/га можна отримати за напівінтенсивної та інтенсивної системи.

Досліджувані гібриди мали співставний рівень витрат на вирощування, що пов'язано з подібною передзбиральною вологістю та обсягом витрат на досушування. Проте частково різниця була пов'язана з різною вартістю насіння і добрив (таблиця 5.1). Вартість 1 т зерна була середньоринковою станом на 8 листопада 2025 року в регіоні вирощування та становила 7500 грн.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність технології вирощування кукурудзи

Гібриди	Система удобрення	Урожайність, т/га	Тис. грн				Рентабельність, %
			Вартість валової продукції	Затрати на вирощування	Собівартість 1 т	Умовно чистий прибуток	
ДКС 4014	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	11,5	86,3	40,0	3,48	46,3	115,6
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	11,8	88,5	42,3	3,59	46,1	108,9
ДКС 3730	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	11	82,5	38,9	3,54	43,6	112
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	11,2	84,0	40,1	3,58	43,9	109,4
Адевей	N ₃₃ P ₄₅ K ₄₅ + N ₉₀	12,4	93,0	39,4	3,18	53,6	136
	N ₃₃ P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀	12,8	96,0	41,8	3,27	54,2	129,6

Найнижчий рівень витрат на вирощування був у гібриду ДКС 3730 (38,9–40,1 тис. грн/га), що пов'язано з нижчою передзбиральною вологою та урожайністю, що суттєво зменшило затрати на сушіння. Також на вартість впливала ціна насіння. Затрати на вирощування гібриду Адевей (39,4–41,8 тис. грн/га) виявилися меншими за контроль, навіть при вищій урожайності і вологості, саме в зв'язку з ціною насіння.

Слід відмітити, що собівартість 1 т зерна кукурудзи при збільшенні норми фосфору та калію зростало у всіх гібридів, але чистий прибуток змінювався по різному. У гібриду ДКС 4014 на контролі чистий прибуток становив 46,3 тис. грн/га, а при збільшеній нормі зменшувався на 0,2 тис. грн/га. В той час в решти гібридів прибуток зростав. У ДКС 3730 на контролі прибуток становив 43,6 тис. грн/га, а при збільшенні норми зростав на 0,3 тис. грн/га. В гібриду Адевей прибуток досягав 53,6 тис. грн/га на контролі та 54,2 тис. грн/га при альтернативній системі удобрення (+0,6 тис. грн/га).

За рівнем рентабельності найефективнішим був гібрид Адевей на контрольному варіанті (136 %), тоді як на альтернативному 129,6 %. У решти гібридів альтернативна система також зменшувала рентабельність вирощування. У гібриду ДКС 4014 рентабельність знижувалася з 115,6 % до 108,9 %, а в ДКС 3730 з 112 % до 109,4 %.

Отже, за комплексом мікроекономічних показників найдоцільніше в умовах господарства вирощувати гібрид Адевей, який за базової системи удобрення матиме найвищу рентабельність (136 %), а за збільшеної норми фосфору та калію найвищий прибуток.

ВИСНОВКИ

1. Оптимальна густина стояння рослин, особливо у гібрида ДКС 3730 при системі удобрення $N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$, забезпечує потенціал для формування більшої врожайності за рахунок рівномірного розміщення рослин і кращого використання ресурсів живлення та вологи.

2. Найбільш інтенсивний ріст рослин і висоту прикріплення качана забезпечив гібрид Адевей, який найкраще реагував на підвищений рівень мінерального живлення. Інші гібриди, зокрема ДКС 4014 і ДКС 3730, також виявили позитивну динаміку росту.

3. Максимальна площа листової поверхні кукурудзи формувалася у фазу цвітіння качана, після чого до фази повної стиглості вона зменшувалася до 28,0 тис. $m^2/га$ через природне старіння та відмирання нижніх листків. Найвищі показники спостерігали у гібриду Адевей, площа листової поверхні якого у фазу цвітіння становила 38,9 тис. $m^2/га$, що на 3,4 тис. $m^2/га$ більше порівняно з контрольним гібридом ДКС 4014 (35,5 тис. $m^2/га$).

