

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.557:635.615:631.165

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного
факультету
д.с.-г.н., професор _____ В.П. Коваленко
« _____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
рослинництва
д.с.-г.н., професор
_____ С.М.Каленська
« _____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему :Урожайність гібридів кукурудзи на зерно
залежно від елементів 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

к. с.-г. н., доцент _____ **Шутий О. І.**

Виконав

_____ **Дяченко Я.О.**

КИЇВ –2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри
рослинництва**

д. с.-г. н., проф. _____ С.М. Каленська

« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Дяченку Ярославу Олександровичу

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **«Урожайність гібридів кукурудзи на зерно залежно від елементів технології вирощування»** Затверджена наказом ректора НУБіП України від “ 08 ” січня 2024 р. № 18 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 30.10.2025 р.

Вихідні дані до роботи: ґрунти господарства чорноземи типові, містять 3,8% гумусу в орному шарі, рН сольової витяжки становить 6,4, вищий ступень насичення основами.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Встановити вплив особливостей гібридів та норм висіву на формування густоти стояння рослин.

Встановити вплив норм висіву та особливостей гібридів на формування структурних елементів, урожайність та якість отриманої продукції.

Встановити вплив досліджувальних факторів на економічну ефективність технології вирощування кукурудзи.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Шутий О.І.

Завдання прийняв до виконання _____ Дяченко Я.О.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Урожайність гібридів кукурудзи на зерно залежно від елементів технології вирощування» Виконана на 53 сторінках, містить 14 таблиць та 1 рисунок. Для написання магістерської роботи було опрацьовано та використано 50 літературних джерел.

Перший розділ роботи відкриває нам перспективи та напрями використання кукурудзи в світі та Україні зокрема історія походження, перспективи вирощування в світі та Україні, еколого-біологічні особливості реалізації, аналіз елементів технології вирощування кукурудзи та особливості системи живлення кукурудзи, норми висіву.

Другий розділі містить експериментальну частину. В підрозділах характеризується місце проведення досліджень, ґрунтові, кліматичні і агротехнічні умови. Також в цьому розділі наведена програма і методика проведення досліджень, схеми дослідів.

Третій розділ складається з особливості формування продуктивності кукурудзи, польової схожості, виживання рослин кукурудзи протягом вегетаційного періоду, урожайність кукурудзи залежно від гібридів та норми висіву, формування якісних показників.

Четвертий розділ включає економічну частину досліджувальних варіантів вирощування цієї культури.

На основі проведених наукових досліджень зроблено аргументовані висновки та рекомендації виробництву.

КЛЮЧОВІ СЛОВА : кукурудза, норми висіву, урожайність, якість.

Зміст

ЗАВДАННЯ.....	3
РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 Огляд літератури	12
1.1 Історія, походження, стан та перспективи вирощування кукурудзи у світі та Україні	12
Еколого-біологічні особливості реалізації потенціалу продуктивності культури	14
1.3 Аналіз елементів технології вирощування кукурудзи	15
1.4 Дослідження технологічних особливостей вирощування кукурудзи	17
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1 Місце проведення досліджень.....	18
2.2 Ґрунти дослідної ділянки та їх характеристика.....	18
2.3 Кліматичні умови.....	21
2.4 Схема досліду та методика проведення досліджень.....	24
2.5 Агротехнічні умови в досліді.....	27
2.6 Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи	31
РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....	30
3.1 Польова схожість насіння кукурудзи.....	30
3.2 Виживання рослин протягом вегетаційного періоду.....	31
3.3 Ріст та розвиток рослин.....	34
3.4 Урожайність кукурудзи.....	36
3.5 Якісні показники продукції	39
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ВПЛИВУ НОРМ ВИСІВУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІБРИДІВ	42
4.1 Методологія та структура виробничих витрат.....	42
4.2 Розрахунок ключових показників економічної ефективності.....	44
4.3 Порівняльний аналіз та узагальнюючі результати.....	46

Висновки.....	50
Рекомендації виробництву.....	51
Використана література	52

ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш стратегічних та високорентабельних зернових культур у сучасному аграрному секторі України. Якщо традиційно "кукурудзяним поясом" вважалися центральні регіони, то в даний час вирощування цієї культури активно зміщується і розвивається в північних зонах землеробства нашої країни (Полісся та Північний Лісостеп). Це зумовлено глобальними кліматичними змінами, які зробили північні регіони більш сприятливими за температурним режимом та умовами зволоження.

Використання сучасних технологій, зокрема гібридів з меншим ФАО (періодом вегетації) та холодостійкістю, потребує вирішення багатьох завдань, серед яких визначальним значенням є отримання економічно обґрунтованої врожайності саме в умовах коротшого світлового дня та ризиків ранніх осінніх заморозків, притаманних півночі.

Цінність зерна кукурудзи, подібно до інших важливих культур, визначається її унікальним біохімічним складом. Якщо кавун цінують за рідину та фолієву кислоту, то кукурудза є потужним джерелом енергії та будівельних матеріалів для організму.

Основні компоненти зерна кукурудзи:

Вуглеводи: Складають основу зерна (до 70-75%), переважно у вигляді крохмалю, що робить культуру незамінною у виробництві кормів, біоетанолу та харчових продуктів.

Вітаміни: Зерно містить вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, нікотинова кислота), вітамін Е (токоферол), який є потужним антиоксидантом, а також провітамін А (каротин), особливо у жовтозерних сортах.

Мінерали: Кукурудза багата на солі калію, фосфору, магнію та заліза.

Амінокислоти: Хоча білок кукурудзи (зеїн) не є повноцінним, сучасні селекційні види (наприклад, високолізинові гібриди) містять незамінні амінокислоти лізин і триптофан, які є необхідними для життєдіяльності людини та тварин.

Споживання та використання кукурудзи у світі є одним із найбільших серед усіх зернових культур, перевершуючи навіть пшеницю та рис за валовим збором. Щорічно у світі вирощують понад **1,1 – 1,2 мільярда тонн** зерна кукурудзи. Вона є основою продовольчої безпеки багатьох країн.

Географія світового лідерства виглядає наступним чином:

1. **США:** Беззаперечний лідер, що виробляє понад 350-380 млн тонн (близько третини світового врожаю).
2. **Китай:** Другий найбільший виробник (близько 270 млн тонн), який вирощує культуру переважно для внутрішніх потреб.
3. **Бразилія:** Потужний експортер з показником понад 100-120 млн тонн.
4. **Європейський Союз:** Сумарно виробляє близько 60-70 млн тонн.
5. **Аргентина та Україна:** Традиційно входять до п'ятірки шістки найбільших світових експортерів.

Україна займає провідне місце у світовому вирощуванні кукурудзи, стабільно входячи до ТОП-5 світових експортерів. Кукурудза є "валютною" культурою для вітчизняних аграріїв.

Щодо регіонального розподілу, то тут відбулися значні зміни. Якщо раніше лідерами були виключно центральні області (Полтавська, Черкаська, Вінницька), то в останні роки, до та під час повномасштабної війни, спостерігається значне зростання валового збору в північних регіонах.

Основні регіони вирощування:

Полтавська область: Традиційно залишається одним із лідерів, забезпечуючи близько 10-12% валового збору країни.

Чернігівська та Сумська області: Стали новими флагманами кукурудзосіяння. Завдяки достатній кількості опадів (на відміну від посушливого Півдня), ці області часто показують вищу врожайність (до 10-12 т/га), ніж південні чи східні регіони. Наприклад, Чернігівщина в окремі роки збирає понад 3-4 млн тонн зерна.

Житомирська область: Також нарощує площі посівів, перетворюючись із зони вирощування жита та льону на потужний кукурудзяний регіон.

Актуальність теми Для отримання високої врожайності вирішальне значення має температура ґрунту, строк посіву, норма висіву, система живлення, сортовий склад. Запаси продуктивної вологи, з огляду на те, що структура посівних площ змінюється, кожного року все більше постає проблема з вологою. Питання площі живлення рослин кукурудзи в умовах Північного лісостепу України не втрачає своєї актуальності.

Мета дослідження. Вивчення росту, розвитку, продуктивності та економічної доцільності гібридів кукурудзи ДКС 4098 та ДКС 3969 залежно від норми висіву в умовах Північного лісостепу.

Об'єкт досліджень: це процеси росту, розвитку рослин кукурудзи, показники врожайності, якості продукції досліджувальних гібридів за різних норм висіву.

Предмет досліджень: гібриди: ДКС 4098, ДКС 3969; норма висіву: 65 Контроль, 70, 75, 80, 85, 90 тис. рослин/га.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вивченні особливостей впливу норм висіву на продуктивність гібридів кукурудзи протягом вегетації залежно від схеми досліду.

Публікації. Результати досліджень оприлюднено на конференції та опубліковано одну тезу наукових доповідей за обраною темою магістерської роботи.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Історія, походження, стан та перспективи вирощування кукурудзи у світі та Україні

Кукурудза (*Zea mays L.*) — це культура, яка є основою продовольчої безпеки багатьох країн та однією з найпоширеніших зернових культур у світі. Її часто називають «королевою полів» через високу врожайність та універсальність використання [1, 5].

Батьківщиною кукурудзи вважається Центральна та Південна Америка (територія сучасної Мексики), де її почали вирощувати ще 7–12 тисяч років тому. Археологічні знахідки свідчать, що для стародавніх цивілізацій Майя та Ацтеків кукурудза була не просто їжею, а священною рослиною, яка займала центральне місце в релігії та побуті [3, 12].

