

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.01.- МКР.18 «С» 2024. 01. 08. 030 ПЗ

РАДЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ВАЛЕРІЙОВИЧ

2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 633.15:631.557:631.54

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного
факультету

_____ **Віталій КОВАЛЕНКО**

“ ___ ” _____ 2024р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри рослинництва

_____ **Світлана КАЛЕНСЬКА**

“ ___ ” _____ 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ»

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми
професійна

Освітньо-

Гарант освітньої програми
доктор с.-г. наук, професор

Світлана КАЛЕНСЬКА

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,
кандидат с.-г. наук, доцент

Володимир МОКРІЄНКО

Виконав

Олександр РАДЧЕНКО

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва
доктор с.-г. наук, професор _____ Світлана КАЛЕНСЬКА
“ _____ ” _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТЦІ**

РАДЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ВАЛЕРІЙОВИЧ

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

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Продуктивність кукурудзи залежно від удосконалення елементів технології вирощування», затверджена наказом ректора НУБіП України від «08» січня 2024 р. № 18 «С» і подана на кафедру 20.10.2024 р.

Вихідні дані до роботи – попередник кукурудзи на зерно – озима пшениця. Ґрунт – чорнозем типовий мало гумусний. Ґрунти характеризуються середнім забезпеченням елементами живлення. Бонітет ґрунтів – 72 бали. Середньобогаторічна кількість опадів за вегетацію кукурудзи – 320 мм. Опади випадають нерівномірно. Ґрунтові води залягають на глибині 1,5-2 м. За вегетацію по капілярах з ґрунтових вод надходить близько 90 мм доступної вологи рослинам.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Об’єкт досліджень – процес формування продуктивності кукурудзи.
2. Предмет досліджень – елементи технології вирощування, зокрема гібриди та густина стояння рослин.

3. Аналіз погодних та ґрунтово-кліматичних умов, опис методики проведення досліджень та агротехніки в досліді

4. Аналіз та узагальнення результатів наукових досліджень

5. Письмове і технічне оформлення роботи відповідно до вимог

Дата видачі завдання “_____” _____ 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Володимир МОКРІЄНКО

Завдання прийняв до виконання

Олександр РАДЧЕНКО

РЕФЕРАТ

Магістерська робота написана на основі проведених польових досліджень з встановлення оптимальної густоти стояння рослин на чорноземах типових. Експериментальні дослідження проводилися у ФГ Черкаської області.

Для досліджень було обрано нові гібриди кукурудзи і варіанти передзбиральної густоти, які чітко враховують зміни клімату.

Науково-методичною базою проведення досліджень та спостережень були адаптовані методики дослідної справи в рослинництві.

Робота містить наступні розділи: *стан вивчення питання* – проаналізовано стан і перспективи виробництва зерна кукурудзи, наведено біологічні особливості кукурудзи та розкрито питання впливу густоти стояння рослин на ріст, розвиток і формування врожайності; *методика досліджень і аналіз ґрунтово-кліматичних умов* – проаналізовано погодні умови 2023 і 2024 років і вивчено їх вплив на продуктивність кукурудзи, описано методику проведення польових досліджень; *експериментальна частина* – досліджено вплив площі живлення рослин (густи стояння рослин) на особливості росту, розвитку і формування врожайності зерна кукурудзи, зокрема тривалість міжфазних періодів, вологозабезпечення і фотосинтетична діяльність посівів кукурудзи та урожайність зерна залежно від варіантів дослідження; *висновки і пропозиції виробництву* – науково обґрунтовані та мають теоретичне і практичне значення.

**ЗЕРНО, КУКУРУДЗА, РОСЛИНА, ПОСІВИ, УРОЖАЙНІСТЬ,
РІСТ І РОЗВИТОК, ГУСТОТА СТОЯННЯ РОСЛИН**

ЗМІСТ

Завдання	3
Реферат	4
Зміст	5
Вступ	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	8
1.1. Біологічні особливості кукурудзи	8
1.2. Особливості росту й розвитку в умовах посухи	10
1.3. Підбір гібридів кукурудзи	14
1.4. Формування густоти стояння рослин кукурудзи	17
РОЗДІЛ 2. ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика місця проведення досліджень	21
2.2. Методика проведення досліджень	25
РОЗДІЛ 3. РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ	28
3.1. Тривалість вегетаційного періоду залежно від густоти стояння рослин	29
3.2. Динаміка лінійного росту рослин кукурудзи	32
3.3. Формування фотосинтетичного потенціалу залежно від густоти стояння	35
3.4. Урожайність кукурудзи залежно від густоти стояння рослин	40
3.5. Економічна ефективність вирощування кукурудзи	44
ВИСНОВКИ	48
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51

ВСТУП

Актуальність теми. Питання вдосконалення існуючих та розробка інноваційних елементів технології вирощування кукурудзи вивчалось багатьма дослідниками і результати їх досліджень відносяться до різних ґрунтово-кліматичних зон і здебільшого не співпадають, що можна пояснити зональними особливостями. В умовах клімату, що змінився, досліджень з розробки елементів технології вирощування кукурудзи на зерно недостатньо, що обумовило проведення польових дослідів.

Мета досліджень: Удосконалення зональної технології вирощування кукурудзи на зерно для реалізації потенціалу культури в умовах клімату регіону, що змінився.

У зв'язку з цим були поставлені такі завдання:

- визначити потенціал продуктивності та параметри формування агрофітоценозу різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи;
- визначити продуктивність кукурудзи на зерно за різної густоти стояння рослин;
- дослідити особливості росту і розвитку та вплив густоти стояння на рівень урожайності;
- економічна оцінка досліджуваним факторам.

Об'єкт наукового дослідження – посіви гібридів кукурудзи.

Предмет досліджень – порівняння гібридів кукурудзи різних груп стиглості за різної густоти стояння рослин з показниками досліджень: фенологічні спостереження, лінійний ріст рослин, фотосинтетична діяльність рослин у посіві, приріст надземної маси, урожайність зерна.

Наукова новизна досліджень. В умовах клімату, що змінився, науково обґрунтовано параметри технології вирощування кукурудзи на зерно: підбір гібридів різних груп стиглості та формування оптимальної передзбиральної густоти стояння рослин. Визначено показники формування агрофітоценозів ранньостиглих та середньоранніх гібридів кукурудзи, повнота сходів та

збереження рослин до збирання, динаміка лінійного росту та приріст надземної маси, фотосинтетична діяльність рослин у посівах та накопичення сухої речовини, показники продуктивності качанів і зерна.

Встановлено, що врожайність зерна знаходиться у прямій залежності з показниками чистої продуктивності фотосинтезу та у зворотній з фотосинтетичним потенціалом, урожай знаходиться у прямій залежності з кількістю опадами та знаходиться у зворотній залежності з показниками температури повітря в період вегетації.

Методологія та методи досліджень. Методологія досліджень заснована на вивченні наукової літератури вітчизняних та зарубіжних авторів. Методи досліджень: *теоретичні* – опрацювання результатів досліджень методом статистичного аналізу; *емпіричні* – польові досліді, графічне та табличне відображення отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ (Огляд літератури)

1.1. Біологічні особливості кукурудзи

Кукурудза – посухостійка культура. У ранні фази росту і розвитку рослини можуть тривалий час перебувати у стані в'янення, зберігаючи при цьому здатність відновлювати нормальну життєдіяльність після випадання опадів [1].

Кукурудза економічно витрачає ґрунтову вологу. На створення 1 кг сухої речовини вона використовує 250-400 кг води, тоді як озима пшениця, ячмінь, овес значно більше – 600-800 кг. Однак це не означає, що загальна потреба у воді у неї менша, ніж у інших культур [2].

Потреба кукурудзи у волозі залежить не лише від фази росту й розвитку, а й від погодних умов. Сходи кукурудзи потребують невеликої кількості вологи – 37-40% від маси зернівки [3].

Нестача вологи в посіві в період максимального водоспоживання, особливо у поєднанні з повітряною посухою, призводить до в'янення рослин, знижує активність фотосинтезу, передчасного підсихання листків, порушення запліднення та формування зерна. При в'яненні рослин протягом 1-2 днів під час цвітіння врожай знижується на 20%, 6-8 днів – на 50% [4].

Кукурудза формує хороші результати в роки, коли за червень – серпень випадає не менше 200 мм опадів, і при добрих запасах вологи у ґрунті (не менше 100 мм) – з переважанням опадів у період цвітіння культури. Водночас кукурудза погано реагує на перезволоження ґрунту, різко знижуючи врожай зерна та зеленої маси. Через нестачу кисню уповільнюється надходження до коріння фосфору, порушуються процеси фосфорилування та білковий обмін [5].

Кукурудза – теплолюбна рослина. Найбільш сприятливі для росту та розвитку рослин у період сходи – викидання волоті середньодобові температури повітря 20-23°C. Якщо вони нижче 15 °C, листки молодих рослин набувають жовтого забарвлення, так як для утворення хлорофілу потрібні

більш високі температури, коренева система розвивається повільно, період вегетації подовжується, рослини легко уражаються хворобами, що знижує врожай. При температурі 10°C ріст рослин кукурудзи припиняється [6].

Сума середньодобових активних температур, необхідні для нормального розвитку рослин кукурудзи скоростиглих гібридів дорівнює 1800-2000°C, середньостиглих і пізньостиглих – 2300-2600°C.

Оптимальною температурою для росту та розвитку рослин у другій половині вегетації (від цвітіння до дозрівання) вважається 22-23°C. При температурі 30°C і більше і відносної вологості повітря близько 30% порушуються нормальні процеси цвітіння та запліднення, зневоднюється пилок, підсихають нитки качанів, в результаті жіночі квітки запліднюються не повністю, що призводить до череззерниці [7].

Кукурудза – світлолюбна культура. Вона потребує менш тривалого, ніж інші зернові, але інтенсивного освітлення і відноситься до культур короткого світлового дня. Для отримання високих урожаїв кукурудзи потрібна тривалість світлового дня щонайменше 14 год 30 хв. Кукурудза реагує на подовження світлового дня посиленням ростом залежно від генотипу та географічного розташування [5,8].

Кукурудза пред'являє підвищені вимоги до вологості ґрунту та забезпечення елементами живлення, нестійка до перезволоження, засолення та солонцюватості, чутлива до сильнокислої реакції [9].

Кукурудза росте на різних типах ґрунтів, але максимальні врожаї формує на глибоких легких суглинистих або супіщаних ґрунтах з хорошою водоутримуючою здатністю та водопроникністю [9-10].

Оптимальна реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5-7,5). Однак культура пристосовується до реакції ґрунтового розчину у досить широких межах – від 5,5 до 8,0.

