

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

05.01.-МР.-494 «С»2023.03.23.028 ПЗ

МАКАРЧУК БОГДАН МИКОЛАЙОВИЧ

2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.559:633.15

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан агробиологічного факультету Завідувач кафедри
рослинництва

О. Л. Тонха

С.М. Каленська

« _____ »

2023 р.

« _____ »

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему : «ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД
УДОСКОНАЛЕННЯ ЗОНАЛЬНОЇ 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., ст. викладач

Пилипенко В.С.

Виконав

Макарчук Б. М.

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с.-г. наук, професор

Каленська С.М.

“ ___ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Макарчуку Богдану Миколайовичу

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

«Агрономія»

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Продуктивність кукурудзи залежно від удосконалення зональної технології вирощування» затверджена наказом ректора НУБіП України від «31» березня 2023 р. № 494 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10.10.2023.

Вихідні дані до виконання магістерської роботи: попередник кукурудзи на зерно – соняшник. Ґрунт – чорнозем типовий. Ґрунти характеризуються середнім забезпеченням елементами мінерального живлення. Бонітет ґрунтів – 74 бали, що свідчить про високу природну родючість.

Середньобогаторічна кількість опадів за вегетацію кукурудзи – 390 мм.

Опади випадають нерівномірно. Ґрунтові води залягають на глибині 1,5-1,8 м.

За вегетацію по каплярах з ґрунтових вод у кореневмісний шар ґрунту надходить 90-110 мм доступної вологи рослинам.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Об'єкт досліджень – процес формування продуктивності кукурудзи.

2. Предмет досліджень – елементи технології вирощування, зокрема нові гібриди та формування оптимальної зональної передзбиральної густоти стояння рослин.

3. Аналіз ґрунтових та погодно-кліматичних умов, відповідність фактичної врожайності зерна кукурудзи кліматично-забезпеченій за ресурсами тепла і вологи, опрацювання методики проведення досліджень та агротехніки в досліді.

4. Спостереження, обліки, аналізи та узагальнення експериментальних результатів польових досліджень.

5. Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.

Дата видачі завдання “_____” _____ 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Пилипенко В. С.
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Макаруч Б.М.
(підпис)

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що для отримання сталих і високих урожаїв кукурудзи, необхідне детальне вивчення агрокліматичних умов її вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з метою їх раціонального використання і найбільш оптимального розміщення посівів. Особливого значення набуває вирішення цього питання у зв'язку зі змінами клімату.

Метою даного дослідження є оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні ресурси стосовно умов формування продуктивності кукурудзи через оптимізацію структури посівів.

Дослідження передбачали проведення польових досліджень з удосконалення елементів зональної технології вирощування, зокрема підбір адаптивних і пластичних гібридів з урахуванням їх інтенсивності (інтенсивні, проміжні, екстенсивні) та оптимізації просторового розміщення рослин через норму висіву насіння. При виконанні польових досліджень та підготовці магістерської роботи використано сучасні методики дослідної справи, що свідчить про високий науково-методичний рівень виконання.

Отримані експериментальні дослідження матимуть подальше, як теоретичне, так і практичне значення з метою подальшої розробки нових та удосконалення існуючих елементів технології вирощування.

НУБІП України

КУКУРУДЗА, ЗЕРНО, РІСТ І РОЗВИТОК, БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ, ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АСПЕКТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	9
1.1. Біологічні особливості кукурудзи	9
1.2. Параметри вибору гібридів	14
1.3. Сучасний стан моделювання продуктивності кукурудзи	18
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА, УМОВИ ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Кліматичний опис та метеорологічні умови під час проведення досліджень	23
2.2. Ґрунтові умови проведення досліджень	23
2.3. Агротехніка та методика проведення досліджень	26
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	29
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	29
3.1. Ріст і розвиток рослин культури	29
3.2. Лінійний ріст рослин залежно від норми висіву насіння	31
3.3. Фотосинтетична діяльність посівів кукурудзи	33
3.4. Елементи структури врожайності кукурудзи залежно від густоти стояння рослин	36
3.5. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи	39
ВИСНОВКИ	41
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	44

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15 - 20 %, на корм худобі 60 - 65% [1-3].

Найбільш цінний корм - зерно кукурудзи, яке містить 9 - 12 % білка, 65 - 70 % вуглеводів, 4 - 8 % олії, 1,5 % мінеральних речовин. У вигляді кормового борошна, висівок воно добре перетравлюється і засвоюється організмом тварин, тому є незамінним компонентом комбікормів. Використовують зерно на корм також сплюснуттям качанів у фазі молочно-воскової стиглості, яке за поживністю мало поступається зерну повної стиглості. Із подрібненого зерна вологістю близько 25 % разом з подрібненими стрижнями качанів виготовляють зерно-стрижневу кормову масу, а тільки з подрібненого зерна з такою самою вологістю - такий новий вид корму, як корнаж.

Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з побічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га понад 6,5 тис. кг корм. од. і до 400 кг перетравного протеїну (що дорівнює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами [4].

Проте кукурудза містить недостатню кількість перетравного протеїну – від 60 - 65 г у силосі до 75 - 78 г у зерні на 1 корм. од. при нормі 110 - 120 г.

Щоб збалансувати раціон за протеїном, тваринам згодують кукурудзу у суміші з бобовими кормовими культурами, в яких на 1 корм. од. припадає 130 - 250 г перетравного протеїну з достатньою кількістю незамінних амінокислот [5].

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що для отримання сталих і високих урожаїв кукурудзи, необхідне детальне вивчення агрокліматичних умов її вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умов з метою їх раціонального використання і найбільш оптимального розміщення посівів.

Особливого значення набуває вирішення цього питання у зв'язку зі змінами клімату.

Метою даного дослідження є оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні ресурси стосовно умов формування продуктивності кукурудзи через оптимізацію структури посівів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- оцінити мінливість урожайності кукурудзи;
- дослідити вплив досліджуваних факторів на лінійні процеси;

- визначити вплив можливих змін клімату та норми висіву насіння на фотосинтетичну продуктивність та урожайність кукурудзи;

- визначити індивідуальну продуктивність рослин кукурудзи в залежності від варіантів досліду;

- провести економічну оцінку ефективності виробництва зерна кукурудзи в залежності від густоти посіву.

Об'єкт дослідження – агрокліматичні умови формування урожайності кукурудзи в умовах зміни клімату.

Предмет дослідження – оцінка впливу норми висіву насіння на продуктивність нових гібридів кукурудзи.

Методи дослідження – методи математичного моделювання, продукційного процесу рослини, статистичні та ймовірнісні методи.

Практичне значення роботи. Отримані результати можуть бути використані при виконанні комплексної оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування кукурудзи та оптимізації структури посіву нових гібридів кукурудзи Р7948, LG 30315 і ДКС 4014.

РОЗДІЛ 1.

АСПЕКТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

1.1. Біологічні особливості кукурудзи

Період, коли кукурудза може активно розвиватися та накопичувати органічну речовину, обмежений датою стійкого переходу середньодобової температури повітря через 10°C . Важливою особливістю теплового режиму кукурудзи є його тривалість у поєднанні із доброю вологозабезпеченістю [6].

Насіння кукурудзи починає проростати при температурі близько 8°C .

Однак при такій температурі проростання йде дуже повільно, проростки загнивають і посіви зріджуються. Дослідженнями встановлено, що при запасах продуктивної вологи більше 15 мм у шарі ґрунту 0 – 10 см і температурі $11 - 12^{\circ}\text{C}$ сходи кукурудзи з'являються через 20 – 25 днів, а при $18 - 22^{\circ}\text{C}$ – через 6 – 8 днів [7].

Високі температури ($+25...+30^{\circ}\text{C}$) кукурудза до цвітіння витримує добре, але, якщо вони в період викидання волотей і появи стовпчиків качанів перевищують $30-35^{\circ}\text{C}$, різко порушується нормальний перебіг цвітіння і запліднення. Оскільки зрілий пилок кукурудзи на протигагу іншим рослинам

не в змозі утворювати протейни, що захищають його від високих температур, висока температура і низька відносна вологість повітря в період цвітіння негативно впливають на запліднення [8].

Негативний вплив високих температур на запліднення спостерігається в період до 24 годин після випускання пилку. Цей вплив тим вищий, чим нижчою є відносна вологість повітря. Температури вище 40°C негативно діють на пилки [7].

Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить $+45-47^{\circ}\text{C}$. Сума біологічно активних температур, необхідних для дозрівання скоростиглих гібридів, становить $1800-2000^{\circ}\text{C}$, середньоранніх і середньостиглих – $2300-2600^{\circ}\text{C}$, пізньостиглих – $3000-3200^{\circ}\text{C}$ [9].

Заморозки навесні не шкодять кукурудзі, якщо не ушкоджується точка росту. Осінні ж заморозки до рівня нижче мінус 4°C спричиняють відмирання рослин і зниження поживності корму. Високу потребу кукурудзи в теплі треба враховувати при визначенні строків сівби й збирання. Коливання врожайності кукурудзи по роках вирощування у північних регіонах більше залежать від суми температур, ніж від вологи [7].

За відношенням до вологи кукурудза порівняно посухостійка культура. На утворення 1 кг сухої речовини, вона витрачає 174-406 кг води. Потреба рослин у воді змінюється протягом вегетаційного періоду. Кукурудза добре переносить посуху до початку появи волотей, але якщо за 10 днів до їх появи і протягом 20 днів після появи спостерігається посуха, то врожайність значно знижується. Вона є досить посухостійкою культурою, за рахунок сильно розвиненої кореневої системи, яка з ґрунту вбирає багато вологи [9].

Важливо й те, що кукурудза в період найбільшої потреби у волозі утворює потужну кореневу систему, що проникає в глибокі шари ґрунту. Ця культура може поглинати вологу й через листки рослин. Незважаючи на великий об'єм борошністої частини зерна (зерно кукурудзи поглинає 32-40% вологи від своєї сухої маси), вологість ґрунту навесні звичайно є достатньою для набрякання й проростання насіння. Якщо ж верхній шар ґрунту сухий, то насіння висівають трохи глибше [7].

Нестача води на будь-якій стадії розвитку рослини кукурудзи може призвести до зменшення врожайності. Після утворення на рослинах 8 - 9 листків і особливо з появою волоті потреби кукурудзи у волозі різко зростають. Найбільша потреба кукурудзи у волозі спостерігається в період інтенсивного росту і накопичення сухої речовини, який триває близько 30 днів, починаючи за 10-14 днів до викидання волоті й до настання молочної стиглості зерна (рис.1.1). Нестача вологи в цей критичний період, що часто супроводжується ще й повітряною посухою, призводить до в'янення рослин, висихання листків, зниження активності фотосинтезу й життєздатності пилку

У результаті знижується запліднення, що, у свою чергу, призводить до череззерниці й зменшення врожайності [6-9].

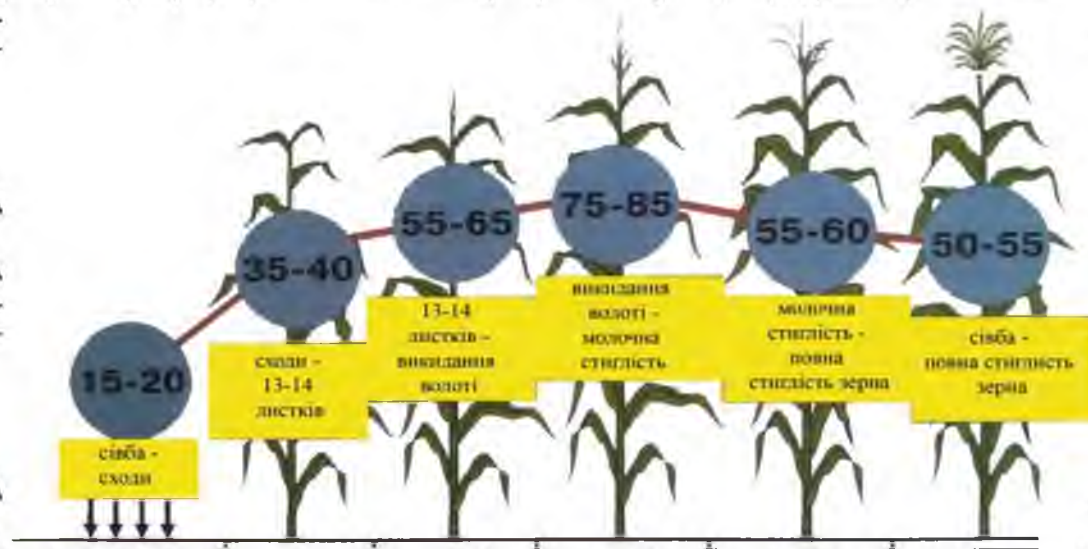


Рис. 1.1 - Сумарне водоспоживання кукурудзи протягом вегетації, м³/га [9]

Нестача у фазі молочної стиглості є причиною передчасного наливу зерна, формування м'якого зерна у верхній частині качана і, як наслідок, до зниження урожаю [10].

У надмірно зволоженому ґрунті через поганий доступ повітря дуже повільно проростає насіння, що призводить до його загнивання; слабо розвивається коренева система; рослини погано засвоюють фосфор і погіршується їх білковий обмін; вони жовкнуть і дають низький урожай. Оптимальна для неї вологість ґрунту становить 70-80%НВ, що забезпечується випаданням улітку до 300 мм опадів [11].

Разом з тим надлишок вологи, зокрема близьке залягання ґрунтових вод, негативно впливає на розвиток кукурудзи. У надмірно зволоженому ґрунті через поганий доступ повітря дуже повільно проростає насіння, що призводить до його загнивання; слабо розвивається коренева система; рослини погано засвоюють фосфор і погіршується їх білковий обмін; вони жовкнуть і дають низький урожай. За надмірних опадів у період достигання та збирання врожаю качани ушкоджуються грибними хворобами, що призводить до зниження врожаю зерна і погіршення його якості [4].

Незважаючи на те, рослини кукурудзи ефективно використовують воду, вважається, що вона більш потерпає від вологого стресу, ніж інші культури. Частково це зумовлено незвичайною структурою квіток, з окремими чоловічими та жіночими статевими органами, а частково тим, що всі суцвіття на одній рослині розвиваються в один і той же час. Якщо вологий стрес відбувається під час їх розвитку, всі наступні фізіологічні процеси будуть порушені [1].

Навіть серед рослин, що засвоюють велику кількість світлової енергії, кукурудзі належить одне з перших місць. Цьому сприяє потужний розвиток асиміляційного листового апарату, що нерідко перевищує площу посіву в 3 – 5 разів, а в умовах поливного землеробства навіть більше [4, 6, 9].

Висока продуктивність кукурудзи обумовлена фізіологією фотосинтезу, великою площею листя, а також високою щільністю провідних пучків в них.

Кукурудза належить до групи культур (в основному тропічного походження), які здійснюють асиміляцію вуглекислоти в процесі фотосинтезу за ефективною з енергетичної точки зору C4 схемою. Це дає їй ряд істотних переваг у формуванні врожаю [11].

За даними дослідників кукурудза має підвищений ККД ФАР (0,4-1,1% в порівнянні з 0,2-0,5% у пшениці). Приріст біомаси у кукурудзі становить 50-54 г/м² на добу, в той час як у рослин групи C3 лише 34-39 г/м². Високий коефіцієнт поглинання енергії сонячної радіації забезпечується ще й тим, що листя рослин кукурудзи містять значно більшу в порівнянні з іншими культурами кількість хлорофілу. Це сприяє створенню за короткі терміни високого врожаю, що обумовлює вимогливість кукурудзи до умов освітленості. Оптимум становить 27-32 люкс при тривалості світлового дня близько 12-14 годин [4, 10].

Кукурудза – рослина короткого дня, найшвидше вона переходить у генеративну фазу розвитку при тривалості світлового дня в 8-9 годин. При тривалості світлового дня понад 12-14 годин вегетативна фаза й весь вегетаційний період подовжуються. Тому гібриди для північних регіонів

вирощування кукурудзи повинні бути генетично пристосованими до умов довгого дня. Один і той же гібрид утворює у північних районах більшу кількість міжвузлів і листків, ніж у південних [7].

Існує оптимальне співвідношення між розвитком листкової поверхні рослин, світловим режимом і продуктивністю рослин у посівах. Численні спостереження за кукурудзою дозволяють зробити висновок про те, що за сприятливих умов водопостачання та ґрунтового живлення оптимальною є площа листа 30-35 тис. м²/га [12].