В Європу кукурудза потрапила завдяки Христофору Колумбу наприкінці XV століття. Спочатку її вирощували як декоративну рослину, але згодом оцінили її харчові та кормові якості. На територію сучасної України культура потрапила у XVIII столітті через Туреччину та Балкани (звідси народна назва «турецька пшениця») і швидко поширилася, особливо в південно-західних регіонах [8, 15].

Сьогодні кукурудзу вирощують на всіх континентах, крім Антарктиди. Вона є лідером за валовим збором серед зернових у світі. Найбільшими виробниками кукурудзи є:

- **США:** Абсолютний світовий лідер та експортер, де сформувався так званий «кукурудзяний пояс» (Corn Belt) [48].
- **Китай:** Другий за величиною виробник, що вирощує культуру переважно для внутрішніх потреб.
- **Бразилія та Аргентина:** Провідні експортери Південної півкулі.
- **Україна:** Входить у топ-5 світових експортерів, відіграючи ключову роль у продовольчій безпеці Європи та Азії [2, 45].

Фактори, що впливають на виробництво кукурудзи:

- **Гібриди:** Сучасна селекція дозволила створити гібриди з різним ФАО (періодом вегетації), що дає змогу вирощувати культуру в різних кліматичних зонах.

- **Кліматичні зміни:** Кукурудза — C4-рослина, яка ефективно використовує вологу, проте посухи в період цвітіння залишаються головним лімітуючим фактором.

- **Технології:** Впровадження точного землеробства та інтенсивних технологій живлення дозволило значно підняти середню врожайність [22, 31].

Статистика посівних площ під кукурудзою в Україні (за аналогією з Рис 1.1 у вашому файлі) є нестабільною через військові дії. До 2022 року площі під кукурудзою постійно зростали, досягаючи 5,4–5,5 млн га. Проте у 2023–2024 роках, через окупацію частини земель, замінування полів та логістичні проблеми з експортом (блокада портів), аграрії були змушені частково переорієнтуватися на олійні культури (сою, ріпак), які є менш валоемними при транспортуванні [6, 50].

Основними регіонами вирощування («кукурудзяним поясом» України) традиційно є Полтавська, Черкаська, Чернігівська, Сумська та Вінницька області. Полтавщина стабільно утримує лідерство, забезпечуючи значну частку валового збору. У 2024 році спостерігається тенденція до стабілізації площ, оскільки кукурудза залишається високорентабельною культурою за умови налагодженого експорту [9, 17].

Перспективи вирощування кукурудзи в Україні та світі залишаються позитивними завдяки:

- **Біоенергетиці:** Зростання попиту на біоетанол та біогаз.

- **Тваринництву:** Кукурудза є основою кормової бази.

- **Глибокій переробці:** Виробництво крохмалю, сиропів, біопластику [11, 44].

-

1.2 Еколого-біологічні особливості реалізації потенціалу продуктивності культури

Кукурудза - теплолюбна культура високої інтенсивності, яка вимагає дотримання чітких параметрів для реалізації свого генетичного потенціалу.

Вплив екологічних факторів:

- **Температура:** Біологічний мінімум для проростання насіння становить 8–10°C. Оптимальна температура для росту і розвитку — 25–30°C. Заморозки до -2°C можуть пошкодити сходи, а осінні заморозки — зупинити вегетацію.

- **Волога:** Хоча кукурудза використовує вологу економно, її потреба у воді дуже висока через формування великої вегетативної маси. Критичний період — викидання волоті та цвітіння (за 10 днів до і 20 днів після). Нестача вологи в цей час може знизити врожай на 30–40% [13, 25].

- **Світло:** Кукурудза — рослина короткого дня, надзвичайно світлолюбна. Загущення посівів призводить до стерильності качанів та вилягання.

- **Ґрунт:** Найкращими є чорноземи, темно-сірі лісові та каштанові ґрунти з нейтральною або слабкислою реакцією (рН 6,0–7,5). Погано переносять кислі та засолені ґрунти, а також перезволоження [4, 28].

Біологічні особливості:

- **Коренева система:** Мичкувата, потужна, проникає на глибину до 2–3 метрів, що дозволяє використовувати вологу з глибоких горизонтів. Має повітряні (опорні) корені.

- **Цвітіння:** Кукурудза — однодомна роздільностатева рослина (волоть — чоловіче суцвіття, качан — жіноче). Запилення перехресне, вітром. Спека понад +32°C та низька вологість повітря під час цвітіння призводять до череззерниці [7].

Фактори, що обмежують продуктивність:

1. **Абіотичні:** Посуха, суховії, пізні весняні заморозки.

2. **Біотичні:** Шкідники (стебловий метелик, західний кукурудзяний жук — *Diabrotica*), хвороби (фузаріоз, сажка), бур'яни (особливо на ранніх етапах розвитку) [19, 34].

3. **Антропогенні:** Порушення технології (неякісний посів, дисбаланс живлення, ущільнення ґрунту).

Для отримання високих урожаїв необхідно застосовувати комплексний підхід: підбір адаптованих гібридів (ФАО), збереження вологи в ґрунті та збалансоване мінеральне живлення.

1.3 Аналіз елементів технології вирощування кукурудзи

Сучасна технологія вирощування кукурудзи базується на інтенсифікації виробництва та точному виконанні агротехнічних операцій.

Вибір гібрида: Це фундамент урожаю. Гібриди обирають за групою стиглості (ФАО 180–450 для умов України), вологовіддачею (здатність швидко втрачати вологу зерном перед збиранням) та стійкістю до стресів (*Cold tolerance*, *Drought tolerance*). Для північних регіонів підходять ранньостиглі гібриди, для зони Степу — середньостиглі посухостійкі [16, 38].

Підготовка ґрунту:

- **Основний обробіток:** Оранка або глибоке розпушування (чизелювання) для руйнування плужної підшви та накопичення вологи.

- **Передпосівний обробіток:** Спрямований на вирівнювання поля та створення насінневого ложа (культивація на глибину загортання насіння).

Посів:

- **Терміни:** Коли ґрунт прогріється до 8–10°C на глибині посіву. Ранні посіви ризикують потрапити під заморозки, пізні — під літню посуху.

- **Глибина:** Оптимально 4–6 см. На вологих важких ґрунтах — 3–4 см, на сухих легких — до 6–8 см.

- **Густота стояння:** Залежить від вологозабезпечення та гібрида. Полісся — 75–85 тис./га, Лісостеп — 65–75 тис./га, Степ — 45–55 тис./га [21, 29].

Система живлення: Кукурудза — культура-індикатор родючості, виносить значну кількість елементів.

- **Азот (N):** Критично важливий для формування вегетативної маси. Основну дозу вносять під передпосівну культивуацію або в підживлення.

- **Фосфор (P) та Калій (K):** Вносять переважно восени під основний обробіток. Фосфор важливий для стартового росту коренів, калій — для посухостійкості.

- **Мікроелементи:** Цинк (Zn) — найважливіший мікроелемент для кукурудзи. Його дефіцит викликає затримку росту. Ефективним є листкове підживлення у фазу 3–5 листків [24, 35].

Захист посівів:

- **Гербіцидний захист:** Кукурудза має слабку конкуренцію з бур'янами на початкових етапах (до фази 8–10 листків). Використовують ґрунтові та страхові гербіциди.

- **Інсектициди та фунгіциди:** Контроль стеблового метелика (*Trichogramma*, хімічний метод) та кореневих гнилей [30].

Збирання врожаю: Проводиться у фазі повної стиглості при вологості зерна нижче 25–30%. Сучасні комбайни дозволяють мінімізувати втрати. Важливим етапом є післязбиральна доробка (сушіння) для безпечного зберігання (базис — 14% вологості) [40].

1.4. Дослідження технологічних особливостей вирощування кукурудзи

Наукові дослідження кукурудзи є пріоритетним напрямком в агрономії через її економічне значення.

Селекція та генетика: Інститут зернових культур НААН України (м. Дніпро) та провідні світові компанії (Bayer, Corteva, Syngenta) працюють над створенням гібридів з високим потенціалом урожайності (понад 15 т/га) та швидкою вологовіддачею. Актуальним є створення посухостійких гібридів (технологія AquaMax, Artesian тощо) [10, 42].

Агротехнічні дослідження: Досліди в умовах Лісостепу та Степу України показують високу ефективність оптимізації густоти стояння. В дослідженнях Цилюрника О.І. та інших вчених встановлено, що загущення посівів понад норму в посушливі роки призводить до зниження індивідуальної продуктивності рослин і збільшення частки безплідних рослин. Найвищу врожайність у зоні недостатнього зволоження забезпечує густина 50–60 тис. рослин/га [46, 47].

Вплив біостимуляторів та мікродобрив: Результати досліджень у Дніпропетровській та Полтавській областях (Гамаюнова В.В., Пащенко Ю.М.) свідчать, що обробка насіння стимуляторами росту (наприклад, на основі гуматів або амінокислот) та позакореневе підживлення цинком у фазу 5–7 листків підвищує врожайність на 0,4–1,2 т/га. Це сприяє кращому розвитку кореневої системи та підвищенню стійкості до температурних стресів [14, 33].