Ґрунти з підвищеною кислотністю (рН нижче 5,0), схильні до заболочування, а також сильно засолені, для вирощування кукурудзи непридатні. Кукурудза краще за інших сільськогосподарських рослин

використовує ґрунтову вологу через добре розвинену кореневу систему, розвиток якої багато в чому залежить від ґрунтового складання та структури [11].

1.2. Особливості росту й розвитку в умовах посухи

За даними ООН, збитки від посух перевищують 20% загальних збитків від стихійних явищ. Зокрема, щорічні втрати врожаю кукурудзи від посухи оцінюються на рівні 15%, або 120 млн т зерна. Посуха також часто є основною причиною різких коливань урожайності, особливо за умов недостатньо високого рівня агротехніки [12].

Рівень урожайності зерна гібридів кукурудзи і його стабільність певною мірою залежать від впливу екстремальних факторів навколишнього середовища, хоча у світі є лише 10% площ, де рослинам не загрожують стресові фактори.

Відомо, що кукурудза краще розвивається в діапазоні температур 25–30°C, а більш низькі й високі температури негативно впливають на зростання рослин і навіть можуть призвести до повної зупинки їхнього розвитку [5-7, 12].

Кукурудза – рослина короткого дня, вона найшвидше переходить у генеративну фазу розвитку за 8–9-годинної тривалості світлового дня. А за його тривалості понад 12–14 годин вегетативна фаза і весь вегетаційний період подовжуються. Тому гібриди для північних регіонів вирощування кукурудзи мають бути генетично пристосовані до умов довгого світлового дня. Один і той самий гібрид утворює в північних районах більшу кількість міжвузлів і листя, ніж у південних [13].

Також кукурудза належить до світлолюбних рослин, і інтенсивність асиміляції CO₂ великою мірою зумовлюється інтенсивністю освітлення, а затемнення листків, навпаки, знижує її. Тому положення листків на рослині і площа живлення мають велике значення для кукурудзи. Оптимальний індекс листової поверхні для кукурудзи на силос становить 3–6, для кукурудзи на зерно – 3–4 [3].

Таблиця 1.1 – Фази росту й розвитку і етапи органогенезу кукурудзи (за Ф. М. Куперман)

Фази росту й розвитку	Етапи органогенезу		Елементи продуктивності
	волоті	качана	
Проростання насіння, сходи	I. Конус наростання недиференційований	–	–
Третій – п'ятий листок	II. Диференціація конуса наростання	I. Недиференційований конус наростання бокового стебла	Оптимальна густина стояння рослин
	III. Ріст в довжину конуса наростання. Формування бокових гілок волоті	II. Диференціація вкороченого стебла на вузли і міжвузля	Кількість листків, коефіцієнт кущіння
Початок стеблуння	IV. Формування колоскових квіток	III. Подальше витягування конуса наростання, сегментація його основи	–
Вихід в трубку (11–13 листок)	V. Формування квіток в колосках	IV. Утворення колоскових лусок. Формування колоскових горбочків	Кількість членків качана
	VI. Утворення пилка	V. Диференціація колоскового горбочка	Формування довжини качана і кількості колосків в рядах
Викидання волоті	VII. Ріст в довжину членків суцвіття, завершення формування статевих квіток	VI. Формування зародкового мішка, ріст стовпчиків тичинки	Кількість квіток в качані
	VIII. Викидання волоті	VII. Завершення формування статевих квіток	Фертильність квіток
Цвітіння волоті. Викидання ниток качана	IX. Цвітіння волоті	VIII. Викидання ниток рилець	Жаростійкість
		IX. Цвітіння, запилення, запліднення	Озерненість качана
		X. Формування зародка і зернівки, початок молочної стиглості	Величина зернівки
Молочна стиглість	–	XI. Молочна стиглість, накопичення поживних речовин в зернівці	Маса зернівки
	–	XII. Перетворення поживних речовин в запасні	–

Кукурудза проходить різні стадії росту й розвитку, причому можна розрізняти системний ріст, в процесі якого закладаються органи, що формують урожайність і розвиток качана, а також виробляються і накопичуються запасні речовини (табл. 1.1).

У міжфазний період третій-восьмий листок, коли кліматичні умови характеризуються переважно низькою температурою навколишнього середовища, кукурудза переходять на автотрофне живлення. У рослин починає формуватися вторинна коренева система і закладаються генеративні органи, зокрема конус наростання волоті і качана. Асиміляційна поверхня наростає повільно, а наступний листок з'являється через три-шість діб. Перехід міжфазного періоду від утворення восьмого до появи одинадцятого листка відбувається за вищих температур. На даному етапі органогенезу коренева система кукурудзи достатньо потужно розвинена і проникає до 1 м, а утворення листкового апарату відбувається інтенсивно. Це період утворення вузлів і міжвузлів, кількість яких залежить від групи стиглості гібриду. Проте, внаслідок недостатньої вологості повітря, дефіциту ґрунтової вологи та високих температур повітря ці фактори негативно впливають на продуктивність рослин [12].

При підвищенні температури повітря до 36–38°C, рослини кукурудзи пригнічують свій ріст і розвиток внаслідок дефіциту вологи, а листковий апарат втрачає тургор.

У період формування 11–13-го листків інтенсивність появи листків становить три – шість днів для кожного. Від появи 10-го листка й до закінчення цвітіння відбувається інтенсивне наростання лінійних параметрів (10–15 см на добу), що припадає на період червень-липень, коли відмічаються стресові умови, викликані високим температурним режимом [8, 14].

За 10–14 діб від появи волотей і до початку молочної стиглості зерна – критичний період відносно споживання вологи рослинами. Відмітимо, що у період вегетативного циклу кукурудза економно використовує вологу. Так, від сходів до виходу рослин у трубку, що відповідає утворенню 11-13 листка,

кукурудза використовує лише близько 8% від загального споживання. Дефіцит ґрунтової вологи в цей міжфазний період істотно не впливає на врожай, проте у випадку тривалої посухи врожайність зерна може зменшитися на 25%. В подальші етапи органогенезу приріст біомаси внаслідок посилення фотосинтетичних процесів зростає, що обумовлює високу потребу рослин кукурудзи у вологозабезпеченні. Якщо у фазу виходу рослин в трубку, що відповідає формуванню 11–13 листку, відмічається дефіцит вологи, то ростові процеси пригнічуються, а утворення качанів гальмується.

Фаза викидання волотей залежно від погодних умов триває від 7 до 12 діб. Відмітимо, що в цей період відбувається формування пилку і обумовлюється його життєздатність і розпочинається органогенез качана. Також слід врахувати, що з початком цвітіння лінійний ріст рослин кукурудзи припиняється [12].

Висока температура повітря негативно впливає на фізіологічні процеси, що обумовлює прояв некрозу листкового апарату та стерильності пилку, і як результат, збільшення кількості безплідних рослин і кількості качанів з ознаками череззерниці [8].

За 10–14 діб від викидання волотей до молочної стиглості зерна, який триває 30 діб, відмічається максимальне споживання вологи рослинами на формування одиниці сухої речовини. Значна потреба обумовлена швидким наростанням сухої речовини, зокрема утворенням і формуванням зернівок. Нестача вологи на даному етапі органогенезу призводить до в'янення рослин, що обумовлює зниження інтенсивності фотосинтезу, а відповідно, - і зменшення врожайності зерна [16-18].

Дослідженнями вчених встановлено, що процес цвітіння волоті відбувається з верхньої частини й поступово поширюється до нижньої. Життєздатність пилку за оптимального температурного режиму становить від 6 до 10 годин, а за зростання температури до 40°C та вологості повітря нижче як 30% – стерильність настає вже за годину.

Різниця між цвітінням волотей і появою приймочок качана не має перевищувати двох–п’яти діб, що забезпечить оптимальне запліднення й високу озерненість качана, а отже, і високу продуктивність кукурудзи. Тривалість цього етапу органогенезу обумовлюється головним чином гідротермічними умовами. Оптимальна для запилення температура повітря 23-25°C з доброю вологозабезпеченості посівів. За таких умов пилок швидко починає проростати, а через 20–30 годин досягає зав’язі. За істотної посухи та високих температур понад 30°C, порушуються процеси запліднення, спостерігається пересихання рилець качанів, що є результатом зниження врожайності зерна.

Молочна стиглість зерна настає через 20–25 діб після запилення й характеризується наявністю у зерні «молочної рідини» та пожовтінням листків середнього ярусу. Відмітимо, що дефіцит ґрунтової вологи на даному етапі органогенезу обумовлює передчасне припинення наливу зерна. Оптимальна температура від молочної до повної стиглості зерна становить 20–22°C.

Проходження період наливу й досягання зерна визначається генотипом та погодними умовами. Проте, слід відмітити, що тривалість генеративного періоду кукурудзи менш істотно обумовлюється погодними умовами, аніж – вегетативного періоду, коли рослини споживають значно менше вологи на формування одиниці врожаю. Дослідженнями встановлено, що висока продуктивність кукурудзи формується за вмісту в зерні 60–64% сухої маси. На даному етапі утворюється чорний шар (*black layer*) на місці прикріплення зерна до стрижня, що свідчить про припинення надходження поживних речовин.

1.3. Підбір гібридів кукурудзи

Правильний вибір гібридів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов та напрямків використання – головна передумова отримання високих урожаїв, хорошої якості, а отже, і прибутків. При виборі гібридів кукурудзи слід враховувати такі показники: групу стиглості; напрямок господарського

використання; врожайність та якість; стійкість до вилягання; толерантність до знижених температур, до хвороб [12].

Гібриди кукурудзи за тривалістю вегетаційного періоду прийнято класифікувати на такі групи: дуже ранньостиглі, ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні, пізньостиглі, дуже пізньостиглі. В основу цієї класифікації покладено корелятивну залежність між кількістю листків і тривалістю вегетаційного періоду. У більш пізньостиглих форм більше листків на рослині.

Між тривалістю вегетаційного періоду та врожаєм сухої маси також існує тісна кореляція. У зв'язку з цим для вирощування кукурудзи треба вибирати такі гібриди, які повністю використовуватимуть вегетаційний період регіону і забезпечать максимальний урожай сухої маси [4,15].

У середньому за 35 років, за даними Уманської метеостанції, комплекс умов та сума позитивних температур дозволяє успішно вирощувати кукурудзу на зерно. Імовірність визрівання гібридів ФАО 100-200 становить 100%, ФАО 230 – 250 – 93% та ФАО 300 – 73%.