За умов найбільш сприятливого світлового режиму відмічається й найбільш висока продуктивність рослин. При подальшому збільшенні листкової поверхні або згущенні посівів (а ці показники, як правило, взаємопов'язані) значно погіршується світловий режим, особливо середніх і нижніх листків; це знижує їх продуктивність, а в кінцевому рахунку і врожай.

За даними багаторічних досліджень [13], оптимальна густина стояння рослин для ранньостиглих гібридів зернового напрямку становить у зоні Лісостепу 60-65 тис./га, середньоранніх – 55-60 тис./га, середньостиглих – 45-50 тис./га, середньопізніх – 30-35 тис./га. За даними урожайності зеленої маси, оптимальною для ранньостиглих гібридів є густина стояння рослин 120 тис. шт./га, для середньоранніх – 110-120 тис. шт./га, для середньостиглих – 90-100 тис. шт./га, а для середньопізніх – 90 тис. шт./га [14].

Значення світла, як найважливішого екологічного чинника не обмежується тільки його участю у фотосинтезі і тим самим у створенні врожаю рослин. Від світлового режиму залежить процес розвитку кукурудзи, що має істотне значення для селекційної практики та створення сортів, найбільш адаптованих до конкретних умов середовища.

Вимоги кукурудзи до ґрунтів перебувають у взаємозв'язку із кліматичними умовами. При обмеженій вологості суглинкові ґрунти, як більш вологоємні, краще підходять для кукурудзи, ніж піщані. У північних регіонах за нестачі тепла й за підвищеної вологості для вирощування кукурудзи більш

придатні добре окультурені легкі суглинкові, супіщані й піщані ґрунти, які навесні швидше прогріваються.

Вимоги кукурудзи вищі до рівня культури землеробства, ніж до типу ґрунту. Кукурудза росте на будь-яких ґрунтах при рівні їх рН не нижче 5,6 і не вище 7,2 (слабо кислі, ближчі до нейтральних ґрунти). При високій кислотності ґрунту врожайність зменшується і при рН < 5,0 це зменшення може складати 30% [5, 7].

Важкі за гранулометричним складом ґрунти, та ті, що легко ущільнюються ґрунти, так само, як засолені і перезволожені у зв'язку з близьким заляганням ґрунтових вод, і ґрунти з підвищеною кислотністю менш придатні для обробітку кукурудзи. Щоб отримувати на таких ґрунтах високі стійкі врожаї зерна і зеленої маси, необхідна систематична робота з покращення цих ґрунтів [7].

Кукурудза досить вимоглива до підвищеного мінерального живлення і, як культура тривалого вегетаційного періоду, здатна засвоювати поживні речовини впродовж всього життєвого циклу. На створення 1 т зерна з відповідною кількістю листостеблової маси кукурудза споживає із ґрунту та, добрив, в середньому, 24-30 кг азоту, 10-12 кг фосфору та 25-30 кг калію. Для формування урожаю зерна на рівні 4,5-5,0 т/га кукурудза виносить з ґрунту, в середньому, 110-150 кг азоту, 45-60 кг фосфору та 115-150 кг калію [4].

1.2. Параметри вибору гібридів

За врожайністю гібридне насіння кукурудзи значно перевищують насіння сортів. Найбільшу прибавку врожаю дає гібридне насіння першого покоління. За способом отримання гібриди можуть бути міжсортіві (від схрещування двох різних сортів), сортолінійні (від схрещування сорту із самозапильною лінією) та міжлінійні (від схрещування самозапильних ліній).

Міжлінійні гібриди бувають прості (від схрещування двох самозапильних ліній), подвійні (від схрещування двох простих міжлінійних гібридів), трилінійні (від схрещування простого міжлінійного гібрида з лінією)

та п'ятилінійні (від схрещування трилінійного та простого міжлінійного гібридів).

При виборі гібриду кукурудзи в першу чергу слід враховувати особливості природно-кліматичної зони, які суттєво різняться між собою.

Навіть в умовах одного господарства поля відрізняються між собою типами та родючістю ґрунтів, попередниками, обробітком ґрунту, вологозабезпеченістю. Тому, правильний підбір гібридів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов та напрямку використання (зерно, силос) –

головна запорука високих врожаїв і, відповідно, доходів. Оцінка кліматичних умов вирощування, в свою чергу, регламентує вибір гібридів за групою стиглості [6].

Відповідно до класифікації ФАО весь світовий асортимент гібридів кукурудзи був поділений на дев'ять основних груп, а за основу систематики були взяті бали від 100 до 900. Одна одиниця в балах ФАО відповідає різниці між гібридами в 0,1% сухої речовини в качанах. Різниця в 10 балів по ФАО відповідає приблизно 1-2 дням різниці по дозріванню або 1-2% по вмісту сухої речовини в качанах при однакових строках збирання [9,13].

За тривалістю вегетаційного періоду гібриди і сорти кукурудзи поділяють на ранньостиглі (період вегетації – 90-100 днів), середньоранні (105-115), середньостиглі (115-120), середньопізні (120-130) та пізньостиглі (135-140 днів) [4,7,13].

Для досягнення стійкого виробництва і надійного визрівання зерна, а також для скорочення витрат енергії та палива на збирання врожаю необхідно дотримуватись орієнтованого співвідношення різних біотипів кукурудзи в агрокліматичних зонах:

- у лісостеповій: ранньостиглих – 25-35 %; середньоранніх – 55-65 %;

середньостиглих – 5-15 %;

- у степовій південній: ранньостиглих – 5-10 %; середньоранніх – 25-35 %; середньостиглих – 55-65 %;

- у степовій східній: ранньостиглих – 10-20 %; середньоранніх – 30-40%; середньостиглих – 45-55 % [6].



Рис.1.2 Підбір гібридів за FAO до ґрунтово-кліматичних умов [9]

Правильно підбравши відповідні та придатні для конкретної місцевості гібриди, створивши сприятливі умови для їх вирощування, можна забезпечити повний прояв їх економічно цінних властивостей (закріплених генетично). Гібриди кукурудзи за генетичним потенціалом та вимогами до умов вирощування розподіляють на гібриди [4,8]:

- інтенсивного типу (для одержання максимальних врожаїв на високих агрофонах);
- помірно-інтенсивного типу (для отримання стабільних врожаїв на полях з нестабільним агрофоном);
- адаптивні (для одержання гарантованого врожаю в умовах нестабільних погодних умов на бідних за поживним складом ґрунтах).

Потенціал урожайності гібриду – головний параметр, за яким обирають кукурудзу. Якщо потенціал урожайності гібрида дуже високий, але низька вологовіддача, то необхідно розраховувати на значні витрати на

підлязбиральну доробку зерна. Тому швидка вологовіддача є однією з тих ознак, на які слід звертати увагу. Адже швидка вологовіддача дає змогу зібрати урожай у заздалегідь сплановані терміни, а також суттєво заощадити на досушуванні зерна [7].



Рис. 1.3 – Районування кукурудзяного поясу за ризиками [7]

В умовах коли зона достатнього зволоження поступово перетворюється на зону зволоження недостатнього, посухостійкість стає важливою ознакою. У регіонах, де річна кількість опадів вже зараз становить 330-360 мм, слід підбирати посухостійкі гібриди кукурудзи. В останні роки основний лімітуючий фактор під час вирощування кукурудзи це волога і майже завжди він залежить від рівня вологозабезпеченості. Тому слід обирати гібриди, які будуть забезпечувати стабільну урожайність навіть за недостатнього зволоження [2,4,11].

Холодостійкість важлива ознака. Адже саме холодостійкість дасть змогу: проводити сівбу з оціш ранні строки (за температури ґрунту на глибині загортання насіння $+7-8^{\circ}\text{C}$); змістити термін збирання кукурудзу на більш

ранні; зменшити вплив страхових гербіцидів, під час застосування їх після похолодання [9].

Впродовж періоду вегетації, навіть і при зберіганні, кукурудзу уражують понад 100 видів грибів та бактерій, деякі вірусні й мікоплазмові хвороби. Багато захворювань кукурудзи присутні у прихованому вигляді в ґрунті. Їх складно виявити, а як наслідок цього, в подальшому і уникнути зараження, навіть при дотриманні сівозміни та всіх агротехнічних заходів.