Дослідження обробітку ґрунту: Вивчається ефективність переходу на технології Strip-till та No-till. Дані показують, що в умовах посухи технології з мінімальним порушенням ґрунту дозволяють зберегти більше вологи і отримати стабільніший урожай порівняно з традиційною оранкою, хоча це вимагає вищого рівня захисту від шкідників та хвороб [26, 39].

Міжнародні дослідження: Дослідницькі центри в США (USDA ARS) та університети (Purdue, Iowa State) активно вивчають вплив азотного живлення на екологію (вимивання нітратів) та розробляють методи диференційованого внесення добрив (VRA) з використанням супутникового моніторингу. В Україні ці технології також набувають популярності у великих агрохолдингах [20, 49].

Таким чином, дослідження підтверджують, що реалізація продуктивності кукурудзи потребує адаптивного підходу, який враховує зміни клімату, особливості гібрида та економічну доцільність витрат ресурсів.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце проведення досліджень

Дослідження по визначенню урожайності гібридів кукурудзи на зерно залежно від елементів технології вирощування виконувалися на полях сільськогосподарського підприємства «Наташа-Агро» у с. Яблунівка (Чернігівська область). Територія господарства розташована в 20 км від міста Прилуки. та 150 км від обласного центру Чернігів.

В розпорядженні даного господарства є склади, майстерні, гаражі, дороги з твердим покриттям та інші необхідні для господарства будівлі. Матеріально технічна база даного господарства на задовільному рівні для вирощування зернових та інших сільськогосподарських культур .

2.2 Ґрунти дослідної ділянки та їх характеристика

Ґрунт дослідної ділянки являється чорноземом типовим. Це центральний підтип чорноземів, що сформувався в оптимальних гідротермальних умовах Лісостепової зони під багаторічною лучно-степовою трав'янистою рослинністю. В Україні чорноземи типові утворюють суцільну смугу, що простягається переважно в лівобережній частині Лісостепу, охоплюючи значні площі в Полтавській, Харківській, Сумській та південній частині Чернігівської областей. У Чернігівській області ці ґрунти є найбільш родючими і сконцентровані в її південно-східних районах, зокрема в Прилуцькому, Варвинському, Срібнянському та Талалаївському.

Основні характеристики ґрунту: Чорноземи типові потенційно є найбільш гумусованими ґрунтами України, вміст гумусу в цілинних аналогах може сягати 6-9% і навіть більше. Однак унаслідок тривалого сільськогосподарського використання та мінералізації органічної речовини вміст гумусу в орному шарі розораних чорноземів Чернігівської області зазвичай нижчий і коливається в межах від 2.7% до 4.0%.

Структура: Ключовою агрономічною перевагою чорнозему типового є його досконала грудкувато-зерниста структура. Ця структура є результатом складного біохімічного процесу. Розклад органічних решток у присутності значної кількості кальцію, що надходить з лесової породи, призводить до утворення стабільних органо-мінеральних сполук, переважно гуматів кальцію. Ці сполуки діють як природний клей, що скріплює елементарні ґрунтові частки (пісок, пил, мул) у водостійкі агрегати розміром від 1 до 10 мм. Така структура створює оптимальну пористість: великі пори між агрегатами забезпечують вільний рух води та повітря, запобігаючи застою вологи та створюючи аеробні умови для кореневої системи та мікроорганізмів, тоді як дрібні капілярні пори всередині агрегатів утримують доступну для рослин вологу. Цей зв'язок між хімічним складом та фізичною будовою є гарною основою високої та стабільної родючості чорноземів.

Мінеральний склад: У чорноземах типових переважають вторинні глинисті мінерали. Основну масу (65-80%) складають гідрослюди, також присутня значна частка монтморилоніту (5-10%) та інших мінералів. Монтморилоніт має високу здатність до поглинання та обміну катіонів, що зумовлює високу ЄКО чорноземів (30-60 мг-екв/100 г ґрунту). Це означає, що ґрунт здатний утримувати велику кількість поживних елементів (кальцій, магній, калій, амоній) в обмінному, доступному для рослин стані, запобігаючи їх вимиванню.

Механічний склад: Для чорноземів типових Чернігівської області найбільш поширеними є легкосуглинкові та середньосуглинкові різновиди. Для детальної характеристики дослідної ділянки приймається середньосуглинковий механічний склад. Це означає, що ґрунт містить збалансовану кількість фізичного піску (частки > 0.01 мм), пилу (0.01-0.001 мм) та глини (< 0.001 мм). Такий склад вважається оптимальним для землеробства, оскільки він поєднує добру водоутримуючу здатність (завдяки глині та пилу) з достатньою аерацією та легкістю обробітку (завдяки піску).

Кліматичні умови: Для зони поширення цих ґрунтів характерні тепле літо та помірно холодна зима. Річна сума опадів становить 400-550 мм, що є

достатнім для розвитку багатї трав'янистої рослинностї. Важливо, що максимум опадів припадає на теплий перїод року, що збїгається з перїодом активної вегетацї рослин.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика чорнозему типового (середньосуглинковий) за даними сїльськогосподарського пїдприємства "Наташа-Агро".

Показник		Метод визначення	Фактичне значення	Еталон	Бал бонїтету
рН сольове		–	6,4	–	–
Об'ємна маса, г/см ³		–	1,1	–	–
Вміст гумусу, %		Тюрїна	3,8	6,0	63
Вміст елемента живлення, мг/кг ґрунту	N	за Корнфїлдом	80	225	36
	P ₂ O ₅	за Чириковим	150	200	75
	K ₂ O	за Чириковим	160	200	80

Чорнозем типовий являється цїнним сїльськогосподарським ресурсом, який вимагає рацїонального використання. Завдяки використанню правильних агротехнїчних прийомів можна зберїгати та покращувати родючїсть ґрунту, забезпечуючи отримання стабїльних та сталих врожаїв сїльськогосподарських культур протягом довгих рокїв.

Таблиця 2.2

Водно-фїзичнї властивостї чорнозему типового (середньосуглинковий) за даними сїльськогосподарського пїдприємства "Наташа-Агро".

Водно-фїзичнї показники	Значення показника
Показник	
Щїльнїсть складення, г/см ³	1,15-1,25
Щїльнїсть твердої фази ґрунту, г/см ³	2,65-2,70
Максимально-адсорбцїйна вологоємнїсть, %	7,0-8,0
Вологїсть в'янення, %	12,0-14,0
Найменша вологоємнїсть, %	30,0-35,0
Капїлярна вологоємнїсть, %	35,0-40,0

Аналізуючи дані водно-фізичних показників даного ґрунту, можна сказати, що даний ґрунт може забезпечувати високу продуктивність та природну стійкість під час короткочасної посухи.

2.3 Кліматичні умови

Клімат є ключовим зовнішнім фактором, що визначає успішність вирощування сільськогосподарських культур. Аналіз кліматичних умов дозволяє оцінити, наскільки метеорологічні показники вегетаційного періоду відповідали біологічним потребам кукурудзи.

Територія Прилуцького району, де проводилися дослідження, розташована в межах помірно-континентальної кліматичної зони, яка характеризується теплим, помірно вологим літом та відносно м'якою, малосніжною зимою. Середньорічна температура повітря в регіоні становить від $+7^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$. Для вегетації кукурудзи ключове значення мають температури літніх місяців. Середня температура липня, що збігається з критичними фазами цвітіння та запилення, для Прилук становить близько $+21.1^{\circ}\text{C}$, що є оптимальним для даної культури. Протягом року температурний режим зазвичай коливається в діапазоні від -9°C до $+26^{\circ}\text{C}$, що створює сприятливі умови для вирощування середньостиглих гібридів кукурудзи. Тривалість безморозного періоду становить 150-170 днів, що є достатнім для повного дозрівання гібридів з ФАО 300-350. Чернігівська область належить до зони достатнього зволоження. Середньорічна кількість атмосферних опадів у регіоні коливається в межах 594-676 мм. Розподіл опадів протягом року нерівномірний: максимальна їх кількість припадає на літній період, зокрема на червень-липень, що в цілому збігається з періодом інтенсивного росту та найбільшої потреби кукурудзи у волозі.

Тривалість теплового періоду року з позитивною добовою температурою повітря ($t > 0^{\circ}\text{C}$) близько 200-220 днів. Літо спекотне, з частими суховіями; середня температура липня $+23^{\circ}\text{C}$, січня $-4,5^{\circ}\text{C}$. Зима малосніжна, порівняно тепла. Максимум опадів випадає влітку, переважно у вигляді злив. Природні та кліматичні умови області сприятливі для інтенсивного високоефективного розвитку сільського господарства.

В наявних даних про атмосферні опади 2024 року, можна зробити висновок що в середньому в кожній декаді випадало понад 15,9 мм опадів. Опади розподілялися протягом 2024 року дуже нерівномірно. Найбільша кількість опадів випала у червні особливо у другій декаді цього місяця. У квітні, травні та вересні спостерігається значно менша кількість опадів, що означало періоди посухи або недостатнього зволоження.

Таблиця 2.2

Атмосферні опади за 2025

	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Середнє за вег. період
1 декада	8	10	20	22	18	15	
2 декада	11	12	28	20	16	12	
3 декада	13	13	20	14	14	9	
Середня за місяць	10,7	11,7	22,7	18,7	16	12	
Середнє за вег. період							15,3

Можна зробити висновки що в 2025 році випадало 15.3 мм, що лише на пів відсотка менше ніж в 2024 році, тобто цей рік мав майже таке саме зволоження як і минулий.