Класифікація ФАО гібридів кукурудзи за довжиною вегетаційного періоду наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Розподіл гібридів кукурудзи за групами стиглості

Група скоростиглості	ФАО	Сума активних температур, °С	Сума ефективних температур, °С	Період вегетації, днів	Кількість листків, штук
Ранньостиглі	100 – 199	2200	900 – 1000	90 – 105	12 – 14
Середньоранні	200 – 299	2400	1100	105 – 115	14 – 16
Середньостиглі	300 – 399	2600	1150	115 – 120	16 – 18
Середньопізні	400 – 499	2800	1200	120 – 130	18 – 20
Пізньостиглі	500 – 599	3000	1250 – 1300	135 – 140	20 – 24

Різниця між гібридами у 0,1% сухої маси в початках відповідає в середньоєвропейських умовах одній одиниці в балах ФАО. Різниця в 10 балів по ФАО відповідає за тих же умов приблизно одному-двом дням різниці по дозріванню або 1-2 % по вмісту сухої маси в початках при одному й тому ж строкові збирання.

Одні з головних вимог до оптимального варіанту гібридів кукурудзи – швидкі темпи вологовіддачі. Сушіння зерна кукурудзи пов'язане зі значними затратами і цей фактор стає дедалі актуальнішим.

Відомо, що гібриди зубовидного типу зерна швидше віддають вологу порівняно з гібридами, у яких зерно кременистого чи кременистопоподібного типу. Це пов'язано, насамперед, із різною структурою насінневої оболонки у верхній частині зерна. У гібридів із зубовидним типом зерна вона нещільна і не заважає вивільненню вологи, а у гібридів із кременистим і кременистопоподібним типом навпаки – він щільний і перешкоджає швидкій вологовіддачі.

Також на процес вологовіддачі впливає кількість обгорток на початку, нещільність обгортки і розкривання качана під час дозрівання. Одні гібриди мають на одному початку по 10–11 обгорток, які щільно прилягають до нього, тоді як в інших – кількість обгорток може становити 6–7 і до того ж вони розкриваються під час дозрівання.

Так гібриди, у яких обгортка щільно прилягає, віддаватимуть вологу гірше, адже вона не може швидко вивільнитися через обгортку і затримається на поверхні зерна. Під час розкривання початків таких гібридів на зерні завжди є краплі вологи. Гібриди з нещільними обгортками, що розкриваються, віддаватимуть вологу швидше незалежно від типу зерна.

Отже, обираючи гібрид, який би характеризувався швидкими темпами вологовіддачі, слід звертати увагу на такі особливості: тип зерна, щільність обгортки, кількість обгорток та їх розкривання під час дозрівання. Все це дає змогу зменшити витрати на сушіння зерна або взагалі відмовитись від цього

процесу, позаяк гібриди, які мають згадані вище ознаки у природних умовах можуть знизити вологість до рівня базисних 14%.

Беручи до уваги те, що різні гібриди по-різному реагують на стресові фактори, з точки зору мінімізації ризику рекомендовано в господарствах вирощувати декілька гібридів різних груп стиглості. Також обираючи гібрид кукурудзи потрібно враховувати й те, що більш компактні типи краще пристосовані до вирощування в північних районах, ніж високорослі, які при низьких температурах восени використовують енергію на дихання, що знижує врожайність сухої речовини.

1.4. Формування густоти стояння рослин кукурудзи

Головним агротехнологічним заходом при вирощуванні кукурудзи є раціональний вибір як правильного гібриду, так і формування оптимальної норми висіву насіння. Негативний вплив на рівень урожайності будуть мати як збільшення, так і зменшення густоти стояння рослин. За умови зрідженого посіву недобір врожаю буде зумовлено обмеженим потенціалом качана для компенсації кількості рослин, як елемента структури врожаю. Крім цього, формується недостатня площа листків, і частина сонячних променів не використовується вегетативною масою рослини, а вони потрапляють на ґрунт і збільшують інтенсивність випаровування вологи та підвищують температуру поверхні ґрунту та надземного шару повітря [21].

У загущених посівах стебла витягуються внаслідок недостатньої освітленості і формуються малопродуктивні типи рослин з недостатньою площею живлення. Зростає внутрішньовидова конкуренція за елементи живлення, вологу, світло, і як наслідок, затримується розвиток рослин. Такі посіви сильніше уражуються збудниками хвороб, а частина рослин взагалі гине [19].

Важливо враховувати зональність висіву кукурудзи, щоб визначитися із групою стиглості гібридів, які матимуть можливість в цих умовах реалізувати максимальну генетичну продуктивність. Як правило, чим більше

ФАО, тим вища врожайність зерна. Проте, як засвідчують результати врожайності останніх років, для більш пізніх гібридів часто не вистачає вологи, та і період їх цвітіння співпадає із тривалою спекою і недозапиленням. Тому для кожної ґрунтово-кліматичної зони, враховуючи кількість активних температур та кількість вологи за період вегетації, є рекомендації щодо конкретного гібриду і головне співвідношення в структурі посівних площ різних груп стиглості [14-15, 18].

Також треба враховувати, глибокий чи поверхневий обробіток ґрунту, оскільки на останньому більша ймовірність пересихання верхнього шару ґрунту. На цих полях варто організувати вчасний посів, оскільки при пересиханні на глибині заробки насіння варто було би збільшити його норму висіву, щоб отримати рекомендовану густоту, оскільки насіння в сухому ґрунті не зійде, або ж зійде ослаблене і не матиме нормально сформованого початку [22].

Зі змінами клімату аграрії з'явилися дослідження із вивчення впливу ширини міжряддя на ріст, розвиток і формування врожайності кукурудзі, зокрема 75 і 56 см. Останнім часом все більшого застосування набуває посів із шириною міжрядь 50 см. Зменшення ширини міжрядь дає можливість оптимізувати площу живлення, «життєвий простір» рослин, за якого він набуває більш квадратної форми у порівнянні з прямокутною за сівби з шириною 70 см і тим більше 75 см. Крім того, рослини кукурудзи, при сівбі з меншою шириною міжрядь, швидше затіняють ґрунт, і, як наслідок, зменшується випаровування вологи, що особливо актуально за теперішніх умов, знижується ризик перегрівання ґрунту, знижується ризик появи другої і наступних хвиль бур'янів. З урахуванням складних погодних умов останнім часом, головним чином нестача вологи та високі температури, сівба із шириною міжрядь 50 см є кращим для реалізації потенціалу урожайності кукурудзи [23].

Кукурудза може формувати врожайність 10 т/га і більше, а тому і винос основних елементів живлення з урожаєм є також суттєвим. Тому наступним

критерієм, який враховують при виборі оптимальної густоти, є особливості живлення. Варто розрізнити інтенсивну систему вирощування, де вносять розрахункову норму добрив на запланований врожай, та помірно інтенсивну, де вносять добрива в невеликій кількості. Відповідно, якщо інтенсивна технологія, то можна розглядати варіант збільшення густоти, але за умов відповідного гібриду і головне наявності гарантованої вологи для формування потенціалу, на помірно інтенсивній технології збільшення густоти може призвести просто до зниження врожайності [5,7,16].

Наступним критерієм, що впливає на формування норми висіву насіння, є безпосередньо група стиглості. Тривалі посухи та високі температури в один з критичних періодів розвитку кукурудзи, - викидання волоті та запилення, вимагають розділення та сівбу різних груп стиглості, аби мінімізувати вказані ризики. Варто було би звернути увагу на актуальність ранньої групи стиглості кукурудзи із ФАО 220-260. Звісно, ця група може поступатися потенціалом врожайності більш пізнім, але під впливом вказаних погодних умов ця група показує кращу продуктивність, особливо в роки із посушливим та спекотним літом, гарантуючи аграріям сталий врожай. Тому варто висівати кілька гібридів із різних груп стиглості [21].

Формуючи норму висіву насіння, необхідно враховувати польову його схожість. На польову схожість, головним чином, впливає якість насіння та якість підготовки ґрунту (його структура, наскільки вона забезпечує контакт насіння з ґрунтом), запаси вологи в ньому та температура ґрунту на глибині залягання насіння (особливо для надранніх строків посіву). Крім того, певна кількість рослин втрачається під час вегетації, в основному на ранніх етапах розвитку, зокрема від пошкоджень шкідниками, що підгризають кореневу систему та шкодять безпосередньо проростки та перші листки (доцільність інсектицидної обробки насіння). Норма висіву кукурудзи повинна забезпечити очікувану передзбиральну густоту, враховуючи можливі втрати густоти від висіву насіння і до збирання врожаю. Для досягнення густоти стояння рослин на момент збирання встановлюють страхові надбавки – 5-20% [28-30].

Зменшення запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту останні роки є чи не найголовнішою проблемою в галузі агровиробництва в цілому. Дефіцит вологи в ґрунті, який щороку збільшується, змушує переглядати підходи як до вологонакопичення та вологоутримання, так і до норми висіву кукурудзи. Кукурудза – посухостійка культура, яка раціонально використовує ґрунтову вологу, витрачаючи на створення одиниці сухої ваги близько 250-400 одиниць води. Якщо є ризик недоотримання потрібної кількості води, варто переглянути групу стиглості кукурудзи в меншу сторону, норму висіву також треба буде коригувати в бік зменшення.

РОЗДІЛ 2

ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження з вивчення впливу передзбиральної густоти на продуктивність гібридів кукурудзи проводили у відповідності з сучасними методиками дослідної справи в ФГ «Бос» Черкаської області Маньківського району на чорноземах типових.

2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика місця проведення досліджень

Полеві дослідження проводилися на чорноземах типових малогумусних легкосуглинкового механічного складу. Згідно агрохімічного обстеження ґрунтів, яке в господарстві проводили в 2020 році, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см за методикою Тюріна складає від 3,18 до 3,42%. Ґрунти характеризуються нейтральною реакцією ґрунтового розчину з рН від 6,7 до 7,1. Вміст загального азоту за методом Кельдаля становить від 0,21 до 0,29%, загального фосфору – 0,13-0,20% і калію – 1,9-2,2%. Агрофізичні властивості ґрунту є добрими для вирощування сільськогосподарських культур, про що свідчать дані, наведені в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Водно-фізичні властивості ґрунту

Шар ґрунту, см	Показники		
	Щільність складення, г/см ³	Полева вологоємність, % на масу	Вологість в'янення, % сухого ґрунту
0-30	1,26	42,1	9,1
0-50	1,32	40,0	10,4
0-100	1,39	39,8	9,6

Гумусово-елювіальний горизонт ґрунту на ділянках дослідів складає 40 см, він темно-сірий, легкосуглинковий, дрібногрудочкуватий, зернистий, пористий, перехід до темно-коричневого ілювіального горизонту поступовий. Нижче 40 см гумусу майже немає. На глибині 50-90 см залягає лес палевий, легкосуглинковий, щільний. Починаючи з глибини 100-120 см зустрічається білоглазка. Бонітет ґрунтів 72-78 бали. В цілому показники родючості ґрунту на дослідних ділянках близькі до типових характеристик чорноземів типових малогумусних.