Стійкість до вилягання – важливий показник при збиранні врожаю кукурудзи. Збирання стійких до вилягання гібридів проходить набагато легше, швидше і без особливих втрат, а також дозволяє розтягнути період збирання в часі при виникненні несприятливих умов [11-13].

1.3. Сучасний стан моделювання продуктивності кукурудзи

Ріст, розвиток рослин та формування врожаю - це складна сукупність цілого ряду фізіологічних процесів, інтенсивність та спрямованість яких визначається генотипом та факторами зовнішнього середовища, з яких вирішальний вплив має клімат. Саме від особливостей клімату району вирощування залежить кількість та якість урожаїв.

На даному етапі розвитку наукових знань особливо важливим є застосування методів математичного моделювання для оцінки впливу кліматичних змін на продукційний процес сільськогосподарських культур.

Математичні моделі дають змогу найбільш повно врахувати причинно-наслідковий зв'язок між погодними умовами (кліматичними змінами) та продуктивністю сільськогосподарських культур [12-15].

Слід відзначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності кукурудзи розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур в припущенні, що вони суттєво не зміняться.

Агрокліматичні показники температурного режиму вегетаційного періоду кукурудзи представлені наступними даними. дати сівби та основних

фаз розвитку кукурудзи; середні за міжфазні періоди температури повітря; суми активних температур повітря за період вегетації.

Для характеристики умов зволоження вегетаційного періоду кукурудзи розглядались такі показники: суми опадів за міжфазні періоди; сума опадів за вегетаційний період в мм та у відсотках від кліматичної норми; сумарне випаровування та випаровуваність за вегетаційний період; вологозабезпеченість за період вегетації.

Згідно теорії фотосинтетичної продуктивності показниками фотосинтетичної продуктивності посівів є розміри фотосинтезуючої площі та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси, а також суха біомаса як цілик рослин, так і їх окремих частин. Кількісні значення цих показників для території Вінницької області за базових та за сценарних умов представлені на рис. 1.4.

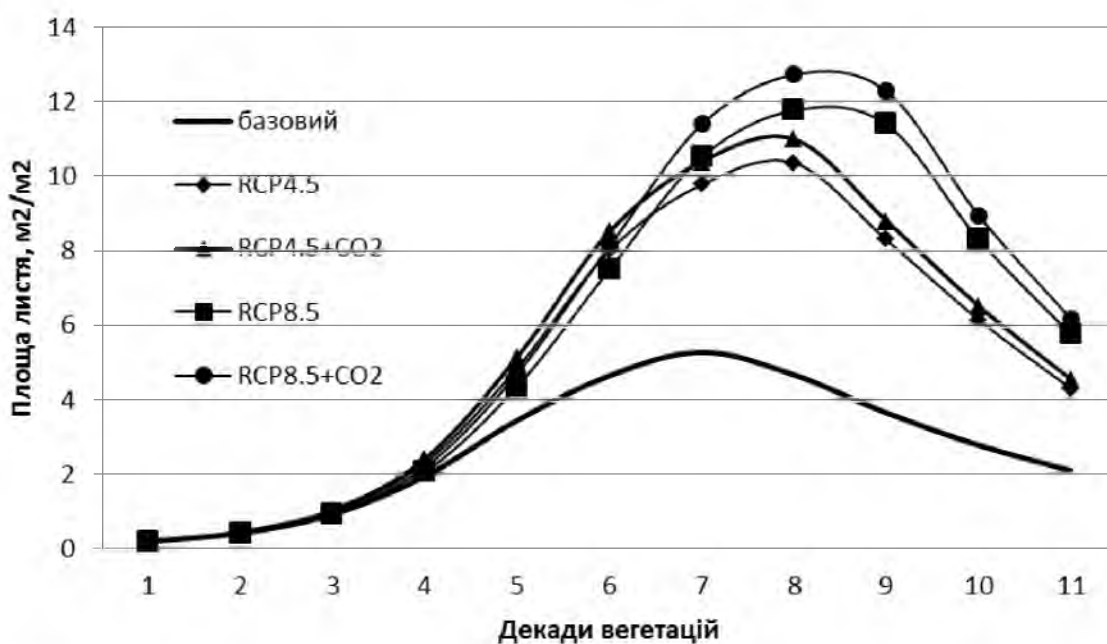


Рисунок 1.4 - Динаміка накопичення відносної площі листя посіву кукурудзи за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5

На рисунку 1.4 представлена динаміка накопичення відносної площі листя кукурудзи в умовах зміни клімату за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 для

умов Вінницької області. Можна бачити, що ріст відносної площі листя посіву кукурудзи найбільш інтенсивно проходить у шосту – сьому декади вегетації, а у 8 декаду вегетації відносна площа листя досягає свого максимуму, після чого відбувається поступове її зменшення.

Основні показники фотосинтетичної продуктивності посівів за базовими та сценарними умовами суттєво відрізняються (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Показники фотосинтетичної продуктивності посівів кукурудзи та сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5

Варіант	Період максимального росту		Фотосинтетичний потенціал посівів. м ² /м ² за вегетаційний період	Загальна суха біомаса, г/м ²	Урожай зерна, ц/га
	площа листкової поверхні, м ² /м ²	приріст загальної сухої біомаси, г/м ² за день			
1986–2005 рр,	5,3	31,1	300	1435	71
<i>RCP4,5</i>	10,4	48,1	557	2153	84
<i>RCP4,5 + CO₂</i>	11,0	51,1	588	2283	89
Різниця*	5.1-5.7	17-20	257-288	718-848	13-18
Різниця у %*	96-108	55-64	86-96	50-59	18-25
<i>RCP8,5</i>	11,8	52,5	632	2347	97
<i>RCP8,5 + CO₂</i>	12,7	56,3	682	2528	105
Різниця*	6.5-7.4	21.4-25.2	332-382	912-1093	26-34
Різниця у %*	123-140	69-81	111-127	64-76	37-48

За рахунок зміни кліматичних умов за сценарієм RCP4.5 періоду у Вінницькій області відбудеться підвищення максимальної відносної площі листя до 10,4 м²/м² (проти 5,3 м²/м² у базовий період). За умов збільшення CO₂ максимальна відносна площа листя збільшиться до 11,0 м²/м².

Як видно з даних таблиці 1.3, зміна кліматичних умов та збільшення вмісту CO_2 в умовах реалізації цього сценарію призведе до підвищення відносної площі листа в декаду з її максимальними значеннями на 5.1 та 5.7 m^2/m^2 , що становить 96-108 % відповідно.

За рахунок зміни кліматичних умов за сценарієм RCP8.5 періоду у Вінницькій області відбудеться підвищення максимальної відносної площі листа до 11,8 m^2/m^2 (проги 5,3 m^2/m^2 у базовий період). За умов збільшення CO_2 максимальна відносна площа листа збільшиться до 12,7 m^2/m^2 .

Як видно з даних таблиці 1.3, зміна кліматичних умов та збільшення вмісту CO_2 в умовах реалізації цього сценарію також призведе до підвищення відносної площі листа в декаду з її максимальними значеннями на 6,5 та 7,4 m^2/m^2 , що становить 123-140 % відповідно.

Зростання рівня показників фотосинтетичної продуктивності посівів кукурудзи в умовах зміни клімату за рахунок підвищення рівня інтенсивності фотосинтезу та більшої величини фотосинтетичного потенціалу посівів обумовить і збільшення сухої маси зерна, а також кінцевого урожаю зерна при стандартній вологості (рис. 1.5).