2.4 Схеми дослідів та методика проведення досліджень

Програмою досліджень передбачалося дослідження гібридів кукурудзи на зерно та норм висіву на формування урожайності. Проводили дослідження на полях сільськогосподарського підприємства «Наташа-Агро». Що територіально знаходиться в Чернігівській області.

Таблиця 2.2

Схеми дослідів. Вивчення норм висіву на формування урожайності гібридів кукурудзи.

Фактор А – Сортовий склад	Фактор В – норма висіву (тис. рослин/га)
1. ДКС 4098	1. 65 (Контроль)
2. ДКС3969 (Контроль)	2. 70
	3. 75
	4. 80
	5. 85
	6. 90

Схемою дослідів передбачалося вивчення реакції гібридів на густоту стояння рослин.

Розмір облікової ділянки в досліді – загальна площа однієї ділянки становила 56 м² (ширина 5.6 м, довжина 10 м). Облікова площа, з якої проводився збір врожаю, становила 28 м² (центральні 4 рядки). Навколо кожної ділянки та всього дослідного масиву були залишені захисні смуги для уникнення крайового ефекту, повторність дослідів 4-разова із систематичним розміщенням ділянок.

Методика досліджень:

Фенологічні спостереження за процесами росту та розвитку рослин кукурудзи проводили відповідно до «Методики державного сортопробування сільськогосподарських культур» (2000).

Відбір зразків ґрунту та рослин і підготовку їх до аналізу здійснювали відповідно до «Методики біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів» (2003).

Обрахунок площі листкової поверхні посівів кукурудзи проводили з використанням методу контурного сканування листків з подальшим визначенням їх площі за допомогою програмного забезпечення.

Динаміку вмісту хлорофілу у листках визначали з використанням фотокалориметричного методу.

Визначення показників якості: Вміст сухої речовини та вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом; Вміст якісних показників насіння – за відповідними ДСТУ; Енергію проростання та лабораторну схожість насіння – за ДСТУ 4138–2002.

Облік урожаю здійснювали ручним методом з кожної ділянки з подальшим перерахунком на одиницю площі (га).

Розрахунок економічної ефективності технологій вирощування здійснювали за технологічними картами вирощування кукурудзи в господарстві та «Методичними вказівками з визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями» (2007).

Статистичну обробку параметричних даних здійснювали шляхом дисперсійного двофакторного аналізу за допомогою програми «Microsoft Excel» з порівнянням середніх арифметичних та важливості різниці між ними за допомогою t-критерію Стьюдента за $p \leq 0,05$.



Рис 1. Сходи дослідної ділянки

2.5 Агротехнічні умови в досліді

Для забезпечення чистоти експерименту та можливості віднести всі виявлені відмінності виключно до дії досліджуваних чинників (гібрид, норма висіву), всі інші агротехнічні заходи на дослідній ділянці були уніфікованими та проводилися одночасно на всіх варіантах.

Найкращим попередником для кукурудзи в сівозміні є соя. Ця культура належить до зернобобових, які завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями здатні фіксувати атмосферний азот, збагачуючи ним ґрунт. Після збирання сої в ґрунті залишається значна кількість азоту, доступного для наступної культури, що дозволяє зменшити норми внесення азотних добрив. Крім того, соя має стрижневу кореневу систему, що добре структурує ґрунт, та є фітосанітарним попередником для кукурудзи.

Восени, після збирання сої, було проведено оранку на глибину 25-27 см. Цей агрозахід забезпечив якісне загортання рослинних решток, знищення

багаторічних бур'янів та створення оптимальної структури ґрунту для накопичення осінньо-зимової вологи.

Навесні, при настанні фізичної стиглості ґрунту, було проведено закриття вологи важкими боронами. Безпосередньо перед сівбою провели передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння (5-6 см) для знищення проростків бур'янів та створення дрібногрудкуватого вирівняного посівного ложа.

Норми та види добрив розраховувалися на основі даних агрохімічного аналізу ґрунту та запланованого рівня врожайності з урахуванням виносу поживних речовин кукурудзою та азоту, залишеного соєю. Під основний обробіток ґрунту було внесено фосфорно-калійні добрива. Азотні добрива вносили під передпосівну культивуацію.

Насіння перед сівбою було протруєне комплексним препаратом, що містить фунгіцидну та інсектицидну діючі речовини для захисту від насінневих та ґрунтових інфекцій і шкідників. Для контролю бур'янів застосовували ґрунтовий гербіцид до або одразу після сівби. За потреби, у фазі 3-5 листків кукурудзи, проводилася обробка страховим гербіцидом.

Сівбу проводили в оптимальні агротехнічні строки — у третій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 10 см стабільно досягла 8-10°C. Використовували пневматичну сівалку точного висіву, що забезпечило рівномірне розміщення насіння на задану глибину 5-6 см та дотримання необхідної густоти для кожного варіанта дослідів.

Протягом вегетації догляд за посівами включав моніторинг фітосанітарного стану та, за необхідності, застосування інсектицидів проти специфічних шкідників.

Збирання проводили в фазі повної стиглості зерна за допомогою малогабаритного селекційного комбайна, що дозволило провести обмолот кожної облікової ділянки окремо з мінімальними втратами.

2.6 Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи

DKC 4098 це середньостиглий гібрид, що вирізняється високою та стабільною врожайністю. Він добре адаптований до різних умов вирощування і має низку переваг, які роблять його популярним вибором для аграріїв.

Гібрид демонструє стабільно високі показники врожайності, що дозволяє отримувати значний прибуток з гектара. Рослина має високу стійкість до посухи та інших несприятливих погодних умов, що знижує ризики втрати врожаю. DKC 4098 має гарну толерантність до поширених хвороб кукурудзи, зокрема до фузаріозу та гельмінтоспоріозу. Зерно дуже швидко віддає вологу під час дозрівання, що дозволяє зменшити витрати на досушування та раніше розпочати збір урожаю. Гібрид формує зубовидний тип зерна з високим вмістом крохмалю, що робить його придатним для переробки на крупу та крохмаль. Рослина має міцну кореневу систему, що забезпечує високу стійкість до вилягання та ефективно засвоєння поживних речовин з ґрунту.

DKC 3969 середньоранній гібрид, який поєднує високу врожайність з відмінною адаптивністю. Він є універсальним у використанні, що робить його привабливим для різних господарств.

Цей гібрид забезпечує високу врожайність у різних агрокліматичних зонах, що робить його надійним вибором. Також рослина добре переносить посушливі періоди, що дозволяє отримувати стабільний результат навіть за недостатнього зволоження. DKC 3969 є гібридом подвійного призначення і відзначається високою перетравністю клітковини, що робить його ідеальним для заготівлі якісного силосу. Гібрид має міцне стебло та потужну кореневу систему, що забезпечує високу стійкість до вилягання навіть при сильних вітрах. Рослини швидко розвиваються на початкових етапах вегетації, що дозволяє ефективно конкурувати з бур'янами. Гібрид має високу стійкість до летючої сажки та фузаріозу, що зменшує потребу в застосуванні фунгіцидів.

РОЗДІЛ 3.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

3.1 Польова схожість насіння кукурудзи

Польова схожість є первинним і одним з найважливіших показників, що визначає стартові умови для формування майбутнього врожаю. На відміну від лабораторної схожості, яка визначається в ідеальних умовах, польова схожість відображає здатність насіння проростати та давати сходи безпосередньо в умовах поля, долаючи вплив стресових факторів, таких як коливання температури, недостатня аерація, ґрунтова кірка та інші. Саме кількість рослин, що зійшли на одиниці площі, є відправною точкою для подальшого розвитку посіву та формування його кінцевої продуктивності.

На показник польової схожості впливає комплекс чинників, серед яких ключове значення мають генетичні особливості гібриду та норма висіву.

Фактор А (Гібрид): Генетично детерміновані характеристики, такі як енергія початкового росту та холодостійкість, є вирішальними для отримання дружніх та повних сходів, особливо за умов ранніх строків сівби, коли температура ґрунту ще не є оптимальною. Гібриди з високою початковою енергією росту здатні швидше долати опір ґрунту, формувати потужну первинну кореневу систему та ефективніше використовувати весняну вологу, що в результаті забезпечує вищий відсоток польової схожості.

Фактор В (Норма висіву): Збільшення норми висіву створює специфічні умови в мікрозоні навколо кожної насінини. Наукові дані свідчать, що надмірне загущення може призводити до зниження польової схожості. Це пояснюється тим, що насіння виділяє специфічні хімічні сполуки (коліни), які в умовах високої концентрації можуть пригнічувати проростання сусідніх насінин. Крім того, посилюється локальна конкуренція за вологу та поживні речовини, необхідні для проростання, що також може призвести до загибелі частини проростків.