Таблиця 2.2 – Механічний склад ґрунту

Шар ґрунту, см	Розмір частин функцій (мм) і їх співвідношення (%)				
	Пісок	Пил			Мул
	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001
0-22	18,7	43,6	7,8	12,8	28,1
26-31	17,3	37,7	11,6	12,7	31,7
34-44	14,8	42,6	10,9	12,4	30,3
80-90	20,5	30,4	13,8	12,7	33,6
120-130	11,6	43,4	7,8	13,8	34,4

Таким чином, дані ґрунти характеризуються достатньо високою родючістю і вище середнього рівня забезпечення елементами живлення, що обумовило високий бонітет ґрунту – 72 бали. Також відмітимо, що ґрунти мають добру вологоутримуючу здатність, а тому вирощування кукурудзи на таких ґрунтах дозволяє отримувати врожайність на рівні 9-13 т/га залежно від погодних умов, які складаються в окремі роки.

Зміни клімату відбуваються в усіх країнах світу, що безпосередньо впливає на ефективність сільського господарства. За даними ФАО ООН, за останні десятиліття проявляються глобальні зміни клімату зі зростанням середньорічних температур повітря, причому в Європі такі зміни найсуттєвіші у Білорусі, Польщі та Україні – до 1,9°C за рік.

На підставі моделювання процесів змін клімату проведеного вченими-кліматологами Кембриджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозується і подальше підвищення температури повітря в діапазоні від 2 до 6°C у період до 2100 року. Таке зростання температури та концентрації CO₂ в повітрі матимуть безпосередній вплив на біосферу Землі, в тому числі й на продуктивність агропромислового комплексу, врожайність і якість сільськогосподарської продукції.

До негативних впливів або наслідків змін клімату на найближчу перспективу можна віднести підвищення температури повітря, посилення дії посух, скорочення сніжного покриву, порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, що в комплексі призводить до активізації ерозійних процесів та деградації ґрунтів.

Особливістю розташування господарства є незначна кількість і суттєва нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. У деякі роки опадів випадає менше 200 мм (рис. 2.1).

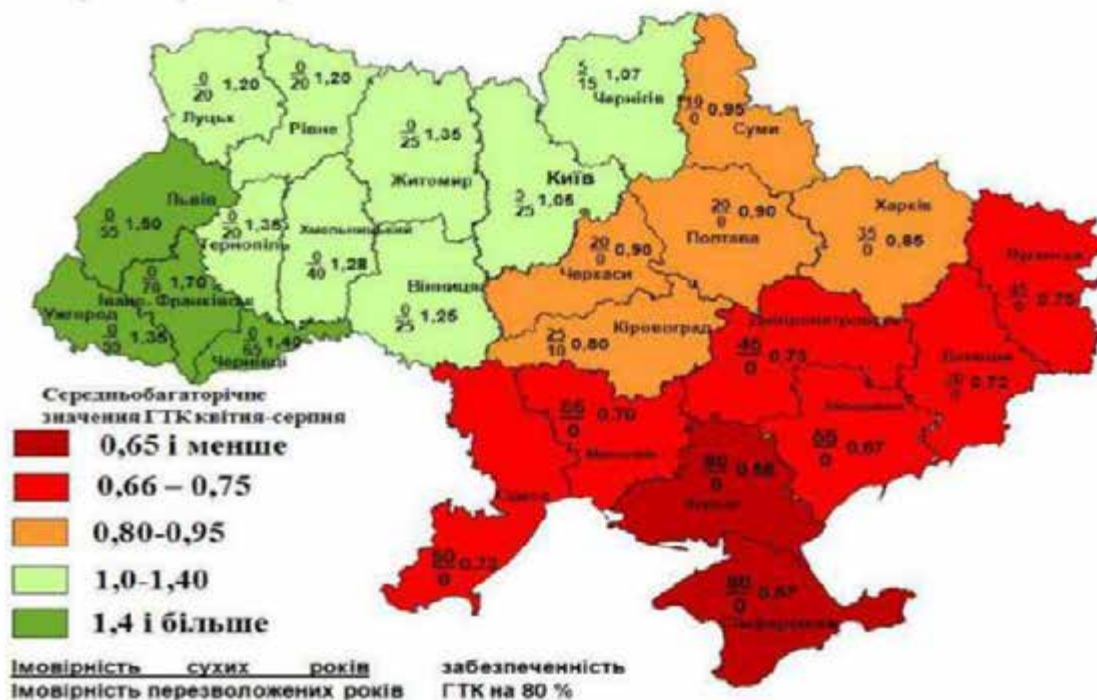


Рис. 2.1 – Гідротермічна характеристика областей України за величиною гідротермічного коефіцієнта

Опади нерівномірно розподілені місяцями, для яких характерний зливовий режим: за добу може випасти до 100 мм опадів. Під час спекотливої погоди в літні місяці більша частина опадів випаровується, а на стік залишається не більше 5-10% [30].

У більшості сільськогосподарських культур продукційні процеси активуються після стійкого переходу середньодобової температури повітря вище 5-7°C, що в умовах господарства припадає на третю декаду березня. Закінчується період вегетації, як правило, в третій декаді жовтня. Тривалість вегетаційного періоду складає 190-200 днів. Річний хід відносної вологості повітря змінюється в зворотній залежності від температури. Так, найвища відносна вологість повітря відзначена в грудні-січні і складає 65-73%. Влітку при зниженні відносної вологості повітря нижче 30% і наявності сильного вітру сільськогосподарські культури відчувають термічний стрес, а такі дні називають днями з суховіями. В останні десятиліття за умов поступового потепління клімату спостерігається стійка тенденція до суттєвого збільшення числа років з посухами. При посушливій погоді й збільшенні швидкості вітру до значень, при яких відбувається перенесення із земної поверхні часток пилу і піску, виникають пилові бурі, що наносять великий збиток сільському господарству.

Погодні умови 2024 року. Умови вологонакопичення осінньо-зимового періоду були несприятливими, тому на початок сівби культури запаси вологи були нижчі середніх багаторічних значень. Початок весни, який розпочався у звичайний строк був перерваний тривалим періодом пониження температур до мінусових значень, унаслідок чого масовий початок весняно-польових робіт проходив у першій декаді квітня. Однак умови для отримання сходів кукурудзи були сприятливими.

Надходження опадів протягом вегетації було дуже нерівномірне. Із квітня по травень випало лише 14,9 мм опадів, тоді як середня температура повітря була вищою на 1,7 та 4,7°C, відповідно. Кількість опадів за червень склала 55,9 мм, що є близьким до норми.

Температурний режим протягом вегетаційного періоду 2024 року був більш напружений, ніж зазвичай. Унаслідок різкого наростання температур весна завершилася протягом одного місяця. За період активної вегетації культури, із квітня по червень, середньодобова температура повітря перевищувала багаторічні значення на 3,1°C, атмосферних опадів надійшло на 62,2 мм менше. Найбільше перевищення середньомісячної температури повітря спостерігалось у травні 4,7 °С.

Погодні умови 2023 року – показники середньомісячних температур протягом усіх місяців вегетаційного періоду перевищували значення середніх багаторічних даних на 0,7 – 4,5 °С. Сума опадів за період з березня по вересень становить 256 мм, ця кількість опадів перевищувала середньобагаторічний показник (243 мм), але розподіл надходження вологи при цьому був вкрай нерівномірним. Так найбільшу кількість цих опадів було отримано в другій декаді квітня – 72,5 мм та першій декаді червня 49,0 мм, які мали найбільший вплив на ріст і розвиток кукурудзи.

2.2. Методика проведення досліджень

Польові досліді закладали і виконували впродовж 2023-2024 років відповідно до вимог методики дослідної справи та спеціальних методик у рослинництві [6, 7, 29].

Дослід – двофакторний, закладений методом розщеплених ділянок. Посівна ділянка – 100 м², облікова – 50 м².

Фактор А – гібриди кукурудзи:

1. Гімалаяккс (ФАО 330) - контроль
2. Александра (ФАО 350)
3. ЕС Метод (ФАО 380).

Фактор В – передзбиральна густина стояння рослин, тис. шт./га:

1. 60 тис/га.
2. 70 тис/га.
3. 80 тис/га.

Полеві досліді супроводжувалися наступними дослідженнями:

1. Густота стояння рослин визначалася шляхом підрахунку кількості рослин у фазі сходів та перед збиранням у чотириразовому повторенні у кожному ділянці досвіду.

Щоб визначити густоту рослин, насамперед слід встановити довжину рядків кукурудзи, розміщених на площі 1га. При стандартній ширині міжрядь 70см (0,7м) вона становитиме: $10000\text{м}^2 : 07\text{м} = 14285\text{м}$ (або приблизно 14300м). Потім у 5–10 місцях посіву кукурудзи (по діагоналі поля) підраховують кількість рослин у кожному рядку завдовжки 14,3м. Визначають середнє значення з 5 (або 10) підрахунків і перемножують його на 1000 (14,3 – це 0,001 частина від 14300 м). Якщо, наприклад, середня кількість рослин з п'яти обчислень становить 35,4ишт., то загальна густота їх на площі 1 га буде 35400. Крім того, у кожному рядку завдовжки 14,3м у 5–10 місцях посіву кукурудзи (по діагоналі поля) підраховують кількість рослин без качанів, з одним, двома і більше качанами. Далі підраховують середню кількість качанів на 14,3м на 1 га.

2. Фенологічні спостереження проводили за фазами росту й розвитку на ділянках двох несуміжних повтореннях досвіду відповідно до методики [7]. Відзначали такі фенологічні фази: сходи, поява 5-7-го листка, 9-10 лисок, викидання волоті, вихід ниток качана, молочна стиглість, воскова та повна стиглість зерна. За початок фази вважали час, коли 10% рослин вступили в ту чи іншу фазу розвитку, а при 75% рослин – настання повної фази.

3. Динаміка лінійного росту визначалася подекадно і перед збиранням у 10 місцях у двох несуміжних повтореннях досвіду шляхом вимірювання від основи до верхівки рослин.

4. Приріст надземної маси та сухої речовини визначали за фазами розвитку рослин шляхом їх зважування з довжини рядка 1,43 м. Перед зрізанням рослин підраховували кількість рослин. Для визначення виходу абсолютно-сухої речовини подрібнюється рослинна проба об'ємом достатнім

для взяття наважок у чотири алюмінієві бюкси. Висушування проводили при температурі 105-110°C до постійної ваги протягом 5-6 годин.

5. Асиміляційна поверхня листків визначалася шляхом вимірювання ширини листка при постійній довжині відрізка 10 см у 40-кратній повторності. Після зважування та зіставлення з масою листя з 1 м² визначалася площа листків на 1 га.