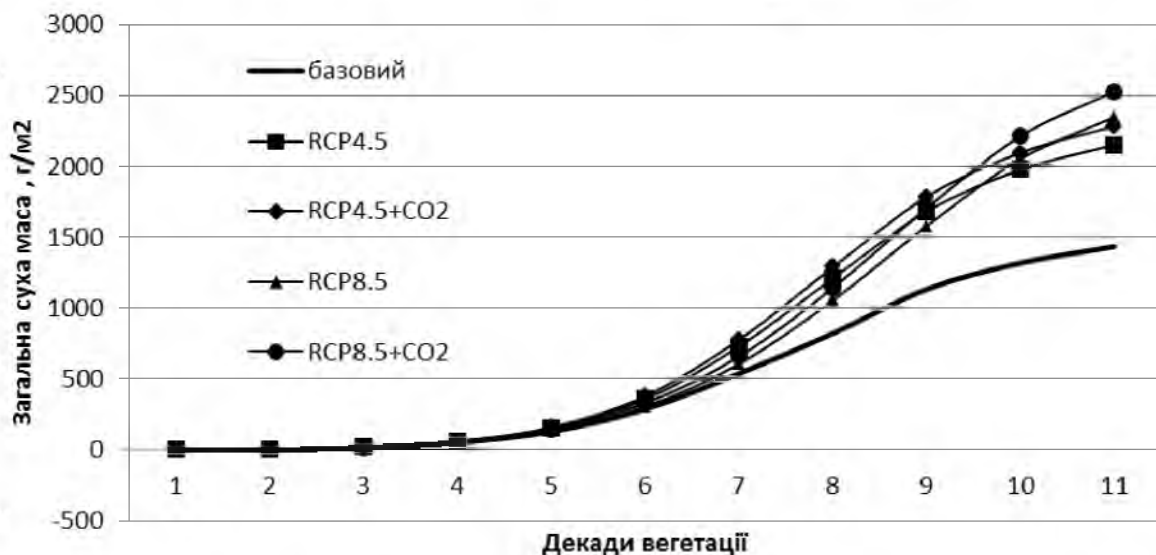


Рисунок 1.5 - Динаміка накопичення сухої загальної маси посіву кукурудзи за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5

Накопичення загальної сухої біомаси до дев'ятої декади вегетації проходить досить швидкими темпами. Найбільш високі прирости загальної біомаси спостерігаються в 10 та 11 декадах вегетації. За рахунок змін кліматичних умов сценарію RCP4.5 приріст сухої загальної біомаси у період максимального росту у Вінницькій області збільшиться з 31.1 до 48.1 г/м² за день. З врахуванням зміни вмісту CO₂ в атмосфері це значення буде ще більшим - до 51,1 г/м² за день. Тобто зростання становить відповідно 17 та 20 г/м², або 55-64%.

За рахунок змін кліматичних умов сценарію RCP8.5 приріст сухої загальної біомаси у період максимального росту збільшиться з 31,1 до 52,5 г/м² за день. З врахуванням зміни вмісту CO₂ в атмосфері це значення буде ще більшим - до 56,3 г/м² за день. Тобто у цьому випадку збільшення становить відповідно 21,4 та 25,2 г/м², або 69-81%.

За базових умов загальна суха біомаса посіву кукурудзи на кінець вегетаційного періоду становить 1435 г/м². За рахунок змін кліматичних умов сценарію RCP4.5 суха загальна біомаса на кінець вегетації збільшиться до 2153 г/м². З врахуванням зміни вмісту CO₂ в атмосфері це збільшення буде ще суттєвішим - до 2283 г/м². Тобто збільшення становить відповідно 718 та 848 г/м², або 50-59%.

За рахунок змін кліматичних умов сценарію RCP8.5 суха загальна біомаса посіву на кінець вегетації збільшиться до 2347 г/м². З врахуванням зміни вмісту CO₂ в атмосфері це збільшення також буде ще суттєвішим - до 2528 г/м². Тобто збільшення становить відповідно 912 та 1093 г/м², або 64-76%.

За умов зміни клімату за сценарієм RCP8.5 у 2021-2050 рр. урожай зерна кукурудзи зросте з 71 до 97 ц/га (на 26 ц/га або 37%). Підвищення концентрації CO₂ в атмосфері обумовить відповідне зростання рівня урожаю зерна кукурудзи до 105 ц/га (на 37 ц/га або 48%).

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА, УМОВИ ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Кліматичний опис та метеорологічні умови під час проведення

досліджень

Клімат у цій місцевості характеризується помірно-континентальним, де літо жарке і сухе, а зима – м'яка, з нестійкими морозами та відлигами.

Континентальність проявляється в різких та частих коливаннях річних і місячних температур повітря, опадів та інших агрометеорологічних показників. Тривалість вегетаційного періоду для сільськогосподарських культур становить в середньому до 230 днів, а безморозний період – до 190 днів.

Зими у цьому регіоні в основному м'які, з рідкими морозами та відлигами, але інколи вони можуть бути суворими. Середня температура найхолоднішого місяця, січня, становить близько мінус 6-8°C. Сніговий покрив зазвичай невеликий – 10-20 см, і середня глибина промерзання ґрунту становить близько 35 см. Сильні зимові вітри здувають сніг з відкритого степу, що призводить до подальшого зменшення поверхневого вологозабезпечення ґрунту.

Весна, зазвичай, починається рано зі швидким підвищенням температури повітря, зниженням відносної вологості та більшою кількістю сонячних днів.

Літо в цьому регіоні вважається жарким і сухим. Середня температура найтеплішого місяця, липня, коливається від +23 до +25°C. Проте іноді високі температури можуть починатися вже в червні та тривати до серпня. Волога швидко випаровується, і вона недостатньо забезпечує глибоке вологозабезпечення ґрунтів. Резерви вологи в ґрунті формуються переважно завдяки осіннім опадам та воді від сніготанення весною. Однак навіть у цей період ґрунти отримують недостатньо вологи.

Осінь настає при переході середньодобових температур повітря через 10°C . Особливістю осіннього періоду є сталий теплий період з сонячною погодою.

Вегетаційний період 2023 року був відмічений швидким розвитком весняних процесів. Температура повітря вночі переважно була в межах $2-8^{\circ}\text{C}$ тепла, іноді на початку квітня місяця були навіть приморозки місцями $1-6^{\circ}\text{C}$. Вдень температура коливалася від 12 до 23°C . За квітень випало $190,8$ мм опадів (86% від норми), і середня температура повітря виявилася вищою за норму на $1,5^{\circ}\text{C}$, становлячи $11,5^{\circ}\text{C}$.

Весняний період відзначився достатньою кількістю опадів. Це мало позитивний вплив на рослини кукурудзи, оскільки вологою було достатньо. Тривалість сонячного сяйва за весняний період була вища за норму і склала $694,4$ години, порівняно з нормою в $589,9$ годин. Середня відносна вологість повітря також була трохи нижчою за норму, становлячи $69,3\%$, при нормі 71% .

Перехід середньодобової температури повітря через 10°C відбувся 25 квітня. Сума ефективних температур повітря, які перевищують 10°C , до кінця травня склала $443,9^{\circ}\text{C}$. Сівбу кукурудзи вдалося провести 05 травня, з відставанням від норми на десять днів. 20 травня вже було відзначено початок фази сходів рослин.

Аналіз метеорологічних даних та порівняння їх із середньобогаторічними даними показав, що кліматичні умови в регіоні сприяють формуванню високих і сталих урожаїв кукурудзи. Проте, через недостатню кількість опадів та велике надходження тепла, потенційні можливості не завжди можуть бути реалізовані повністю.

2.2. Ґрунтові умови проведення досліджень

Чорноземи мають два основних горизонти – верхній (горизонт А) та підзолистий (горизонт В). Верхній горизонт має темний колір і високий вміст гумусу. Вміст гумусу в чорноземах може досягати $5-6\%$ або більше, що робить їх дуже родючими. Показники родючості вимірюються в одиницях відсотка.

Вміст основних елементів живлення:

– азот (N): вміст азоту в чорноземах зазвичай коливається від 0,112% до 0,164%;

– фосфор (P): вміст фосфору зазвичай становить від 0,068% до 0,090%;

– калій (K): вміст калію зазвичай коливається від 2,10% до 2,33%.

Чорноземи мають добре розвинену гранульовану структуру, що сприяє проникненню води та повітря в ґрунт, а також росту коренів рослин.

Рівень вологозабезпеченості може варіюватися в залежності від погодних умов та конкретної локації. Однак чорноземи зазвичай мають гарний резерв вологи завдяки своїй структурі.

Фізичні властивості чорнозему типового середньосуглинкового ґрунту на лесі є прийнятними для вирощування сільськогосподарських рослин (табл.

2.1).

Таблиця 2.1
Водно-фізичні властивості ґрунту

Шар ґрунту, см	Показники		
	щільність складення, г/см ³	польова вологоємність, %	вологість стійкого в'янення, % сухого ґрунту
0-30	1,24	42,1	9,1
0-50	1,3	40,4	10
0-100	1,37	40,1	9,4

Отже, аналіз ґрунтових умов засвідчив, що достатній вміст органіки (вміст гумусу 3,5%) та вище середнього рівня забезпеченість елементами живлення здатні забезпечувати формування високої врожайності кукурудзи.