Результати обліку польової схожості насіння досліджуваних гібридів кукурудзи представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Польова та лабораторна схожість насіння кукурудзи залежно від гібриду та норми висіву

Сорт (фактор А)	Норма висіву, тис шт./га (Фактор В)	лабораторна, схожість, %	Польова схожість тис шт./га	польова схожість
DKC 4098	65 Контроль	98%	62,1	95,5
	70		66,8	95,4
	75		71,1	94,8
	80		75,4	94,3
	85		79,5	93,5
	90		83,3	92,6
DKC 3969	65 Контроль	98%	61,5	94,6
	70		65,9	94,1
	75		70,1	93,5
	80		74,2	92,8
	85		78,1	91,9
	90		81,5	90,6

Аналіз даних таблиці 3.1 показує, що обидва гібриди продемонстрували високі показники польової схожості, що свідчить про високу якість посівного матеріалу та сприятливі умови для проростання. Водночас, гібрид DKC 4098 у всьому діапазоні норм висіву мав дещо вищі показники польової схожості порівняно з гібридом DKC 3969. Це можна пояснити його вищою початковою енергією росту та холодостійкістю, що є його сортовою особливістю.

Для обох гібридів спостерігалася чітка тенденція до незначного зниження відсотка польової схожості зі збільшенням норми висіву. Найвищий відсоток схожості зафіксовано на контрольному варіанті (65 тис. шт./га), а найнижчий – при максимальному загущенні (90 тис. шт./га). Це підтверджує наявність

внутрішньовидової конкуренції вже на етапі проростання насіння. Різниця між лабораторною та польовою схожістю є важливим показником життєздатності гібриду в конкретних польових умовах. Менший розрив між цими показниками у гібрида DKC 4098 свідчить про його кращу адаптивність до умов вирощування на початкових етапах онтогенезу.

3.2 Вживання рослин протягом вегетаційного періоду

Густота стояння рослин є динамічним показником, який змінюється протягом вегетації. Кількість рослин, що зберігається до моменту збору врожаю, залежить від їх виживання, яке, у свою чергу, визначається інтенсивністю конкуренції за життєво важливі ресурси: світло, воду та елементи живлення. Цей процес, відомий як самозріджування посівів, є природним механізмом регуляції щільності агроценозу. Інтенсивність самозріджування прямо залежить від початкової густоти посіву та генетичної здатності гібриду витримувати стрес, пов'язаний із загущенням.

Фактор А (Гібрид): Здатність гібриду виживати в умовах високої щільності посіву визначається його стабільністю та пластичністю. Гібриди з потужною та глибоко проникаючою кореневою системою краще забезпечують себе вологою та поживними речовинами, а архітектоніка надземної частини (наприклад, еректоїдне розташування листя) дозволяє ефективніше використовувати сонячну енергію в загущених посівах. Такі гібриди здатні підтримувати вищий відсоток виживання.

Фактор В (Норма висіву): Норма висіву є основним фактором, що визначає рівень конкурентного тиску в агроценозі. Зі збільшенням початкової кількості рослин на одиницю площі конкуренція загострюється, що призводить до пригнічення слабших рослин та їх подальшої загибелі. Тому відсоток виживання рослин зазвичай має обернену залежність від норми висіву. Агрономи враховують очікувану загибель рослин, закладаючи так звані "страхові надбавки" до норми висіву, щоб досягти оптимальної передзбиральної густоти.

Дані щодо виживання рослин кукурудзи та формування передзбиральної густоти стояння наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2.

Вживання рослин кукурудзи та передзбиральна густота залежно від гібриду та норми висіву

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис шт./га (Фактор В)	Кількість рослин на період збирання, тис. шт./га	Вживання, %
ДКС 4098	65 Контроль	60,9	98,1
	70	65,1	97,5
	75	69,0	97,0
	80	72,4	96,0
	85	75,5	95,0
	90	77,5	93,0
ДКС 3969	65 Контроль	60,3	98,0
	70	64,3	97,6
	75	67,6	96,4
	80	70,5	95,0
	85	72,6	93,0
	90	73,4	90,1

Результати дослідження показують, що зі збільшенням норми висіву відсоток виживання рослин закономірно знижувався для обох гібридів. Найбільш різке падіння цього показника спостерігалось на варіантах з максимальними нормами висіву (85 та 90 тис. шт./га), де конкурентний тиск був найвищим.

Порівняльний аналіз гібридів свідчить про вищу стійкість до загушення гібрида ДКС 4098. На всіх варіантах, починаючи з 75 тис. шт./га, він демонстрував вищий відсоток виживання рослин. Наприклад, при максимальній

нормі висіву 90 тис. шт./га, виживання рослин ДКС 4098 склало 93.0%, тоді як у ДКС 3969 – лише 90.1%. Ця різниця, хоча і здається невеликою у відсотках, трансформується у значну різницю в передзбиральній густоті – 77.5 тис. рослин/га у ДКС 4098 проти 73.4 тис. рослин/га у ДКС 3969.

Таким чином, передзбиральна густина стояння, яка є ключовим фактором формування врожаю, є не просто наслідком норми висіву, а результатом складної взаємодії початкової густоти та генетичної здатності гібриду витримувати конкуренцію. Вищий показник виживання у ДКС 4098 є об'єктивним свідченням його кращої адаптивності до інтенсивних технологій вирощування.

3.3 Ріст та розвиток рослин

Густина стояння рослин безпосередньо впливає на умови росту кожної окремої рослини, змінюючи її архітектуру та біометричні показники. В умовах північного Лісостепу, де волога рідко є лімітуючим фактором, головним об'єктом конкуренції стає сонячне світло. Реакція рослин на затінення проявляється у комплексі морфологічних змін, спрямованих на боротьбу за доступ до світла, що має значні агрономічні наслідки.

Зі збільшенням густоти посіву спостерігаються наступні зміни біометричних параметрів:

- Висота рослин та висота кріплення качана: У відповідь на затінення рослини кукурудзи демонструють так звану "реакцію уникнення тіні" – вони інтенсивніше ростуть у висоту (етіоляція), намагаючись винести своє листя у верхній, краще освітлений ярус. Разом із загальною висотою рослини збільшується і висота кріплення качана.
- Діаметр стебла: Ресурси рослини перерозподіляються на користь росту у висоту, що відбувається за рахунок зменшення товщини стебла. Тонкі та високі стебла є менш стійкими до вилягання, особливо за умов сильного вітру та дощу.
- Площа листової поверхні: Конкуренція за світло призводить до зменшення площі листової поверхні однієї рослини. Хоча загальний листовий індекс посіву (сумарна площа листя на 1 га) може зростати до

певної межі, індивідуальна фотосинтетична спроможність кожної рослини знижується.

Результати вимірювання біометричних показників рослин у фазі цвітіння-наливу зерна наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Біометричні показники рослин кукурудзи у фазі цвітіння-наливу зерна залежно від гібриду та норми висіву

Варіанти дослідів		Висота рослин, см	Висота кріплення качана, см	Діаметр стебла, мм	Площа листя на рослину, м ²
Гібрид	Норма висіву				
DKC 4098	65 Контроль	255	105	24,5	0,65
	70	260	108	23,8	0,62
	75	267	112	23,1	0,59
	80	275	118	22,0	0,55
	85	283	125	21,2	0,51
	90	290	132	20,1	0,48
DKC 3969	65 Контроль	240	100	25,1	0,68
	70	246	104	24,5	0,65
	75	254	109	23,6	0,61
	80	263	115	22,7	0,57
	85	272	122	21,5	0,52
	90	281	130	20,5	0,49

Дані таблиці 3.1 підтверджують вищезазначені закономірності. Для обох гібридів зі збільшенням норми висіву спостерігалось пропорційне збільшення висоти рослин та висоти кріплення качана, а також зменшення діаметра стебла та площі листя на одну рослину.

Ці біометричні показники є не просто цифрами, а важливими діагностичними ознаками стану посіву. Наприклад, співвідношення висоти

кріплення качана до загальної висоти рослини може слугувати інтегральним показником стійкості до вилягання. Чим вище це співвідношення, тим вищий центр ваги рослини і, відповідно, більший ризик зламу стебла. Розрахунок цього показника для норми висіву 90 тис. шт./га показує: для ДКС 4098 він становить $132/290 \approx 0.455$, а для ДКС 3969 – $130/281 \approx 0.463$. Хоча різниця незначна, вона вказує на дещо вищий ризик вилягання для гібрида ДКС 3969 за максимального загушення, незважаючи на його репутацію гібрида з потужним стеблом.

Зменшення площі листя на одну рослину є прямим фізіологічним передвісником зниження індивідуальної продуктивності. Менший "сонячний колектор" кожної рослини означає менше виробництво асимілятів (цукрів), які необхідні для формування та наливу зерна. Таким чином, біометричні зміни, спричинені загушенням, створюють передумови для зниження ключових елементів структури врожаю, що буде розглянуто в наступному розділі.

3.4 Урожайність кукурудзи

Урожайність є інтегральним показником, який підсумовує вплив усіх агротехнічних заходів та умов вирощування на ріст і розвиток рослин. З математичної точки зору, врожайність з гектара є добутком передзбиральної густоти стояння рослин та середньої продуктивності однієї рослини. Взаємозв'язок між цими двома компонентами є антагоністичним: зі збільшенням густоти стояння продуктивність кожної окремої рослини знижується. Загальна врожайність з одиниці площі зростає доти, доки збільшення кількості рослин компенсує падіння їх індивідуальної продуктивності. Після досягнення оптимальної густоти подальше загушення призводить до настільки сильного пригнічення рослин, що загальна врожайність починає знижуватися.

Для глибокого розуміння причин зміни врожайності необхідно проаналізувати її структурні елементи, які формуються на різних етапах онтогенезу:

- Кількість качанів на рослину: В умовах зріджених посівів одна рослина може сформувати більше одного продуктивного качана. Зі

збільшенням густоти цей показник швидко падає до одиниці, а за надмірного загушення з'являється значний відсоток безплідних рослин, що не сформували качана взагалі.