6. Показники фотосинтетичної діяльності рослин у посівах визначалися за методикою А.О. Ничипоровича (1961), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – за формулою, запропонованою Briggs G, Kidd F., West C [21].

7. Біологічну врожайність кукурудзи визначали в качанах та в зерні.

Урожайність в качанах визначають за формулою:

$$У_{б.к.} = K \cdot M / 1000 \cdot 100, \text{ ц/га}$$

де $У_{б.к.}$ – урожай біологічний в качанах, ц/га;

K – кількість качанів на 1 га, шт.;

M – маса 1 качана, г;

1000 – для перерахунку г в кг;

100 – для перерахунку кг в ц/га.

Урожайність в зерні визначають за формулою:

$$У_{б.з.} = У_{б.к.} \cdot В / 100, \text{ ц/га}$$

де $У_{б.з.}$ – біологічний урожай в зерні, ц/га;

$У_{б.к.}$ – біологічний урожай в качанах, ц/га;

$В$ – вихід зерна, %.

Оскільки кукурудза має високу передзбиральну вологість зерна, урожайність слід перерахувати на сухе зерно користуючись такою формулою:

$$У = У_{в.} \cdot (100 - в) / (100 - С_{в}), \text{ ц/га}$$

де $У$ – урожайність зерна при стандартній вологості, ц/га;

$У_{в.}$ – урожайність зерна при фактичній вологості, ц/га;

$в$ – вологість зерна фактична (при збиранні), %;

$С_{в}$ – стандартна вологість, %.

РОЗДІЛ 3

РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ

Практичні дослідження показують, що удосконалення сортової агротехніки кукурудзи є актуальним напрямом в сучасних умовах господарювання. Це пов'язано з швидкими темпами зміни кількісного і якісного складу гібридів на території України [5]. На даний час до Реєстру сортів рослин України занесено гібриди нового покоління та їх батьківські форми, що відрізняються не тільки коротким вегетаційним періодом, але й різною адаптивністю до умов вирощування (густота стояння рослин на гектарі), що забезпечує різний рівень потенційної урожайності. Тому, удосконалення технології вирощування кукурудзи фактично спрямовується на задоволення потреб рослин і сприяє розкриттю потенційних можливостей гібридів.

Основу виробництва кукурудзи в Україні становить вирощування гібридів, більшість з яких є простими міжлінійними, при цьому виникає проблема довготривалого вирощування гібридного насіння. Одним з основних шляхів підвищення врожайності та зниження собівартості насіння є підвищення густоти вирощування рослин. Однак при цьому необхідно пам'ятати, що за надмірного загущення рослин погіршуються елементи структури врожаю та якість насіння. Тому вивчення реакції кукурудзи до загущення та ширини міжрядь є дуже актуальним завданням рослинників. Оптимальна густота рослин є важливим фактором для одержання високих урожаїв кукурудзи [1, 9]. Існує різноманітність реакцій генотипів кукурудзи на загущення і можливість відбору форм, що не знижують врожайність зі збільшенням густоти стояння до певної межі, тому дослідні установи випробовували окремі лінії і гібриди за різної густоти [10].

3.1. Тривалість вегетаційного періоду залежно від густоти стояння рослин

Фенологічні спостереження є складовою частиною польових досліджень, що дає матеріал для всебічного аналізу взаємозв'язку врожайності культури з кліматичними факторами, а також з періодичністю росту і розвитку рослин.

Життєвий цикл кукурудзи, як і інших однорічних рослин, характеризується рядом змін росту й розвитку, що послідовно йдуть. Ці зміни визначаються складним взаємозв'язком стадійних, процесів. Спостереження за ростом і розвитком кукурудзи, за термінами проходження основних фенологічних фаз мають велике наукове та виробниче значення.

Тривалість міжфазних періодів тісно пов'язані з абіотичними факторами, такими як кліматичні умови та умови вирощування. При цьому всі фактори впливають на рослинний комплекс. Однак у різні фази розвитку значення факторів не рівноцінно. У період сівба – сходи рослини передусім реагують на температурний режим та вологозабезпеченість ґрунту; при викиданні волоті – на достатній вміст ґрунтової вологи, рівень мінерального живлення, оптимальні умови у цей період – тепла волога з легким вітром погода; до молочно – воскової стиглості – необхідне оптимальне співвідношення всіх чинників [32-33].

Густота стояння має певний вплив на строки настання фаз росту і розвитку гібридів різних груп стиглості, тривалість міжфазних періодів. Дослідники відзначають [12, 16, 18], що загушення кукурудзи призводило до подовження вегетаційного періоду на 3-5 днів. Поряд цим твердженням [13, 21] доводять, що площа живлення рослин на строки настання фенологічних фаз не впливає.

По мірі загушення посівів міжфазний період від сходів до цвітіння волоті у пізньостиглих, середньостиглих гібридів послідовно збільшується, а

від цвітіння до повної стиглості зерна, навпаки, скорочується. У скоростиглих гібридів ці періоди не залежали від густоти рослин кукурудзи [16].

В зоні нестійкого зволоження вчені [14] відмічають, що всі досліджувані гібриди кукурудзи при загущенні від 40 до 80 тис./га затримувалися з настанням викидання і цвітіння волоті, цвітіння качанів і мали довший вегетаційний період. Різниця у тривалості періодів від сходів до повної стиглості зерна між крайніми межами густоти сягала 4-7 днів.

Нашими дослідженнями встановлено, що темпи росту і розвитку кукурудзи безпосередньо залежали від температурного режиму і ступеня вологозабезпеченості. Особливо сильно реагує кукурудза на зміну умов навколишнього середовища у період сівба–сходи (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Тривалість міжфазних періодів кукурудзи залежно від групи стиглості гібрида та норми висіву насіння, діб (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібрид	Норма висіву, тис. сх. нас/га	Тривалість міжфазних періодів, діб			
		сівба-сходи	сходи-цвітіння	цвітіння-повна стиглість	сходи-повна стиглість
Гімалаяккс	60	12	58	52	110
	70	12	58	54	112
	80	12	60	55	115
Алекксандра	60	12	60	54	114
	70	12	60	54	114
	80	12	60	55	115
ЕС Метод	60	12	63	58	121
	70	12	65	60	125
	80	12	66	62	128

Швидкість проходження фенологічних фаз на початку вегетації залежить від температурного режиму. Тривалість періоду сівба-сходи обумовлюється температурним режимом на глибині загортання насіння. Чим вища середня у цей період температура ґрунту, тим менше часу проходить від сівби до сходів. Найтривалішим даний період відмічено у 2024 році, що обумовлено відхиленням температурного режиму від оптимального, зокрема різкими перепадами денних і нічних температур. У середньому за роки досліджень тривалість становила 12 днів і не залежала від генотипу гібридів кукурудзи.

У подальшому на проходження фаз росту й розвитку впливали як генотип, так і густина стояння рослин. Так, тривалість міжфазного періоду сходи-цвітіння волотей у гібрида Гімалаяккс становила при 60 тис/га – 58 днів, а при збільшенні ідо 80 тис./га цей період подовжувався до 60 днів. Аналогічна закономірність відмічена у середньостиглого гібриду ЕС Метод – відповідно 63 і 65 днів. У гібриду Александра тривалість не залежала від густоти стояння і за різних варіантів досліду становила 60 днів.

Тривалість період цвітіння – повна стиглість зерна більше обумовлювалася числом ФАО і у меншій мірі густотою стояння рослин. Так, у гібрида Гімалаяккс при густоті стояння рослин 60 тис/га цей період складав 52 дні, а при 80 тис/га – 55 днів, тоді як у гібрида ЕС Метод з ФАО 380 – відповідно 58 і 62 днів. Найбільш толерантним до зміни живлення рослин виявився гібрид Александра (ФАО 350) – 54-55 днів.

Відмітимо, що тривалість періоду сходи – повна стиглість залежав від температурного режиму, насамперед, на початкових етапах органогенезу, і обумовлювався генотипом і запасами доступної вологи рослинам – у генеративний період розвитку (табл.3.1).

Найкоротший вегетаційний період зафіксовано при вирощуванні гібриду Гімалаяккс (ФАО 330) і залежно від густоти стояння він становив – 110 днів при 60 тис/га і 115 днів при 80 тис./га. У гібрида ЕС Метод (ФАО 380)

тривалість вегетації в досліді була найбільшою і склала відповідно 121 і 128 днів.

Таким чином, тривалість вегетаційного періоду обумовлюється числом ФАО та густотою стояння рослин. Збільшення густоти стояння з 60 тис/га до 70 тис/га подовжують ростові процеси на 5-7 днів, що потрібно враховувати у регіонах з обмеженими тепловими ресурсами.

3.2. Динаміка лінійного росту рослин кукурудзи

У численних дослідях встановлено, що продуктивність посівів кукурудзи зростає до фази воскової чи молочно-воскової стиглості зерна. У фази вегетативного росту та розвитку її приріст забезпечується лінійним зростанням рослин та розвитком вегетативної маси. При закінченні лінійного росту, у початковій стадії формування зерна приріст маси та збільшення вмісту поживних речовин відбувається за рахунок їх акумулювання у зерні качанів, що завершується у фазу воскової стиглості зерна

Вчені відзначають [5, 12, 22] відзначають, що темпи лінійного росту є одним із важливих визначальних морфологічних і біологічних ознак реакції рослин і генотипів на умови вирощування. В перші 15 днів після появи сходів відмічається досить швидкий лінійний ріст кукурудзи, середньодобовий приріст рослин у висоту складає 1,2-2,4 см. У наступні 8-10 днів спостерігається уповільнення росту, так як пластичний матеріал використовується на формування вузлових коренів. У подальшому темпи росту рослин підвищуються і досягають максимуму за 7-10 днів до викидання волоті і середньодобовий приріст складає 10-12 см за добу [15, 25]. На кінець фази цвітіння рослини досягають 95% кінцевої висоти і після цвітіння приросту не спостерігається [6, 13].

Основним показником ефективності застосування тих чи інших агротехнічних заходів, зокрема оптимізація густоти стояння рослин є врожайність. Дослідження засвідчили, що висота рослин кукурудзи була різною залежно від варіантів досвіду. Динаміку лінійного росту

встановлювали шляхом виміру 10 рослин у двох повтореннях варіантів досвіду (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Біометричні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Висота стебла, см		Висота прикріплення качанів, см	Діаметр стебла, мм
		9-10 листків	цвітіння волотей		
Гімалаяккс	60	96	194	90	29,2
	70	95	201	89	28,9
	80	94	218	88	28,7
Алекксандра	60	94	224	103	30,6
	70	93	229	103	30,3
	80	91	237	102	28,4
ЕС Метод	60	90	218	98	32,1
	70	90	223	99	31,3
	80	91	231	98	30,2

Дослідженнями встановлено, що до утворення 9-10 листків, густота стояння рослин не впливали на лінійний ріст кукурудзи, а більше визначався біологічними особливостями гібридів. Відмітимо, що швидким початковим ростом характеризувався гібрид Гімалаяккс – 94-96 см, тоді як у ЕС Метод – 90-91 см.