4. Найвищу врожайність сформував гібрид Адевей 12,8 т/га, що на 0,9 т/га більше від контролю (ДКС 4014 – 11,8 т/га). Гібрид ДКС 3730 мав нижчі показники (11,0–11,2 т/га), без істотної різниці по системі удобрення.

5. Підвищення рівня мінерального живлення сприяло збільшенню маси зерна з качана у всіх досліджуваних гібридів. У середньому по досліді цей показник становив 168,3 г, а максимальне значення (182,6 г) відзначено у гібриду Адевей за системи удобрення $N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$.

6. Маса 1000 зерен змінювалась залежно від гібрида та системи удобрення. У середньому вона становила 346,9 г, а найвищий показник (383,6 г) отримано у гібриду Адевей при внесенні підвищеної дози добрив ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$).

7. Середня довжина качана становила 26 см. Найбільший показник спостерігався у гібриду Адевей 29–31 см, що перевищувало контрольний варіант (ДКС 4014, 25–26 см) на 3–5 см.

8. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи коливався у межах 68,9–71,3. Найвищий показник зафіксовано у гібриду Адевей при підвищеній нормі удобрення (71,3 %). Збільшення доз мінеральних добрив ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$) сприяло зростанню вмісту крохмалю у всіх гібридів, що пов'язано з посиленням фотосинтетичної активності та кращим забезпеченням рослин азотом і калієм.

9. Вміст білка в зерні становив від 8,7 до 9,4 % залежно від гібрида та рівня живлення. Максимальні значення спостерігали у гібрида ДКС 3730 (9,4 %), тоді як у гібрида Адевей білковий вміст був (8,7–9,0 %).

10. Вологість зерна кукурудзи під час збирання варіювала в межах 19,8–21,8 %. Найвищу вологість спостерігали у гібриду Адевей (21,3–21,8 %), що пов'язано з його довшим вегетаційним періодом і більш інтенсивним накопиченням органічної маси.

11. Проведений економічний аналіз свідчить, що найвищі результати отримано у гібриду Адевей, де урожайність за інтенсивної системи удобрення ($N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$) становила 12,8 т/га, що забезпечило умовно чистий прибуток 54,2 тис. грн/га та рентабельність 129,6 %.

12. Для гібридів ДКС 4014 і ДКС 3730 показники залишалися у межах 108,9–115,6 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для сталого виробництва зерна кукурудзи на рівні вище 11 т/га рекомендуємо вирощувати гібрид Адевей за системи удобрення $N_{33}P_{90}K_{90} + N_{90}$, що дозволить отримати прибуток на рівні 54,2 тис. грн/га з рівнем рентабельності 129,6 %.

Альтернативним варіантом може бути система удобрення $N_{33}P_{45}K_{45} + N_{90}$ при вирощуванні Адевей за якої зменшуються витрати та підвищується рентабельність до 136 %,а рівень чистого прибутку зменшується лише на 0,6 тис. грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азуркін В. О., Паламарчук В. Д. Підживлення кукурудзи. Деякі поради щодо підживлення та стимулювання росту і розвитку кукурудзи. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 6(78). С. 63–64.
2. Антал Т. В., Кісіль Т. В., Ілленко О. О., Кризький Г. А. Особливості формування площі листкової поверхні посівами гібридів кукурудзи. *Plant and Soil Science*. С. 9.
3. Асанішвілі Н. М. Ефективність елементів технології вирощування кукурудзи в умовах північної частини Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства» НААН*. 2013. № 3–4. С. 68–74.
4. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Апостол М. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія*. 2013. № 17(2). С. 64–67.
5. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. № 1. С. 57–62.
6. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Марочко В. А. Формування ознаки «вологість» у скоростиглих гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 1. С. 41–44.
7. Дробітько А. В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 2011. Т. 150(138). [без стор.].
8. Зарівняк Б. П. Особливості формування врожайності зерна кукурудзи залежно від гібриду. 2024.
9. Засуха А. А. Зміна біометричних показників рослин кукурудзи залежно від застосування добрив та регуляторів росту рослин. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 46–54.