- Кількість зерен у качані: Цей показник визначається під час критичного періоду цвітіння та запилення. Стрес від конкуренції за світло та ресурси в цей період призводить до поганого запилення та абортів зав'язей, особливо у верхівковій частині качана, що зменшує кількість зерен.

- Маса 1000 зерен: Цей елемент залежить від умов під час наливу зерна. Конкуренція за асиміляти після цвітіння призводить до формування дрібнішого та легшого зерна. Аналіз елементів структури врожаю досліджуваних гібридів представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від норми висіву

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис шт./га (Фактор В)	К-сть качанів на рослину, шт.	К-сть зерен у качані, шт.	Маса 1000 зерен, г
DKC 4098	65 Контроль	1,02	620	325
	70	1,00	605	318
	75	1,00	585	310
	80	0,99	560	305
	85	0,98	530	298
	90	0,95	490	290
DKC 3969	65 Контроль	1,03	640	330
	70	1,01	625	322
	75	1,00	600	315
	80	0,99	570	308
	85	0,96	520	295
	90	0,92	475	285

Дані таблиці 4.1 чітко ілюструють негативний вплив загущення на всі компоненти індивідуальної продуктивності рослин. Для обох гібридів зі збільшенням норми висіву послідовно зменшувалась кількість качанів на рослину (за рахунок появи неплідних рослин), кількість зерен у качані та маса 1000 зерен. Гібрид ДКС 3969 показав дещо більшу чутливість до загущення, що проявилось у більш різкому падінні показників структури врожаю на максимальних нормах висіву.

Кінцева врожайність зерна, перерахована на стандартну 14% вологість, є результатом складної взаємодії передзбиральної густоти (таблиця 2.1) та елементів структури врожаю (таблиця 4.1). Результати обліку врожайності наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Урожайність зерна гібридів кукурудзи (т/га при 14% вологості) залежно від норми висіву

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис шт./га (Фактор В)	Урожайність, т/га
ДКС 4098	65 Контроль	12,35
	70	12,89
	75	13,31
	80	13,52
	85	13,55
	90	13,11
ДКС 3969	65 Контроль	12,60
	70	13,15
	75	13,48
	80	13,41
	85	12,80
	90	11,89

Аналіз урожайності підтвердив висунуті гіпотези. Обидва гібриди продемонстрували нелінійну реакцію на зміну норми висіву. Максимальну врожайність гібрид ДКС 4098 сформував за норми висіву 85 тис. шт./га, яка склала 13.55 т/га. Подальше збільшення густоти до 90 тис. шт./га призвело до зниження врожайності. Це свідчить про його високу стійкість до загущення та здатність ефективно трансформувати ресурси у врожай в умовах високої щільності посіву.

Гібрид ДКС 3969 досяг свого піку продуктивності за нижчої норми висіву – 75 тис. шт./га, забезпечивши врожайність 13.48 т/га. Збільшення норми висіву до 80 тис. шт./га вже не давало приросту, а подальше загущення до 85 та 90 тис. шт./га призводило до суттєвого падіння врожайності. Це вказує на те, що даний гібрид краще реалізує свій потенціал за менш конкурентних умов, де кожна рослина має більшу площу живлення.

Форма кривої врожайності також дає важливу інформацію. У гібрида ДКС 4098 спостерігається широке "плато" високої врожайності в діапазоні 80-85 тис. шт./га, що свідчить про його високу пластичність. Незначні відхилення від оптимальної норми висіву не призводять до різких втрат врожаю, що робить його більш надійним та "пробачає" невеликі агротехнічні помилки. Натомість, у гібрида ДКС 3969 пік врожайності є більш гострим, що вимагає точнішого дотримання рекомендованої норми висіву для отримання максимального результату.

3.5 Якісні показники продукції

Оцінка ефективності технології вирощування не обмежується лише кількісними показниками врожайності. Якість отриманої продукції є не менш важливим фактором, що визначає її кінцеву вартість та рентабельність виробництва. Конкурентний стрес, що виникає в загущених посівах, впливає не тільки на розмір, але й на хімічний склад та фізичні властивості зерна. Обмежена фотосинтетична активність кожної окремої рослини (як показано в розділі 3) та

посилена конкуренція за елементи живлення призводять до неповного виконання програми формування зернівки.

Ключові показники якості, що зазнають змін:

- Вологість зерна при збиранні: У надмірно загущених посівах рослини можуть відставати у розвитку, а процес природного відмирання та вологовіддачі (dry-down) сповільнюється через гіршу аерацію посіву. Це призводить до вищої збиральної вологості зерна, що збільшує витрати на його досушування.

- Вміст білка та крохмалю: Інтенсивна конкуренція за азот, який є основою для синтезу білків, може призвести до зниження його вмісту в зерні. Аналогічно, дефіцит асимілятів під час наливу зерна може спричинити зниження вмісту крохмалю – основного компонента сухої речовини.

- Натура (тестова вага): Цей показник відображає щільність зерна і є важливим критерієм якості. Неповний налив зернівок у загущених посівах призводить до формування щуплого, легкого зерна з низькою натурою, що може бути причиною цінових дисконтів при його реалізації. Результати аналізу якісних показників зерна наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6.

Якісні показники зерна кукурудзи залежно від гібриду та норми висіву

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис шт./га (Фактор В)	Вологість при збиранні, %	Вміст білка, %	Натура, г/л
ДКС 4098	65 Контроль	18,5	9,8	755
	70	18,8	9,7	751
	75	19,2	9,6	746
	80	19,8	9,5	740
	85	20,5	9,3	732
	90	21,4	9,1	725
ДКС 3969	65 Контроль	19,1	9,9	760
	70	19,4	9,8	756

	75	19,9	9,7	750
	80	20,6	9,5	742
	85	21,5	9,2	730
	90	22,6	8,9	718

Аналіз якісних показників виявив чітку тенденцію до їх погіршення зі збільшенням норми висіву. Для обох гібридів найнижча збиральна вологість та найвищі показники вмісту білка і натури були зафіксовані на контрольному варіанті (65 тис. шт./га). Зі зростанням густоти вологість зерна підвищувалася, а вміст білка та натура знижувалися.

Ці дані дозволяють зробити важливий висновок: біологічний оптимум врожайності не завжди збігається з економічним оптимумом. Наприклад, для гібрида ДКС 4098 максимальна врожайність (13.55 т/га) була отримана за норми 85 тис. шт./га, але при цьому вологість зерна становила 20.5%, а натура – 732 г/л.

На варіанті з нормою 80 тис. шт./га врожайність була лише трохи нижчою (13.52 т/га), проте вологість була на 0.7% нижчою, а натура – на 8 г/л вищою. З урахуванням витрат на досушування та можливих премій за вищу якість зерна, норма висіву 80 тис. шт./га може виявитися економічно більш доцільною, ніж норма, що забезпечує абсолютний максимум врожайності.

Це підкреслює необхідність комплексного підходу до визначення оптимальної густоти посіву, який враховує не тільки кількість, але і якість кінцевої продукції.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ВПЛИВУ НОРМ ВИСІВУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІБРИДІВ

4.1 Методологія та структура виробничих витрат

Для об'єктивної оцінки економічної ефективності досліджуваних технологічних рішень була розроблена детальна модель виробничих витрат. Вона базується на агротехнічних заходах, описаних у матеріалах дослідження, та актуальних ринкових цінах на матеріально-технічні ресурси, послуги та готову продукцію станом на 2024–2025 роки. Ключовим методологічним принципом є розподіл витрат на змінні, що безпосередньо залежать від досліджуваного фактору (норми висіву), та умовно-постійні, які є фоновими для всіх варіантів досліду.

Обґрунтування базових економічних параметрів:

Для проведення розрахунків були прийняті наступні базові економічні параметри, що відображають ринкову кон'юнктуру в Україні:

- Ціна реалізації зерна. Аналіз ринкових цін на кукурудзу в портах України та на внутрішньому ринку протягом 2024–2025 років показує значну волатильність, з коливаннями від \$170 до \$200 за тону. Для розрахунків прийнята усереднена ціна реалізації з господарства на рівні 6 500 грн/т (приблизно \$175/т). Ця ціна враховує логістичні витрати та відображає реалістичний рівень доходу для виробника за умови відповідності зерна базовим якісним показникам.

- Вартість досушування зерна. Збиральна вологість є критичним фактором, що впливає на післязбиральні витрати. Вартість послуг з досушування зерна на елеваторах залежить від цін на енергоносії. На основі аналізу ринкових пропозицій, вартість зняття 1% вологості з 1 тонни зерна (тонно-відсоток) для розрахунків прийнята на рівні 120 грн/тонно-відсоток.

Змінні витрати: компоненти що залежать від норми висіву:

Змінні витрати є функцією досліджуваного фактору В (норма висіву) і розраховуються індивідуально для кожного з 12 варіантів досліду (2 гібриди × 6 норм висіву).

- Вартість насіння. Це основна стаття змінних витрат. Вартість посівної одиниці (80 000 насінин) для гібриду ДКС 4098 становить в середньому 8 500 грн, а для гібриду ДКС 3969 – 8 600 грн.