Після утворення 11-13 листків, що співпадає з фазою виходу рослин у трубку, нами відмічено інтенсивний лінійний ріст рослин. Так за нашими обліками в цей період щоденний приріст стебла становив від 7 до 12 см.

У фазу цвітіння волотей нами виявлено відмінності по гібридам і варіантам густоти стояння. Найвищими були рослини гібриду ЕС Метод – 218-231 см, найнижчими – 194-218 см, що пов'язано головним чином

морфологічними і біологічними особливостями. Збільшення густоти стояння з 60 тис/га до 80 тис/га посилює внутрішньовидову конкуренцію за світло, і як наслідок, відмічено явище «загального витягування» рослин. Так, у гібрида Гімалаяккс збільшення густоти обумовило збільшення лінійного росту з 194 см до 218 см, Александра – відповідно 224 і 237 см, і Ес Метод – з 218 см до 231 см. Збільшення висоти стебла зумовило зменшення діаметра стебла.

Формування качанів на рослині – важливий фактор, що обумовлює особливості формування продуктивності рослин та якість збирання. Висота прикріплення качана залежить від густоти стояння та норми висіву насіння [13].

Із збільшенням густоти стояння рослин кукурудзи висота прикріплення качанів збільшується [21, 22]. Поряд з цим окремі вчені [3, 14] стверджують, що збільшення густоти стояння з 40 до 80 тис. /га на цей показник не впливає. На висоту прикріплення початків суттєвий вплив мають погодні умови року. У вологі роки з підвищенням густоти стояння рослин з 40 до 60 тис. /га висота прикріплення качанів збільшується, а в посушливі – не змінюється [17]. При цьому спостерігаються сортові особливості.

Нашими дослідженнями встановлено, що висота прикріплення качана залежить від генотипу гібрида кукурудзи і не залежить від площі живлення рослин. У досліді найвище формувався качан у середньостиглого гібриду Алекксандра – 102-103 см.

Отже, лінійні ріст рослин кукурудзи залежить від біологічних властивостей гібридів, зокрема генотипу, від норми висіву та конкретних погодних умов. Збільшення густоти стояння рослин в сприятливі роки по вологозабезпеченості посівів призвело до збільшення висоти рослин, а в посушливі роки, навпаки, до її зменшення. Висота кріплення качанів знаходиться в прямій залежності від висоти рослини. Зі збільшенням густоти стеблостою спостерігалось зменшення діаметра стебла, що пов'язано з посиленням конкуренції за світло, і як результат, - витягування стебла. Збільшення густоти рослин вище оптимального рівня може призвести до

кореневого чи стеблового вилягання стебла, а тому площа живлення повинна бути встановлена з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та особливостей гібридів.

3.3. Формування фотосинтетичного потенціалу залежно від густоти стояння

З ростом та розвитком рослин, появою нових листків посилюється інтенсивність накопичення врожаю, зростає приріст сухої речовини, максимум якої припадає період повного формування листкової поверхні, починаючи з фази викидання волоті до молочно – воскової стиглості зерна.

Вивчення впливу окремих технологічних прийомів на ріст та розвиток сільськогосподарських культур, як правило, супроводжується спостереженнями за особливостями фотосинтетичної діяльності у посівах. Це питання надзвичайно важливе, оскільки зміна умов росту і розвитку рослин неминуче, прямо чи опосередковано, впливає на продукційний процес, отже, і формування врожаю.

Численними дослідженнями А.О. Ничипоровича [12] було доведено, що продуктивність рослин кукурудзи тісно пов'язана з ростом та фотосинтезом – двома кардинальними фізіологічними процесами. Створення фотосинтетичного апарату високої активності є першою умовою отримання високої продуктивності посіву. Друга, не менш важлива умова, – створення фотосинтетичного апарату, достатнього за розміром, тобто отримання оптимальної площі листків.

Основними показниками, що характеризують продукційний процес у посівах, є площа листків, індекс листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу.

Висока продуктивність кукурудзи обумовлена тим, що асиміляція вуглецевого газу відбувається, як і інших тропічних рослин за дуже ефективним циклом. Фотосинтетична продуктивність на одиницю листкової

поверхні та на одиницю часу в 2-3 рази вища, ніж у сільськогосподарських культур із помірної кліматичної зони.

Фотосинтетична продуктивність посівів з оптимальною площею живлення початковий період росту й розвитку може бути нижчою, ніж продуктивність більш загущених посівів, які раніше укривають ґрунт і повніше використовують фізіологічно активну радіацію. Проте у подальшому в загущених посівах внаслідок більш сильного затінення листків інтенсивність фотосинтезу знижується сильніше, ніж у посівах з оптимальною площею живлення [18]. Встановлено, що активна фотосинтетична діяльність відбувається при величині поверхні листкового апарату 40–50 тис. м²/га.

Дослідженнями з вивчення динаміки формування листкового апарату встановлено, що його розмір обумовлювався фазою росту і розвитку генотипом і густотою стояння рослин (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Площа листків кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, тис. м²/га, (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Фази росту й розвитку		
		9-10 листків	цвітіння волотей	молочна-воскова стиглість зерна
Гімалаяккс	60	12,1	38,4	27,1
	70	12,0	40,2	28,9
	80	12,0	42,3	31,0
Алекксандра	60	11,2	39,8	28,5
	70	11,3	42,6	31,3
	80	11,3	44,6	33,3
ЕС Метод	60	11,5	43,9	32,6
	70	11,5	45,6	34,3
	80	11,4	46,2	34,9

До фази 9-10 листків площа живлення не впливала на темпи наростання листкового апарату. Істотний вплив даного досліджуваного фактора відмічено у фазу цвітіння волотей. Так, збільшення густоти стояння з 60 тис/га до 80 тис/га обумовлювало збільшення площі листків посіву у гібрида Гімалаяккс – з 38,4 до 42,3 тис. м²/га, Александра – відповідно 39,8 і 42,6, і ЕС Метод – з 43,9 до 46,2 тис. м²/га.

Слід відмітити, індивідуально кожної рослини площа листків зі збільшенням густоти стояння зменшувалася, що пов'язано з посиленням конкуренції в посіві за вологу, елементи живлення та світло. Проте, в перерахунку на густоту стояння площа асиміляційної поверхні посіву – збільшувалася.

Для характеристики продуктивності роботи листкового апарату в посіві застосовується такий показник, як чиста продуктивність фотосинтезу, який виражає число грамів сухої біомаси рослини, створених одиницею листкової поверхні за одиницю часу протягом вегетації (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. – Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, г/м² за добу, (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Фази росту й розвитку		
		9-10 листоків	Цвітіння волотей	Молочно-воскова стиглість зерна
Гімалаяккс	60	4,6	6,6	8,1
	70	4,6	6,8	8,3
	80	4,5	6,6	7,5
Александра	60	4,2	6,5	8,2
	70	4,2	6,5	8,2
	80	4,2	6,4	8,0
ЕС Метод	60	4,4	7,2	8,9
	70	4,5	7,5	9,2
	80	4,3	7,1	8,7

Дослідженнями встановлено, що у фазу цвітіння волотей відміно істотний вплив генотипів гібридів та площі живлення на накопичення сухої речовини. Так, у дану фазу найвищий показник ЧПФ відмічено у гібрида ЕС Метод при густоті стояння 70 тис/га – 7,5 г/м² за добу, дещо нижчі величини було відмічено на посівах гібриду Гімалаяккс – 6,8 г/м² за добу. Збільшення густоти стояння до 80 тис/га зумовило зменшення ЧПФ, що пов'язано з певним пригніченням інтенсивності фотосинтезу внаслідок погіршення газобміну.

У фазу молочно-воскової стиглості зерна відбулося наростання ЧПФ, однак закономірність її величини залежно від гібридів і густоти стояння збереглася. Всі досліджуванні гібриди високу ЧПФ забезпечували при формуванні 70 тис/га. Найбільш інтенсивно накопичення сухої речовини відмічено у середньостиглого гібриду ЕС Метод – 9,2 г/м² за добу.

Різні природні умови та зовнішні фактори, у тому числі стресового характеру, впливають на продуктивність фотосинтезу. Як бачимо, значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів кукурудзи за умов зміни клімату, що було відмічено у 2024 році, є зниженими у порівнянні з 2023 роком. Це пов'язано з реакцією рослин на підвищення CO₂, так через збільшення площі листків виникає конкуренція за світло, затінене листя активно використовує підвищену кількість асимілянтів, синтезується рослинами кукурудзи завдяки високому рівню CO₂ в повітрі.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) – це показник, що підсумовує як значення розміру площі листків, і тривалість їх роботи. Це інтегральний показник, що характеризує світлопоглинаючу здатність посівів, величина якого знаходиться у прямій залежності із накопиченням органічної маси посівами. ФП вираховується як сума показників площі листків на гектар посіву кожного дня вегетації. А.О. Ничипорович на основі досліджень роблять висновок, що посіви кукурудзи повинні сформувати фотосинтетичний потенціал щонайменше 1,5 млн.м²/га днів [12].

Дослідженнями встановлено, що ФП залежав від фази росту й розвитку, особливостей гібридів та площею живлення рослин (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. – Фотосинтетичний потенціал (ФП) залежно від густоти стояння рослин, млн.м²/га днів, (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Фази росту й розвитку		
		9-10 листіків	Цвітіння волотей	Молочно-воскова стиглість зерна
Гімалаяккс	60	0,21	1,12	1,32
	70	0,20	1,15	1,35
	80	0,20	1,09	1,27
Алекксандра	60	0,22	1,20	1,38
	70	0,22	1,20	1,42
	80	0,21	1,18	1,33
ЕС Метод	60	0,21	1,45	1,55
	70	0,22	1,53	1,66
	80	0,21	1,39	1,50

До фази 9-10 листків густота стояння не впливала на величину ФП, яка коливалася від 0,20 до 0,22 млн.м²/га днів. Проте, у фазу цвітіння волотей виявлено морфобіологічні особливості гібридів і густота стояння на величину ФП. Так, найбільш інтесивно розвиток листкового апарату і накопичення сухої речовини відбувалося у гібриди ЕС Метод – 1,39-1,53 млн.м²/га днів, тоді як у гібрида Гімалаяккс – 1,09-1,15 млн.м²/га днів. Збільшення густоти стояння призводило до зменшення ФП на 3-7%.

У фазу молочно-воскової стиглості найвищі показники ФП формувалися за густоти стояння 70 тис/га. Кращі умови накопичення пластичних речовин було відмічено у гібрида ЕС Метод – 1,66 млн.м²/га днів.