10. 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.
11. Кирпа М. Я., Лук'яненко Т. М. Вологість насіння кукурудзи: технологічне значення та методи визначення. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 151–155.
12. Лисенко В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин в умовах НВЦ БНАУ. 2024.
13. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 1–2. С. 108–114.
14. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М. Продуктивність кукурудзи залежно від її частки в сівоzmіні та удобрення. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 57–63.
15. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів кукурудзи на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність зерна. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 130–138.
16. Паламарчук В. Вплив строків сівби на площу листової поверхні гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2018. № 22(1). С. 290–299.
17. Паламарчук В. Д. Вплив позакорневих підживлень на висоту кріплення качанів у гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 89–98.
18. Паламарчук В. Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 38–42.
19. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Вплив позакорневих підживлень на формування площі листової поверхні гібридів кукурудзи. 2018.
20. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Формування висоти закладання качанів у гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. 2018.

21. Паламарчук В. Д., Віннік О. В., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 143–156.
22. 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.
23. 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.
24. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. № 64. С. 120–132.
25. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. № 61. С. 123–134.
26. Степаненко М. Вплив способів сівби на вміст крохмалю та білку в зерні гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Т. 74, № 2. С. 107–115.
27. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив системи удобрення на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 104–109.
28. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив способів сівби на формування маси 1000 зерен у гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 159–165.
29. Стоцький В. В. Урожайність та якість зерна кукурудзи за різних видів і доз добрив. *Збірник Уманського НУС*. 2024. С. 312–323.
30. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія*. 2017. № 269. С. 74–83.
31. Таран В. Г., Каленська С. М., Новицька Н. В., Данилів П. О. Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення

та густоти стояння рослин в Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 3–4. С. 147–156.

32. Черчель В. Ю., Марочко В. А., Таганцова М. М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 2(23). С. 40–44.

33. Шевченко Н. В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Матеріали доп. Міжнар. наук.-практ. конф. «Вплив клімату на онтогенез рослин», 3–5 жовт. 2018, Миколаїв*. Миколаїв, 2020. С. 82–84.

34. Assefa Y., Prasad P. V., Carter P., Hinds M., Bhalla G., Schon R., ... Ciampitti I. A. A new insight into corn yield: trends from 1987 through 2015. *Crop Science*. 2017. Vol. 57, No. 5. P. 2799–2811.

35. Çelik E., Parlak N., Çay Y. Experimental and numerical study on drying behavior of corn grain. *Heat and Mass Transfer*. 2021. Vol. 57, No. 2. P. 321–332.

36. Drobitko A., Kachanova T. Development of biologically engineered corn growing technologies. *Plant & Soil Science*. 2023. Vol. 14, No. 3. [без стор.].

37. García-Lara S., Serna-Saldivar S. O. Corn history and culture. *Corn*. 2019. P. 1–18.

38. Kazi F. K., Fortman J. A., Anex R. P., Hsu D. D., Aden A., Dutta A., Kothandaraman G. Techno-economic comparison of process technologies for biochemical ethanol production from corn stover. *Fuel*. 2010. Vol. 89. P. S20–S28.

39. Khanal S., Fulton J., Klopfenstein A., Douridas N., Shearer S. Integration of high-resolution remotely sensed data and machine learning techniques for spatial prediction of soil properties and corn yield. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 153. P. 213–225.

40. Kitchen N. R., Sudduth K. A., Drummond S. T., Scharf P. C., Palm H. L., Roberts D. F., Vories E. D. Ground-based canopy reflectance sensing for variable-rate nitrogen corn fertilization. *Agronomy Journal*. 2010. Vol. 102, No. 1. P. 71–84.

41. Marcillo G. S., Miguez F. E. Corn yield response to winter cover crops: an updated meta-analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2017. Vol. 72, No. 3. P. 226–239.

42. Seifi M. R., Alimardani R. The moisture content effect on some physical and mechanical properties of corn (Sc 704). *Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 2, No. 4. P. 125.

43. Vozhehova R., Marchenko T., Lavrynenko Y., Piliarska O., Sharii V., Tyshchenko A., ... Khomenko T. Strategy for the development of corn growing technology under climate change. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*. 2023. Vol. 23, No. 4. [без стор.].