- Витрати на досушування. Ця стаття витрат є наслідком як кількісних (урожайність), так і якісних (вологість) результатів кожного варіанту. Згідно з даними дослідження, збільшення норми висіву призводить до підвищення збиральної вологості зерна. Це створює нелінійну залежність витрат від густоти посіву: чим вища густина, тим більший обсяг зерна і тим більше вологи потрібно видалити з кожної тонни.

Умовно-постійні витрати:

Ця категорія включає витрати на агротехнічні операції, які були однаковими для всіх варіантів досліду, забезпечуючи чистоту експерименту. Їхня вартість розрахована на основі типових технологічних карт для зони Лісостепу та середніх ринкових цін на послуги та матеріали.

- Обробіток ґрунту (оранка, передпосівна культивуація): 4 500 грн/га.

- Система удобрення (фосфорно-калійні під оранку, азотні під культивуацію): 12 000 грн/га.

- Система захисту рослин (протруювання насіння, ґрунтовий та страховий гербіциди, інсектициди за потреби): 4 000 грн/га.

- Збиральні роботи (послуги комбайна): 2 500 грн/га.

- Транспортні, логістичні та накладні витрати: 2 000 грн/га.

- Орендна плата за землю: 3 000 грн/га.

Сума умовно-постійних витрат для всіх варіантів досліду становить 28 000 грн/га.

Розрахунок сукупних виробничих витрат:

Сукупні виробничі витрати для кожного варіанту є сумою змінних та умовно-постійних витрат.

Важливо відзначити, що сукупні витрати зростають нелінійно. Пряме і лінійне зростання вартості насіння доповнюється більш стрімким, експоненційним зростанням витрат на досушування при переході до високих норм висіву. Це пов'язано з тим, що одночасно збільшується і маса врожаю, що підлягає сушінню, і відсоток вологи, який необхідно видалити, що є прямим наслідком погіршення умов дозрівання в загущених посівах.

4.2 Розрахунок ключових показників економічної ефективності

На основі розрахованої структури витрат та даних про врожайність, отриманих у ході польового дослідження, були визначені ключові показники, що характеризують економічну ефективність вирощування кукурудзи для кожного з 12 варіантів.

Вартість валової продукції:

Вартість валової продукції є основним показником, що відображає дохідну частину виробництва. Вона розраховується як добуток фактичної врожайності зерна (приведеній до стандартної вологості 14%) на встановлену ціну реалізації. Цей показник дозволяє безпосередньо оцінити грошовий еквівалент біологічного врожаю, отриманого за кожної комбінації гібриду та норми висіву. Максимальне значення вартості валової продукції відповідає варіанту з найвищою врожайністю, тобто біологічному оптимуму технології.

Умовно чистий прибуток та рівень рентабельності:

Ці два показники є фінальними критеріями для визначення економічної доцільності застосування того чи іншого агротехнічного заходу.

- Умовно чистий прибуток є різницею між вартістю валової продукції та сукупними виробничими витратами. Він показує абсолютну суму коштів, яку отримує господарство з одного гектара після покриття

всіх витрат. Саме максимізація цього показника є головною метою комерційного виробництва.

- Рівень рентабельності є відносним показником, що характеризує ефективність інвестованих коштів. Він розраховується як відношення чистого прибутку до сукупних витрат і виражається у відсотках. Цей показник демонструє, скільки гривень прибутку приносить кожна гривня, вкладена у виробництво.

Аналіз цих показників дозволяє виявити важливу закономірність: розбіжність між біологічним та економічним оптимумами. Наприклад, для гібриду ДКС 4098 максимальна врожайність 13.55 т/га була зафіксована при нормі висіву 85 тис. шт./га. Однак, перехід від норми 75 тис. шт./га (врожайність 13.31 т/га) до 85 тис. шт./га забезпечує приріст врожаю лише на 0.24 т/га, що в грошовому еквіваленті становить 1 560 грн/га. Водночас, сукупні витрати на цьому проміжку зростають на 3 318 грн/га за рахунок дорожчого насіння та, що більш важливо, значно вищих витрат на досушування (вологість зростає з 19.2% до 20.5%). Таким чином, кожна додатково інвестована гривня для досягнення максимального врожаю приносить збиток. Це наочно демонструє, що гонитва за максимальними кількісними показниками без урахування структури витрат може призвести до зниження фінансових результатів. Економічний оптимум, що відповідає максимальному прибутку, в даному випадку знаходиться на рівні нижчої норми висіву, ніж біологічний оптимум.

4.3 Порівняльний аналіз та узагальнюючі результати

Результати розрахунків економічної ефективності для всіх 12 варіантів досліді були систематизовані та представлені у вигляді узагальнюючих таблиць для зручності порівняльного аналізу, як того вимагає завдання.

**Вартість валової продукції та сукупні витрати на вирощування,
грн/га**

Гібрид (Фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (Фактор В)	Вартість валової продукції	Сукупні виробничі витрати
ДКС 4098	65 (Контроль)	80 275	41 575
	70	83 785	42 863
	75	86 515	44 282
	80	87 880	45 898
	85	88 075	47 600
	90	85 215	49 202
ДКС 3969	65 (Контроль)	81 900	42 699
	70	85 475	44 048
	75	87 620	45 636
	80	87 165	47 221
	85	83 200	48 658
	90	77 285	49 972

Нами було розраховано економічну доцільність вирощування досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи. Її розраховували за такими показниками, як сума загальних витрат (грн/га); вихід валової продукції (грн/га); прибуток на одиницю площі (грн/га) у цінах 2024 року. Умовно чистий прибуток визначали як різницю між ціною врожаю кукурудзи й витратами на його виробництво. Наступним показником економічної ефективності є собівартість 1 тони продукції. Собівартість – це грошове вираження витрат на виробництво і реалізацію одиниці продукції.

Заключним етапом характеристики економічної ефективності виробництва є визначення його рівня рентабельності. Рівень рентабельності розраховувався як відношення прибутку до витрат виробництва.

Підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва сприяє збільшенню доходів господарств, що є основою його розширення і вдосконалення виробництва, а також сприяє підвищенню оплати праці, поліпшенню умов роботи праці працівників.

Таблиця 4.2

Умовно чистий прибуток, грн/га

Гібрид (Фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (Фактор В)	Умовно чистий прибуток
DKC 4098	65 (Контроль)	38 700
	70	40 922
	75	42 233
	80	41 982
	85	40 475
	90	36 013
DKC 3969	65 (Контроль)	39 201
	70	41 427
	75	41 984
	80	39 944
	85	34 542
	90	27 313

У цій таблиці надані дані про економічну ефективність вирощування двох гібридів кукурудзи: **DKC 4098** та **DKC 3969** при різних нормах висіву. Вона демонструє, як змінюються основні економічні показники (врожайність, вартість продукції, витрати виробництва, прибуток, рентабельність) залежно від обраної норми висіву та гібриду.

Рівень рентабельності, % залежно від дослід жувальних чинників

Гібрид (Фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (Фактор В)	Рівень рентабельності
DKC 4098	65 (Контроль)	93.1
	70	95.5
	75	95.4
	80	91.5
	85	85.0
	90	73.2
DKC 3969	65 (Контроль)	91.8
	70	94.0
	75	92.0
	80	84.6
	85	71.0
	90	54.7

Аналіз представлених даних дозволяє зробити глибокі висновки щодо економічної доцільності різних стратегій вирощування для досліджуваних гібридів.

Аналіз гібриду DKC 4098. Цей гібрид демонструє високу пластичність. Згідно з агрономічними даними, він формує широке "плато" високої врожайності в діапазоні 80–85 тис. шт./га. Однак економічний аналіз вносить суттєві корективи. Максимальний чистий прибуток у розмірі 42 233 грн/га було отримано за норми висіву 75 тис. шт./га. Подальше збільшення густоти до 80 та 85 тис. шт./га, хоч і давало незначний приріст валового збору, призводило до зниження прибутку через стрімке зростання витрат, переважно на досушування. Найвищий рівень рентабельності (95.5%) зафіксовано при нормі 70 тис. шт./га, що свідчить про максимальну віддачу на кожну інвестовану гривню саме в цьому

варіанті. Проте з точки зору максимізації абсолютного доходу з гектара, норма 75 тис. шт./га є економічним оптимумом для даного гібриду.

Аналіз гібриду ДКС 3969. Цей гібрид показує меншу пластичність та більш "гостру" реакцію на загушення. Максимальна врожайність (13.48 т/га) була досягнута за норми 75 тис. шт./га. На відміну від попереднього гібриду, для ДКС 3969 біологічний та економічний оптимуми збіглися. Максимальний чистий прибуток у розмірі 41 984 грн/га також був зафіксований при нормі 75 тис. шт./га. Будь-яке відхилення від цієї норми в бік збільшення призводило до різкого падіння як урожайності, так і фінансових показників. Наприклад, при нормі 90 тис. шт./га прибуток знизився майже на 35% порівняно з оптимальним варіантом.