3.4. Урожайність кукурудзи залежно від густоти стояння рослин

Збільшення прибутку з гектару кукурудзяного поля неможливе без розуміння біологічних особливостей цієї культури. Для щорічних високих врожаїв виробничнику не слід покладатися тільки на гарну погоду в сезоні. Так само не можна бути впевненим, що один вибраний гібрид буде з року в рік стабільно давати високий вал зерна. Якщо система вирощування кукурудзи інтенсивна і рівень агротехнології досить високий, то наступним кроком є підбір оптимальної структури посіву.

Звичайно, кожен гібрид по-різному реагуватиме на зміни в технології вирощування, але структура врожайності кукурудзи на зерно є незмінною і складається з кількості продуктивних рослин на одиницю площі та маси отриманого зерна з рослини.

Досить важливим показником потенційної продуктивності гібрида є кількість качанів, що формуються на рослині. Качани розвиваються з частини найактивніших пазушних бруньок стеблових листків. На стеблі утворюються здебільшого 2 –3 качана, решта бруньок не розвиваються. Багато часу не було одностайної думки щодо значення кількості качанів на рослині.

Деякий час американські вчені дотримувались думки про перевагу однокачанних форм кукурудзи. Подальше вивчення цього питання, як у нашій країні, так і за її межами, свідчить про перевагу двокачанних форм. Зараз із збільшенням кількості качанів на рослині пов'язані можливості додаткового одержання зерна кукурудзи при сприятливих умовах і зменшення загрози утворення безплідних рослин при посухах. За даними Дзюбецького Б.В., більшу кількість рослин з двома качанами формують сорти кукурудзи, які належать до кременистої групи. Сорти зубовидної групи формують невелику кількість рослин з двома качанами [5].

Встановлено, що одночасно з відбором на двокачанність підвищується посухостійкість рослин. Одержані дані свідчать: кількість двокачанових рослин коливається із зміною погодних умов. В сприятливі роки кількість рослин, формуючих розвинені другі качани, досягає максимуму, завдяки чому

з'являється можливість отримати більший урожай зерна. В менш сприятливі роки кількість рослин з двома качанами зменшується, а в посушливі – досягає нуля. В стресових умовах важливе значення набуває така ознака, як відсутність безплідних рослин. Ця ознака є основною при характеристиці гібрида по стабільності врожаю в змінних умовах середовища. Негативний вплив на врожай безплідні рослини справляють не тільки тому, що вони не дають розвинутих качанів. В посушливі роки такі рослини, формуючи вегетативну масу, витрачають вологу, зменшуючи її запаси в ґрунті для рослин, які плодоносять.

Отже, кількість качанів на рослині може істотно впливати на врожай гібридів, причому значення цього структурного елемента в визначенні продуктивності зростає як у роки зі стресовими умовами, так і в роки зі сприятливим водним режимом.

Нашими дослідженнями встановлено, що кількість качанів на 100 рослинах обумовлювалася генотипом і у меншій мірі густотою стояння рослин (табл. 3.6).

Таблиця 3.6. – Індивідуальна продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густоти стояння рослин, тис./га	Кількість качанів, шт./100 рослин	Кількість рослин: шт			
			з трьома качанами	з двома качанами	з одним качаном	без качанів
Гімалаяккс	60	125	0	25	75	0
	70	120	0	16	84	0
	80	112	0	8	92	0
Алекксандра	60	115	0	18	82	0
	70	112	0	12	88	0
	80	108	0	8	92	0
ЕС Метод	60	109	0	12	88	0
	70	102	0	8	92	0
	80	97	0	0	97	3

Гібрид кукурудзи Гімалаяккс формував від 112 до 125 качанів на 100 рослина, тоді як ЕС Метод – 97-109 качанів. Зі збільшенням густоти стояння

кількість качанів зменшувалася, що пов'язано з посиленням конкуренції в посіви за основні фактори життєдіяльності. Значний вплив на кількість качанів мали погодні умови, зокрема 2024 рік, коли високі температури повітря на фоні дефіциту ґрунтової вологи і наявності повітряної посухи істотно зменшили кількість качанів на рослині – в середньому на 15-18%.

Нашими дослідженнями встановлено, що густина стояння і генотип обумовили вплив на елементи структури врожаю (табл. 3.7; рис. 3.1).

Таблиця 3.7. – Елементи структури врожаю кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густоти стояння рослин, тис./га	Елемент структури врожаю			
		Кількість зерен в качані, шт	Маса 1000 насінин, г	Маса зерна з качана, г	Вихід зерна, %
Гімалаяккс	60	522	254	132,6	82
	70	514	242	124,4	80
	80	492	221	108,7	75
Александра	60	500	265	132,5	84
	70	492	254	125,0	79
	80	475	235	111,6	73
ЕС Метод	60	555	274	152,1	84
	70	536	251	134,5	80
	80	512	224	114,7	71

Найбільшу кількість зерен у качані формував гібрид ЕС Метод – від 512 до 555 шт, гібрид Александра – 475- 500 шт, і Гімалаяккс – 492-522 шт. Відповідно аналогічна ситуація і з масою 1000 насінин. Крупніше зерно формував середньостиглий гібрид ЕС Метод – 224-274 г. Відмітимо, що із збільшенням густоти стояння рослин елементи структури врожаю кукурудзи зменшувалися.



60 тис/га



70 тис/га



Рис. 3.1 – Розмір качанів гібриду ЕС Метод за різної густоти стояння, тис/га, 2024

Кінцевим показником ефективності агротехнологічних заходів в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є урожайність зерна (табл. 3.8.).

Істотний вплив на рівень урожайності мали погодні умови. 2024 рік характеризувався дефіцитом ґрунтової вологи та низькою вологістю повітря, що негативно вплинуло на цвітіння і подальше формування елементів структури врожаю. Так, у 2024 році урожайність зерна коливалася в межах від 6,54 т/га до 7,70 т/га. Найвищу врожайність гібриди Гімалаяккс і ЕС Метод формували при 70 тис/га, а Алекксандра – при 80 тис/га. Отже, пластичним гібридом з доброю посухостійкістю є середньостиглий Алекксадра.

У 2023 році гібриди сформували значно вищу врожайність зерна, що пов'язано з кращими умовами вологозабезпечення безпосередньо у другий період вегетації. Урожайність коливалася від 9,18 т/га у гібрида Алекксандра до 11,18т/га у гібрида ЕС Метод. Закономірність впливу густоти стояння на рівень урожайності збереглася.

Таблиця 3.8 – Врожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння, т/га

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Роки		Середнє за 2023-2024 рр.
		2023	2024	
Гімалаяккс	60	9,37	6,54	7,96
	70	9,87	7,51	8,69
	80	10,12	7,20	8,66
Алекксандра	60	9,18	6,75	7,97
	70	9,92	7,59	8,76
	80	10,15	7,70	8,93
ЕС Метод	60	10,82	7,42	9,12
	70	11,18	7,65	9,42
	80	10,87	7,45	9,16

<i>НІР₀₅ для</i>	<i>гібридів</i>	<i>0,19</i>	<i>0,12</i>
	<i>густоти</i>	<i>0,17</i>	<i>0,18</i>
	<i>взаємодії</i>	<i>0,34</i>	<i>0,33</i>
	<i>P, %</i>	<i>0,25</i>	<i>0,11</i>

У середньому за роки досліджень найбільш продуктивним гібридом виявився ЕС Метод – 9,42 т/га при передзбиральній густоті стояння рослин 70 тис/га. Гібрид Гімалайккс високу врожайність формував також за 70 тис/га – 8,69 т/га, тоді як гібрид Алєкксандра при густоті 80 тис/га – 8,93 т/га.

3.5. Економічна ефективність вирощування кукурудзи

Сільське господарство є однією з пріоритетних галузей національної економіки. Від розвитку цієї галузі залежить матеріальний добробут населення, зміцнення економічної та продовольчої безпеки держави, зростання її експортного потенціалу.

Проте сільськогосподарське виробництво пов'язане із значними ризиками, адже воно в значній мірі залежить від дії природних факторів та біологічних чинників. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва супроводжується збільшенням виходу продукції та здійснюється за рахунок додаткових вкладень, спрямованих на впровадження досягнень науки, техніки і технології, які зумовлюють зростання врожайності культур.

Значний вплив на економічну ефективність виробництва зерна кукурудзи має рівень інтенсифікації вирощування цієї культури. Процес інтенсифікації тісно пов'язаний з використанням новітніх інноваційних досягнень в галузі селекції і насінництва. Одним із пріоритетних чинників, які сприяють підвищенню продуктивності та дозволяють радикально покращити економічні показники при вирощуванні кукурудзи, є раціональне використання її генетичного потенціалу. Впровадження нових високопродуктивних, стійких до несприятливих природно-кліматичних умов і хвороб гібридів кукурудзи, оновлення асортименту насіння високих репродукцій дає змогу підвищити врожайність цієї культури на 20-25%.

Таблиця 3.9 – Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи в посівах різної густоти стояння рослин,
(середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Урожайність зерна, т/га	Вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн./га	Умовний чистий прибуток, грн./га	Собівартість зерна, грн./т	Рентабельність, %
Гімалаяккс	60	7,96	55720	33722	21998	4236	65,2
	70	8,69	60830	38492	22338	4429	58,0
	80	8,66	60620	37938	22682	4381	59,8
Алекксандра	60	7,97	55790	33896	21894	4253	64,6
	70	8,76	61320	39163	22157	4471	56,6
	80	8,93	62510	40074	22436	4488	56,0
ЕС Метод	60	9,12	63840	41351	22489	4534	54,4
	70	9,42	65940	43206	22734	4587	52,6
	80	9,16	64120	41288	22832	4507	55,3

При визначенні ефективності виробництва гібридів кукурудзи різних груп стиглості за основні критерії було прийнято: виробничі витрати з розрахунку на гектар площі з урахуванням затрат на сушіння зерна, собівартість одиниці продукції та прибуток. Концетрованим виразом усіх цих факторів є рівень рентабельності, який являє собою відношення прибутку до собівартості.

Розрахунки вартісних виробничих витрат на гектар посіву, в тому числі собівартості продукції, були проведені на основі типової технології вирощування кукурудзи. Витрати на виробництво продукції розраховані за нормативами і цінами, діючими у виробничих умовах степової зони. Вартість продукції визначена на рівні 7000 грн/т.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи проходить через комбіновану взаємодію рівня урожайності і вологості зерна, величини яких впливають як на абсолютні затратні елементи, так і на відносні оціночні показники ефективності (табл. 3.9).