Погодно-кліматичні умови свідчать про можливий лімітований вплив, зокрема нерівномірний розподіл опадів та дефіцит ґрунтової вологи, на рівень

реалізації генетичного потенціалу нових гібридів та ефективність використання природних ресурсів

НУБІП УКРАЇНИ

2.3. Агротехніка та методика проведення досліджень

Для проведення двофакторного дослід з кукурудзою був використаний метод розщеплення ділянок. Дослід проводився в триразовій повторності. Площа для посіву кукурудзи на кожній ділянці становила 70 м², а площа, яка підлягала обліку, складала 50 м². Польові дослідження проводилися відповідно до методик дослідної справи [21-25].

НУБІП УКРАЇНИ

Схема досліду:

Фактор А – гібриди кукурудзи.

1. Р7948 (ФАО 210),
2. ЛГ30315 (ФАО 280)
3. ДКС4014 (ФАО 320).

Фактор В – норма висіву насіння, тис. шт./га:

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

НУБІП УКРАЇНИ

Польові дослідження супроводжувалися такими спостереженнями, обліками та аналізами:

- густоту стояння рослин визначали на фіксованих ділянках за отримання повних сходів та у фазу повної стиглості зерна кукурудзи [21-25].

Для забезпечення відповідної схеми експерименту щільність посіву рослин кукурудзи проводили за різними стандартами, розрахованими за формулою:

НУБІП УКРАЇНИ

$$N = 0,1 \times K \times A \times L \times P \times H \times P \pm 10\%$$

де N – норма висіву, кг/га;

K – необхідна кількість рослин на 1 га, тис. шт;

A – маса 1000 насінин, г;

L – лабораторна схожість насіння, %;

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

P – польова схожість насіння, %;
 H – чистота насіння, %;
 P – схожість насіння (коефіцієнт).

– фенологічні спостереження кукурудзи проводили за фенологічними

фазами росту і розвитку рослин відповідно до методики дослідної справи в

НУБІП УКРАЇНИ

агрономії [21-25]. Початком фази вважалось настання її у 10% рослин, а повної фази – у 75%. Під час фенологічних спостережень було визначення наступних фаз росту та розвитку культури: сходи, 3-5 листків, 9-10 листків, викидання

волоті, початок молочно-воскової та повна стиглість зерна;

НУБІП УКРАЇНИ

– висоту рослин вимірювали за настання кожної фази росту та розвитку [21-25];

– визначення площі листкової поверхні за фенологічними фазами обліковували методом біометричних показників [21-25]. Площу листкової

поверхні визначали лінійним методом. Розрахунок проводився за формулою:

НУБІП УКРАЇНИ

$$S = 0,67 \times L \times b,$$

де S – площа поверхні листа, $см^2$;

L – довжина листа, $см$;

b – найбільша ширина листка, $см$;

НУБІП УКРАЇНИ

0,67 – коефіцієнт для перерахунку міжфазний фотосинтетичний потенціал кукурудзи (ФП) розраховували за формулою [23]:

$$\Phi П = L1 + L2 \cdot 2 \times 1000 \times T,$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал, $м^2/га$ на добу;

НУБІП УКРАЇНИ

$L1, L2$ – площа асиміляційної поверхні в певні фази розвитку, $тис. м^2/га$,

T – тривалість міжфазного періоду, днів.

НУБІП УКРАЇНИ

– відбір рослин для аналізу структури урожаю проводили за Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [23];

– економічну оцінку визначали розрахунковим методом за технологічною картою вирощування кукурудзи, враховуючи ефективність досліджуваних елементів технології вирощування.

– математичну обробку результатів проводили з використанням методів дисперсійного і статистичної оцінки середніх показників, у відповідності до методики [24].

Попередником у досліді була пшениця озима. Основний обробіток ґрунту передбачав – дискування на глибину 10-12 см, по мірі проростання бур'янів виконували оранку на глибину 25-27 см. Мінеральні добрива вносили

із урахуванням розрахункової норми балансовим методом – N90P60K60.

Ранньовеснянє закриття вологи проводили за фізичної стійкості ґрунту під кутом до основного обробітку ґрунту. У міру відростання бур'янів проводили

культивуацію на глибину 4-6 см. Передпосівну культивуацію проводили на

глибину заробки насіння. Сівбу проводили при температурі ґрунту 8-10⁰С

широкорядним способом з шириною міжрядь 70 см. Норма висіву встановлювалася відповідно до варіантів досліду.

Під передпосівну культивуацію вносити ґрунтовий гербіцид примекстра, у фазу 5-7 листків – елюміс. Збирання проводили при вологості зерна 22-25%.

НУБІП України

3.1. Ріст і розвиток рослин культури

Вивчення та аналіз впливу елементів технології вирощування на перебіг ростових процесів сільськогосподарських рослин дає змогу встановити оптимальні параметри агротехніки для забезпечення раціонального використання та перерозподілу факторів виробництва (елементів живлення, вологи, світла та тепла) в агрофітоценозі з метою отримання бажаної продуктивності. З метою вивчення особливостей динаміки росту та розвитку рослин кукурудзи в досліді проводили фенологічні спостереження та вимірювання висоти рослин.

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи є ознакою, яка визначається в основному генетичними особливостями гібрида [13]. Крім того, швидкість розвитку рослин суттєво залежить від температурних умов, зокрема, для настання кожної фенофази кукурудзі необхідна певна кількість ефективних температур, наприклад, для досягнення повної стиглості – від 700 до 1100°C [6, 15, 18]. Проте технологія вирощування може певною мірою впливати на швидкість онтогенезу рослинного організму.

Густота стояння рослин має певний вплив на строки настання фаз росту і розвитку гібридів різних груп стиглості, тривалість міжфазного гібридів.

Деякі вчені [7, 15] відзначають, що загушення кукурудзи призводить до подовження вегетаційного періоду на 3-5 днів. Разом із цим дослідники відзначають [6, 26] стверджують, що площа живлення не впливає на строки фенологічних фаз.

У міру загушення посівів період від сходів до цвітіння волоті у середньостиглих гібридів збільшується, а від цвітіння до повної стиглості зерна, навпаки, скорочується. У скоростиглих гібридів ці терміни не залежали від густоти рослин кукурудзи [16].

НУБІП України

Таблиця 3.1

Тривалість міжфазних періодів гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, днів, 2023

Гібриди	Густота стояння рослин, тис/га	Тривалість періодів, днів				
		сівба – сходи	сходи – цвітіння волоті	цвітіння волоті – молочна стиглість	молочна – повна стиглість	сходи – повна стиглість
Р7948 (ФАО 210)	60	9	65	16	25	106
	70	9	65	16	25	106
	80	9	65	16	25	106
ЛГ 30315 (ФАО 280)	60	9	67	17	26	110
	70	9	67	17	27	111
	80	9	67	17	27	111
ДКС4014 (ФАО 320)	60	9	70	19	27	116
	70	9	70	19	28	117
	80	9	72	21	28	121

Нашими дослідженнями встановлено, що починаючи з утворення 11-15 листка (вихід у трубку) відмічено подовження тривалості міжфазних періодів, що обумовлено посиленням конкуренції між рослинами в посіві за світловий режим, який взаємопов'язаний з температурним, що і обумовило подовження.

Так, у гібриду Р7948 тривалість міжфазного періоду сходи-цвітіння волотей складало 65 днів, ЛГ 30315 – 67 днів і ДКС 4014 – 70-72 днів. Різна тривалість даного періоду обумовлена генетичними особливостями і лише у гібриду ДКС4014 збільшення норми висіву з 60 до 80 тис/на обумовило подовження на 2 дні. Аналогічна закономірність тривалості міжфазних періодів відмічена і генеративний період розвитку кукурудзи.

Дослідженнями встановлено, що збільшення густоти стояння рослин з 60 до 80 тис/га у середньоранніх гібридів Р7948 і ЛГ 30315 не впливало на

тривалість вегетативного періоду. Гібриду ДКС4014 тривалість вегетації збільшилася з 116 до 121 днів, що на нашу думку пов'язано з різною архітектонікою досліджуваних гібридів. Так, у Р7948 і ЛП 30315 рослини мали еректофільне розташування листкового апарату, а у ДКС 4014 – напіверектоїдного типу.