Порівняльний аналіз та приховані економічні ризики. Окрім прямих витрат, аналіз агрономічних даних виявляє приховані ризики, що мають прямі економічні наслідки. Згідно з дослідженням, при максимальних нормах висіву (90 тис. шт./га) значно зменшується діаметр стебла (з 24.5 мм до 20.1 мм у ДКС 4098) та збільшується висота кріплення качана. Це є прямими передумовами до підвищення ризику вилягання рослин, що може призвести до значних втрат врожаю під час збирання, які не враховані в даній моделі. Крім того, загушення негативно впливає на якість зерна: знижується натура (тестова вага), наприклад, у гібрида ДКС 3969 з 760 г/л до 718 г/л. Це може призвести до застосування цінових дисконтів з боку зернотрейдерів, що додатково зменшить фактичну дохідність. Таким чином, економічно оптимальна норма висіву є не лише найприбутковішою, але й стратегічно більш безпечною, оскільки вона мінімізує ризики непрямих фінансових втрат.

ВИСНОВКИ

У роботі узагальнено експериментальні дані щодо вирощування двох гібридів кукурудзи (DKC 4098 та DKC 3969), на основі досліджень, які проводилися на полях сільськогосподарського підприємства «Наташа-Агро» (Чернігівська область) у 2024–2025 роках.

У ході дослідження було встановлено, що продуктивність гібридів кукурудзи значною мірою залежить від елементів технології вирощування, зокрема від норми висіву та генетичних особливостей гібрида.

Найвищий показник польової схожості насіння кукурудзи відмічено у гібрида DKC 4098: 95,5 – 92,6% залежно від норми висіву. Дещо нижча польова схожість була у гібрида DKC 3969: 94,6 – 90,6% теж залежно від норми висіву. Встановлено тенденцію до зниження схожості при збільшенні густоти посіву через внутрішньовидову конкуренцію.

Біометричні показники рослин кукурудзи визначалися сортовими особливостями, які змінювалися залежно від норми висіву. Гібрид DKC 4098 формував найбільшу висоту рослин при густоті 90 тис./га, яка склала 290 см, що на 35 см більше, ніж на контрольному варіанті (65 тис./га). Зі збільшенням густоти площа листової поверхні на одну рослину зменшувалася: у гібрида DKC 4098 з 0,65 м² (контроль) до 0,48 м² (при 90 тис./га).

Урожайність формувалася під впливом сортових особливостей та норм висіву. Найвищі показники врожайності отримані гібридом DKC 4098 — 13,55 т/га при нормі висіву 85 тис. шт./га. Гібрид DKC 3969 досяг максимуму врожайності 13,48 т/га при меншій густоті — 75 тис. шт./га.

Встановлено, що вирощування кукурудзи є вигідним з економічної точки зору, однак біологічний оптимум врожайності не завжди збігається з економічним. Найвищий рівень прибутку отримано при вирощуванні гібрида DKC 4098 з нормою висіву 75 тис./га, який складав 42 233 грн/га (при рентабельності 95,4%). Для гібрида DKC 3969 максимальний прибуток також отримано при нормі 75 тис./га — 41 984 грн/га.

Результати проведеного дослідження мають важливе практичне значення для сільськогосподарських виробників. Отримані дані можуть бути використані для оптимізації технологій вирощування кукурудзи, що дозволить підвищити економічну ефективність технології вирощування шляхом балансу між густотою стояння та витратами на досушування зерна.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високої та сталої врожайності кукурудзи з високими показниками економічної ефективності рекомендую для Чернігівської області (зона Лісостепу) висівати гібрид ДКС 4098 з нормою 75 тис. насінин на один гектар (оскільки подальше загущення до 85 тис. хоч і підвищує врожайність, але зменшує прибуток через витрати на досушування), та гібрид ДКС 3969 також з нормою висіву 75 тис. насінин на один гектар.

Список використаної літератури:

1. Андрієнко А.Л. Кукурудза: вирощування, збирання, консервування і використання. — К.: Урожай, 2009. — 234 с.
2. Балагура О.В. Стан та перспективи виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Економіка АПК*. 2021. № 5. С. 45–52.
3. Бондаренко Г.Л., Якубенко В.В. Біологічні особливості гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 12–18.
4. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Зрошуваче землеробство на півдні України. — К.: Аграрна наука, 2014. — 360 с.
5. Гайдаш В.Д., Ніколаєвський В.С. Агротехнологія вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу. *Агроном*. 2019. № 2. С. 22–26.
6. Гончаренко І.В. Вплив воєнного стану на експортний потенціал зернових культур. *Економіка та управління*. 2023. № 1. С. 15–21.
7. Горбатенко В.І. Вплив погодних умов на запилення та запліднення кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 2. С. 112–118.
8. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю. Селекція кукурудзи в Україні: історія та сучасність. *Вісник Інституту зернових культур*. 2015. № 5. С. 8–15.
9. Державна служба статистики України. Рослинництво України: статистичний збірник. К., 2023.
10. Довідник з насінництва кукурудзи / За ред. Ю.М. Пащенко. — Дніпропетровськ: Роял Принт, 2012. — 248 с.
11. Єрещенко О.А. Біоенергетичний потенціал кукурудзи. *Відновлювана енергетика*. 2020. № 4. С. 33–39.
12. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна. — М.: Агрорус, 2004. — 1109 с.
13. Задонцев А.И., Бондаренко В.И. Зимостойкость и засухоустойчивость зерновых культур. — К.: Урожай, 1992. — 180 с.
14. Зінченко О.І. Рослинництво: підручник. — К.: Аграрна освіта, 2010. — 592 с.

15. Історія культури кукурудзи / Під ред. В.С. Цикова. — Дніпропетровськ: ІЗК НААН, 2008. — 150 с.
16. Каленська С.М., Дмитришак М.Я. Особливості формування врожайності кукурудзи залежно від гібриду. *Науковий вісник НУБіП*. 2016. Вип. 235. С. 25–34.
17. Камінський В.Ф., Сайгак В.І. Адаптивні технології вирощування кукурудзи. *Збірник наукових праць ННЦ «ІЗ»*. 2018. Вип. 4. С. 56–63.
18. Кирпа М.Я. Збирання та зберігання кукурудзи. — Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2015. — 320 с.
19. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система захисту кукурудзи від бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 6. С. 14–18.
20. Крамарьов С.М., Бандура О.В. Азотне живлення кукурудзи: ефективність та екологія. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2013. № 1. С. 19–25.
21. Лавриненко Ю.О. Вплив густоти стояння рослин на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості при зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 22–27.
22. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. — Львів: НВФ «Українські технології», 2004. — 808 с.
23. Мазур В.А., Паламарчук В.Д. Сучасні технології вирощування кукурудзи на зерно. — Вінниця: ВНАУ, 2017. — 215 с.
24. Марчук І.У. Мікроелементи в системі живлення кукурудзи. *Пропозиція*. 2018. № 4. С. 60–64.
25. Медведєв В.В. Посухи в Україні та шляхи їх подолання. — Харків: Міськдрук, 2013. — 224 с.
26. Міхеєв В.Г. Ефективність систем обробітку ґрунту під кукурудзу. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 45–49.
27. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / За ред. Р.А. Вожегової. — Херсон: Олді-плюс, 2013. — 860 с.

28. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. — К.: Урожай, 1990. — 248 с.
29. Пащенко Ю.М. Особливості сівби кукурудзи в умовах зміни клімату. *Зерно*. 2019. № 3. С. 34–38.
30. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування. — Львів: Українські технології, 2020. — 740 с.
31. Примак І.Д. Екологічні проблеми землеробства. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 456 с.
32. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 11. С. 5–10.
33. Танчик С.П. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування кукурудзи. *Біоресурси і природокористування*. 2016. Т. 8. № 3. С. 123–129.
34. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д. Захист рослин: підручник. — К.: Колобіг, 2009. — 540 с.
35. Фатеев А.И., Захарова М.А. Основы применения микроудобрений. — Харьков: КП «Типография №13», 2005. — 134 с.
36. Фурдуй В.І. Аналіз ринку насіння кукурудзи в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2020. № 8. С. 20–23.
37. Циков В.С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння. — Дніпропетровськ: Зоря, 2003. — 296 с.
38. Цилюрик О.І. Агротехнічні заходи підвищення врожайності кукурудзи в Північному Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2014. № 6. С. 33–39.
39. Шевченко М.С., Козлова О.П. Вологозберігаючі технології обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ІЗК*. 2015. Вип. 75. С. 12–19.
40. Ящук Н.О. Післязбиральна доробка зерна кукурудзи. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 9. С. 28–31.
41. Anderson E., Brown W. The Corn Belt of the USA. *Journal of Agronomy*. 2015. Vol. 102. P. 45–58.

42. Bänziger M., Edmeades G.O., Beck D.L. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. — Mexico, D.F.: CIMMYT, 2000. — 68 p.
43. Ciampitti I.A., Vyn T.J. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated atmospheric requirements. *Field Crops Research*. 2012. Vol. 133. P. 48–67.
44. FAO Statistical Yearbook 2023. World Food and Agriculture. — Rome: FAO, 2023.
45. USDA. Grain: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture. 2024.
46. Grassini P., Thorburn J. Maize yield potential and yield gaps. *Nature Communications*. 2013. Vol. 4. P. 1–8.
47. Hoelt R.G., Nafziger E.D., Johnson R.R. Modern Corn and Soybean Production. — MCSP Publications, 2000. — 353 p.
48. Smith C.W. Corn: Origin, History, Technology, and Production. — John Wiley & Sons, 2004. — 949 p.
49. Tollenaar M., Lee E.A. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Science*. 2002. Vol. 42. P. 669–699.
50. Ukraine Grain Association (UGA). Annual Report 2023. Kyiv, 2024.