Нашими розрахунками визначено, що формування передзбиральної густоти 70 тис/га забезпечує найвищий рівень рентабельності у гібридів Гімалаяккс – 65,2 %, і Алєкксандра – 64,6%, тоді як у ЕС Метод 55,3% при густоті 80 тис./га. Найнижча собівартість 4236 грн/т зафіксовано при вирощуванні гібриду Гімалаяккс при формуванні 60 тис/га, а найвища – у ЕС Метод 4587 грн/т при 70 тис/га.

ВИСНОВКИ

1. Найкоротший вегетаційний період зафіксовано при вирощуванні гібриду Гімалаяккс (ФАО 330) і залежно від густоти стояння він становив – 110 днів при 60 тис/га і 115 днів при 80 тис./га. У гібрида ЕС Метод (ФАО 380) тривалість вегетації в досліді була найбільшою і склала відповідно 121 і 128 днів.

2. Таким чином, тривалість вегетаційного періоду обумовлюється числом ФАО та густотою стояння рослин. Збільшення густоти стояння з 60 тис/га до 70 тис/га подовжують ростові процеси на 5-7 днів, що потрібно враховувати у регіонах з обмеженими тепловими ресурсами.

3. У фазу цвітіння волотей нами виявлено відмінності по гібридам і варіантам густоти стояння. Найвищими були рослини гібриду ЕС Метод – 218-231 см, найнижчими – 194-218 см, що пов'язано головним чином морфологічними і біологічними особливостями.

4. Збільшення густоти стояння з 60 тис/га до 80 тис/га посилює внутрішньовидову конкуренцію за світло, і як наслідок, відмічено явище «загального витягування» рослин. Так, у гібрида Гімалаяккс збільшення густоти обумовило збільшення лінійного росту з 194 см до 218 см, Александра – відповідно 224 і 237 см, і ЕС Метод – з 218 см до 231 см.

5. Нашими дослідженнями встановлено, що висота прикріплення качана залежить від генотипу гібрида кукурудзи і не залежить від площі живлення рослин. У досліді найвище формувався качан у середньостиглого гібриду Александра – 102-103 см.

6. До фази 9-10 листків площа живлення не впливала на темпи наростання листкового апарату. Істотний вплив даного досліджуваного фактора відмічено у фазу цвітіння волотей. Так, збільшення густоти стояння з 60 тис/га до 80 тис/га обумовлювало збільшення площі листків посіву у гібрида Гімалаяккс – з 38,4 до 42,3 тис. м²/га, Александра – відповідно 39,8 і 42,6, і ЕС Метод – з 43,9 до 46,2 тис. м²/га.

7. У фазу молочно-воскової стиглості зерна відбулося наростання ЧПФ, однак закономірність її величини залежно від гібридів і густоти стояння збереглася. Всі досліджувані гібриди високу ЧПФ забезпечували при формуванні 70 тис/га. Найбільш інтенсивно накопичення сухої речовини відмічено у середньостиглого гібриду ЕС Метод – 9,2 г/м² за добу.

8. Збільшення густоти стояння до 80 тис/га зумовило зменшення ЧПФ, що пов'язано з певним пригніченням інтенсивності фотосинтезу внаслідок погіршення газобміну.

9. У фазу молочно-воскової стиглості найвищі показники ФП формувалися за густоти стояння 70 тис/га. Кращі умови накопичення пластичних речовин було відмічено у гібрида ЕС Метод – 1,66 млн.м²/га днів.

10. Найбільшу кількість зерен у качані формував гібрид ЕС Метод – від 512 до 555 шт, гібрид Александра – 475- 500 шт, і Гімалаяккс – 492-522 шт. Відповідно аналогічна ситуація і з масою 1000 насінин. Крупніше зерно формував середньостиглий гібрид ЕС Метод – 224-274 г. Із збільшенням густоти стояння рослин елементи структури врожаю кукурудзи зменшувалися.

11. У середньому за роки досліджень найбільш продуктивним гібридом виявився ЕС Метод – 9,42 т/га при передзбиральній густоті стояння рослин 70 тис/га. Гібрид Гімалаяккс високу врожайність формував також за 70 тис/га – 8,69 т/га, тоді як гібрид Александра при густоті 80 тис/га – 8,93 т/га.

12. Формування передзбиральної густоти 70 тис/га забезпечує найвищий рівень рентабельності у гібридів Гімалаяккс – 65,2 %, і Александра – 64,6%, тоді як у ЕС Метод 55,3% при густоті 80 тис./га. Найнижча собівартість 4236 грн/т зафіксовано при вирощуванні гібриду Гімалаяккс при формуванні 60 тис/га, а найвища – у ЕС Метод 4587 грн/т при 70 тис/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для формування стабільно високих урожаїв в умовах нестійкого зволоження рекомендуємо висівати середньостиглий гібрид кукурудзи ЕС Метод (ФАО 380) з формування передзбиральної густоти 70 тис/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посібник / Рожков А.О., Огурцов Є.М., Свиридов А.М., Дьяков С.О., Романов О.В., Белінський Ю.В.; за ред. професора, д-ра с.-г. наук А.О. Рожкова. – Х.: Тім Пабліш груп, 2017. – 634 с.
2. Продуктивність сої та кукурудзи залежно від основної обробки та способів сівби / Артеменко С. // Пропозиція. – 2018. – № 1. – С. 74–79.
3. Насіння гібридів кукурудзи українського виробництва: урожайність, стабільність, якість / Ковальчук І. // Зерно. – 2017. – № 12. – С. 94–95.
4. Шпаар Д. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання [Текст] / Д. Шпаар, К. Гінапп, Д. Дрегер, А.Захаренко, С. Каленська та інші. – К.: Альфа-стевія ЛТД, 2009. – 396 с.
5. Пащенко Ю.М. Агрокліматичний потенціал зони Степу, добір гібридів і оптимізація їх структури за групами стиглості / Ю.М. Пащенко // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – 2007. – № 30. – С. 44 – 51.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / [сост. Д.С. Филев, В.С. Циков, В.И. Золотов и др.] – Днепропетровск: Городская типография № 3, 1980. – 54 с.
7. Азуркін В. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння для виробництва біоетанолу / В. О. Азуркін, І. С. Поліщук, В. А. Мазур // Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. Сер.: Сільськогосподарські науки. – 2011. – Вип. 8 (48). – С. 27–30.
8. Баган А. Формування продуктивного потенціалу гібридів / А. Баган, Ю. Барат // Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матеріали міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. 16–17 жовт. 2014 р. – Тернопіль : Крок, 2014. – С. 15–17.
9. Бикін А. В. Вологозабезпечення рослин кукурудзи за внесення мінеральних добрив і прямої сівби / А. В. Бикін, О. В. Тарасенко // Наук. пр.

Ин-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 22. – С. 133–137.

11. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення / М. Бомба, І. Дудар, О. Литвин [та ін.] // Вісн. Львівського нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. – 2013. – № 17(2). – С. 64–67.

12. Дробітько А. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин / А. В. Дробітько, Н. В. Нікончук // Наукові праці. – 2011. – С. 15–17.

13. Кавецький О. Перспективність використання ранньостиглих гібридів кукурудзи / О. Кавецький, О. Ісичко // Пропозиція. – 2005. – № 1. – С. 54–55.

14. Сатановська І. П. Тривалість вегетаційного періоду різностиглих гібридів кукурудзи залежно від біологічних препаратів та погодних умов / І. П. Сатановська // Агропромислове виробництво Полісся. – 2013. – Вип. 6. – С. 148–152.

15. Шинкарук В. А. Продуктивність гібридів кукурудзи та витрати на досушування зерна в умовах центральної частини Вінницької області / В. А. Шинкарук, О. А. Коваленко, В. М. Романенко // Наукові праці / науковометод. журнал / ЧДУ ім. П. Могили. – 2011. – Т. 150, Вип. 138. Екологія. – С. 37–42.

16. Танчик С.П., Усатий Г.Ю. Водоспоживання рослинами кукурудзи залежно від мінерального живлення і густоти стояння рослин // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН». – К.: ЕКМО, 2006. – Вип. 3-4. – С. 21-26 .

17. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Вплив строків сівби на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 4. С. 81-88.

18. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А. Підходи до добору посухостійких соргових культур за зміни кліматичних умов 26 Південного Степу України. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали IV Всеукр.

наук. інтернет-конф., м. Кам'янець-Подільський 10 травня 2021 р. Кам'янець-Подільський, 2021. С. 39-42.

19. Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Пілярська О.О., Забара П.П., Хоменко Т.М., Михайленко І.В. Динаміка накопичення сирої та сухої надземної біомаси гібридами кукурудзи за краплинного зрошення. Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 108–114. URL: <http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.23>.

20. Лавриненко Ю.О., Рубан В.Б. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи та фотосинтетичні показники посіву при краплинному способі поливу в умовах Півдня України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2014. Вип. 4. С. 122–128.

21. Криlach С.І. Ріст та продуктивність кореневої системи сільськогосподарських культур залежно від агрофізичних характеристик ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2019. № 88. С. 68–73.

22. Шустік Л., Нілова Н., Степченко С., Тихоненко О. Ефективність технології strip-till при вирощуванні кукурудзи. Агроном. 2019. № 4. С. 92–97.

23. Артеменко Сергій. Кукурудза і соя в кулісних посівах. Agroexpert. 2020. № 3. С. 30–34.

24. Корнійчук О.В. Повторна сівба кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах. ризики та доцільність. Агроном. 2020. № 1. С. 118–120.

25. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на вміст хлорофілу у гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. Вінниця, 2019. № 14. С. 43–53.

26. Чорнобай Л. ФАО кукурудзи: на що впливає та як обирати. Пропозиція. 2020. № 1. С. 44–46.

27. Красновський С. Вплив весняних холодів і морозів на розвиток та урожайність кукурудзи. Агроном. 2020. № 1. С. 122–124.

29. Вожегова Д. Адаптація рослинництва в часи змін клімату. *Зерно*. 2020. № 6. С. 18–22.
30. Сухина А. Чому не “горить” моя кукурудза?! Пропозиція. 2020. № 9. С. 34–37.
31. Жолобецький Г. Андрій Кедич: “Аграрії мають адаптувати свої технології під зміни клімату”. *Agroexpert*. 2020. № 10. С. 40–42.
32. Лавриненко Ю.О., Іванів М.О. Продуктивність та адаптивна здатність гібридів кукурудзи залежно від способів поливу і вологозабезпеченості у посушливому Степу України. *Зернові культури*. 2019. Т. 3, № 2. С. 207–216.
33. Майер К. (Австрія) Зміни клімату: що робити після кукурудзи? *Agroexpert*. 2020. № 10. С. 22–25.
34. Кирпа М.Я., Ковальов Д.В. Особливості проростання гібридів кукурудзи залежно від його крупності. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 46–52.