3.2. Лінійний ріст рослин залежно від норми висіву насіння

Одним із основних агротехнічних заходів, що створюють передумови для отримання високих урожаїв кукурудзи, є чітко визначена густина рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Цей фактор суттєво впливає на строки проходження основних фенологічних фаз, темпи росту і розвитку, формування продуктивності кукурудзи [27].

Однією з ознак, яка певною мірою визначається рівнем зволоження, мінерального живлення та густиною стояння, є висота рослин. Значний вплив на ростові процеси гібридів має освітленість різних ярусів посіву, яка визначається густиною рослин. Так, в районах недостатнього зволоження, а також в посушливі роки і в більш зволжених районах збільшення густоти стояння рослин призводило до зменшення висоти. За достатнього зволоження ґрунту збільшення норми висіву ранньостиглих гібридів не впливало на лінійний ріст кукурудзи [28].

У період досягнення рослинами максимальної висоти у вологий рік вона зростала від зріджених до загущених посівів, а в посушливий – знижувалася, що пояснюється посиленням конкуренції між рослинами за основні фактори життєдіяльності і особливо за вологу. За біологічними властивостями середньопізні гібриди формували більшу висоту, ніж ранні [29].

Серед факторів, які суттєво впливають на врожайність і якість збирання кукурудзи, важливе місце належить висоті прикріплення качанів. По-різному трактується вплив густоти рослин і біотипу гібрида на висоту прикріплення качанів. У досліджах деяких вчених, проведених з різними гібридами,

загущення посівів сприяло збільшенню відстані між поверхнею ґрунту та розміщенням качана на рослині [30].

Нашими дослідженнями встановлено, що при встановленні особливостей лінійного росту виявлено морфологічні особливості гібридів та вплив кількісного розміщення рослин (табл. 3.2).

Таблиця 3.2
Біометричні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Висота стебла, см		Висота прикріплення качанів, см	Діаметр стебла, мм
		в фазу 9-10 листків	в фазу цвітіння волотей		
Р7948 (ФАО 210)	60	89,9	188,8	84,2	28,7
	70	89,0	195,0	83,5	28,4
	80	88,3	212,1	82,2	28,2
ЛГ30315 (ФАО 280)	60	88,5	217,9	97,5	30,1
	70	87,7	223,5	97,2	29,8
	80	85,3	231,2	96,8	27,9
ДКС4014 (ФАО 320)	60	87,2	212,0	92,1	31,6
	70	87,2	217,6	93,1	30,8
	80	86,0	225,3	92,1	29,7

Дослідженнями встановлено, що до початку утворення 9-10 кукурудза відзначалася повільним ростом, після чого добовий приріст складав залежно від гібридів від 8 до 12 см щодоби. До фази 9-10 листків вплив норми висіву насіння на біометричні показники не відмічено.

Найвищими рослини були у фазу цвітіння волотей – 188,8-231,2 см після чого спостерігається зменшення висоти рослини, що пов'язано з відтоком поживних речовин до зерна. Збільшення норми висіву з 60 до 80 тис/га призвело до збільшення архітекtonіки гібридів кукурудзи, що обумовлено погіршенням світлового режиму і проявом так званого явища «загального витягування рослин» у загущених посівах. Найвищими у досліді були рослини гібриду ЛГ 30315 – 231,2 см на варіанті з нормою висіву 80 тис/га.

Нашими дослідженнями встановлено, що висота кріплення качанів знаходиться в прямій залежності від висоти рослини. У гібридів Р7948 і ДКС4014 початок формувався на висоті – відповідно 84 і 93 см, у ЛГ30315 –

97 см. Різна реакція на закладку початку пов'язана також з генетичними та морфологічними особливостями, особливо розвитком вторинної ярусної кореневої системи. Так, дослідженнями встановлено, що гібриди кукурудзи, які утворюють 6-8 ярусів вторинної кореневої системи формують початок на одну пару листків вище.

Збільшення густоти рослин понад оптимальну може призвести до слового вилягання, а тому площу живлення слід встановлювати з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та особливостей гібридів.

3.3. Фотосинтетична діяльність посівів кукурудзи

Сортова технологія вирощування інтенсивних гібридів кукурудзи є джерелом мобілізації відповідних біологічних особливостей шляхом створення оптимальної структури врожаю, оптимальних умов для росту та розвитку рослин, формування врожаю.

На думку вчених у період активної вегетації рослини використовують 1-2% поглиненої або 0,5-1% активної фотосинтетичної радіації, що потрапляє на посіви. При сучасному розвитку науки завдяки впровадженню нових гібридів, внесенню мінеральних добрив для запрограмованих урожаїв, ефективних засобів захисту рослин в промислових умовах, реальний рівень використання фотосинтезуючої активної радіації може бути 3,5-4%. Ефективність ФАР при посіві визначається розміром асиміляційної поверхні, яка залежить від густоти рослин та їх розвитку, рівня забезпеченості поживними речовинами та водою [5,14,18, 26].

Розміри асиміляційного апарату рослин, тривалість його функціонування та продуктивність фотосинтезу є визначальними у формуванні врожаю кукурудзи. Існує пряма залежність між площею листків і накопиченням сухої речовини на одиниці посівної площі.

Важливою морфобіологічною ознакою гібридів є загальна кількість листків на рослині, яка практично не змінюється. Проте кількість життєздатних листків зазнає значних змін під впливом факторів середовища, які визначаються агротехнічними заходами і насамперед густотою рослин. За даними вчених [4,12. 27], протягом вегетаційного періоду ріст і всихання листків у гібридів кукурудзи відбувається з різною швидкістю.

У таблиці 3.3 наведено результати фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи.

Таблиця 3.3

Фотосинтетичні показники рослин кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, 2023

Гібриди	Густота стояння рослин, тис/га	Площа листків, тис м ² /га		ЧПФ, г/м ² за добу	ФП, млн. м ² днів/га
		9-10 листків	цвітіння волотей		
Р7948 (ФАО 210)	60	14,3	38,6	5,6	1,12
	70	15,8	43,4	7,8	1,35
	80	16,5	45,9	8,7	1,63
ЛГ30315 (ФАО 280)	60	15,3	40,9	6,5	1,17
	70	17,8	47,2	8,6	1,87
	80	18,7	49,4	8,2	1,58
ЛКС4014 (ФАО 320)	60	14,7	39,1	5,8	1,34
	70	16,7	45,6	9,0	2,01
	80	18,2	47,7	8,2	1,75

Нашими дослідженнями встановлено, що найбільшу площу листків гібриди кукурудзи формували у фазу цвітіння волотей. У молочно-воскову стиглість площа листків зменшилася на 18-22%, що обумовлено підсиханням і частковим відмиранням листків нижнього і середнього ярусів.

У фазу цвітіння найбільшу площу асиміляційного апарату відмічено у гібрида ЛГ30315 – 49,4 тис м²/га при нормі висіву 80 тис/га, а найменшу – у гібрида Р7948 – 45,9 тис м²/га. Нашими дослідженнями встановлено, що площа

листоків однієї рослини при нормі висіву 60 тис/га була вищою, ніж при 80 тис/га, що обумовлено посиленням конкуренції за елементи мінерального живлення, вологу та світловий режим.

Показник, який характеризує ефективність накопичення сухої речовини, є чиста продуктивність фотосинтезу. Дослідженнями встановлено, що найбільш ефективно фотосинтез проходив на посівах гібриду ДКС4014 при нормі висіву 70 тис/га – 9,0 г/м² за добу. Аналогічна закономірність відмічена у ЛГ 30315 – 8,6 г/м² за добу. У середньораннього гібриду Р7948 найбільш інтенсивно поглинання CO₂ відбувалося на варіанті з нормою висіву 80 тис/га, що пов'язано з ефективною розміщенням листкового апарату.

Фотосинтетичний потенціал посівів (ФП) – показник, який вказує на сумарну асиміляційну поверхню, яка бере участь у фотосинтезі у певний період вегетації рослини [14]. Величина фотосинтетичного потенціалу характеризує потужність розвитку асиміляційного апарату та здатність посівів ефективно засвоювати фотосинтетично активну радіацію [19].

Найбільший фотосинтетичний потенціал формувався у гібриду ДКС4014 – 2,01 млн. м² днів/га при нормі висіву 70 тис/га, у гібриду ЛГ 30315 при нормі висіву 70 тис/га – 1,87 млн. м² днів/га. У гібриду Р7948 найвищий показник ФП формувався при нормі висіву 80 тис/га.

Отже, фотосинтетична діяльність гібридів кукурудзи обумовлювалася генетичними особливостями та морфологічними ознаками, а також нормою висіву насіння.

3.4. Елементи структури врожайності кукурудзи залежно від густоти стояння рослин

Важливим етапом наукової роботи є аналіз структури посівів. Його вивчення та аналіз дають змогу встановити взаємозв'язок елементів технології вирощування з особливостями росту і розвитку рослин, специфікою

використання ними природних і антропогенних факторів, перебігом виробничого процесу та формуванням кількісних показників урожайності, ступінь розкриття потенційних можливостей гібриду культури за різних умов вирощування.

Вивчаючи структурні параметри врожайності сільськогосподарських культур, слід мати на увазі, що першочергове значення тут матиме фактор генотипу рослини. Технологічні прийоми вирощування не здатні визначально вплинути на показники, що визначаються видовими і сортовими особливостями рослинного організму. В основі зміни структури врожаю під

впливом агротехнології лежить різний рівень розкриття закладеного селекціонерами потенціалу гібрида культури за рахунок реалізації технологічних факторів.

Одним із важливих показників структури врожаю кукурудзи є вихід зерна з качанів. Високий вихід якісного зерна підвищує економічну ефективність виробництва кукурудзи. Крім того, показник є опосередкованим маркером інтенсивності агротехніки, оскільки більша озернистість качана свідчить про те, що технологія вирощування сприяє розкриттю біологічного потенціалу культури та здатна задовольнити її вимоги до умов вирощування.

Крім кількісного виходу зерна, важливо враховувати фізичні розміри товарного качана. Дослідження параметрів розміру товарних качанів виявило їх значну залежність від досліджуваних агротехнологічних факторів.

Важливим показником продуктивності рослин кукурудзи є кількість утворених товарних качанів на одній рослині. Зазвичай у різних гібридів коливається в межах 1-2 початків за умов дотримання раціональної агротехніки.

На основі проведених польових досліджень встановлено, що рівень урожайності гібридів кукурудзи зумовлений площею живлення, погодними умовами та ґрунтою стиглості гібридів. Найвища урожайність формувалася у випадку досягнення компенсаційної межі між урожайністю та їх кількістю на площі для конкретного гібрида (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, 2023

Гібрид	Норма висіву насіння, тис./га	Елементи структури врожаю кукурудзи			
		кількість качанів на 100 рослинах	кількість зерен з качана, шт	маса 1000 зерен, г	маса зерна з рослини, г
Р7948 (ФАО 210)	60	132	540	231	124,7
	70	124	524	219	114,8
	80	110	512	210	107,5
	60	126	544	248	134,9
ЛГ30315 (ФАО 280)	70	112	518	235	121,7
	80	102	496	217	107,6
	60	121	524	261	136,8
ДКС4014 (ФАО 320)	70	108	498	250	124,5
	80	100	432	222	95,9

Дослідженнями встановлено, що із збільшенням норми висіву насіння елементи структури врожаю знижувалися, що пов'язано із зменшенням площі живлення рослин, і як наслідок, посиленням конкуренції за основні фактори життєдіяльності. Найбільшу масу 1000 зерен у дослід досліджувані гібриди формували при нормі висіву 60 тис/га – 231-261 г. Найбільша маса 1000 зерен відмічена у гібриду ДКС 4014 – 261 г, що і вплинуло на масу зерна з рослини – 136,8 г. У гібридів кукурудзи ЛГ30315 і Р7948 цей елемент структури врожаю становив – 134,9 і 124,7 г.

Також слід відмітити морфологічні відмінності гібридів у формуванні кількості початків на рослин. Більш схильним до утворення більшої кількості початків мав середньоранній гібрид Р7948 – від 110 до 132 шт на 100 рослинах.

Таким чином, збільшення густоти стояння з 60 до 80 тис./га зумовило зменшення показників елементів структури врожаю, що пов'язано з посиленням конкуренції між рослинами в посіві за фактори життєдіяльності, зокрема за вологу, світло та елементи мінерального живлення.

Кінцевим показником ефективності агротехнологічних заходів в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є урожайність зерна (табл. 3.5)

Таблиця 3.5
Урожайність гібридів кукурудзи залежно від норми висіву насіння, т/га, 2023

Гібриди	Норма висіву насіння, тис./га	Елементи структури врожаю		Урожайність, т/га
		передзбиральна густина, тис./га	маса зерна з рослини, г	
P7948 (FAO 210)	60	57	124,7	7,1
	70	66	114,8	7,6
	80	73	107,5	7,8
ЛГ30315 (FAO 280)	60	56	134,9	7,6
	70	67	121,7	8,2
	80	74	107,6	8,0
ДКС4014 (FAO 320)	60	58	136,8	7,9
	70	66	124,5	8,2
	80	72	95,9	6,9

Розрахунок півня врожайності засвідчив, що гібрид P7948 найвищу врожайність зерна формував при нормі висіву 80 тис/га, де фактична передзбиральна густина становила 73 тис/га – 7,8 т/га. Гібриди кукурудзи ЛГ30315 і ДКС 4014 найбільш продуктивними виявилися при нормі висіву 70 тис/га – 8,2 т/га при передзбиральній густоті – відповідно 67 і 66 тис/га.

3.5. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва важливим завданням аграрної науки є розробка і впровадження таких технологій вирощування сільськогосподарських культур, які здатні забезпечувати високий вихід якісної рослинницької продукції за мінімальних витрат і максимального рівня рентабельності виробництва. Сучасна інтенсивна агротехнологія обов'язково повинна мати високі показники економічної ефективності для конкурентоспроможності в умовах ринкової економіки, оскільки саме вони визначатимуть її цікавість і цінність для сільськогосподарських виробників.

Економічний ефект – корисний результат економічної діяльності, що вимірюється як різниця між грошовими доходами від неї та грошовими витратами на її здійснення.

Економічна ефективність – досягнення найбільших результатів за найменших витрат живої та уречевленої праці. Широко вживаним її показником є рівень рентабельності.

Економічний ефект залежить від використання сучасних гібридів кукурудзи та формування оптимальної передзбиральної густоти стояння рослин. До того ж питання впливу обмежуючих метеорологічних факторів вегетаційного періоду на реалізацію генетичного потенціалу гібридів кукурудзи вивчено недостатньо. Внаслідок відсутності зонального районування гібридів кукурудзи виробникам складно підібрати гібриди, які б забезпечували максимальну реалізацію генетичного потенціалу в конкретних кліматичних умовах.

Таблиця 3.7
Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно
залежно від густоти стояння рослин, 2023

Густота стояння рослин, тис/га	Урожайність, ц/га	Вартість продукції грн./га	Виробничі затрати, грн./га	Собівартість, 1 ц грн./га	Умовно чистий прибуток на 1га, грн.	Рівень рентабельності, %
--------------------------------	-------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------------	--------------------------

P7948						
60	7,1	24850	24000	3380,3	850	3,5
70	7,6	26600	24500	3223,7	2100	8,6
80	7,8	27300	25000	3205,1	2300	9,2
ЛГ30315						
60	7,6	26600	24000	3157,9	2600	10,8
70	8,2	28700	24500	2987,8	4200	17,1
80	8,0	28000	25000	3125,0	3000	12,0
ДКС 4014						
60	7,9	27650	24000	3038,0	3650	15,2
70	8,2	28700	24500	2987,8	4200	17,1
80	6,9	24150	25000	3623,2	-850	-3,4

Дослідженнями встановлено, що найвищий рівень рентабельності при вирощуванні кукурудзи зафіксовано при вирощуванні середньоранніх гібридів ЛГ 30315 і ДКС4014 при нормі висіву 70 тис/га – 17,1%. У гібриду Р7948 вищі економічні показники отримано при формуванні норми висіву 80 тис/га. Слід відмітити, що збільшення норми висіву насіння гібриду ДКС4014 до 80 тис/га обумовлює отримання збитків.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Нашими дослідженнями встановлено, що починаючи з утворення 11-13 листка (вихід у трубку) відмічено подовження тривалості міжфазних періодів, що обумовлено посиленням конкуренції між рослинами в посіві за світловий режим, який взаємопов'язаний з температурним, що і обумовило подовження.

2. Збільшення густоти стояння рослин з 60 до 80 тис/га у середньоранніх гібридів Р7948 і ЛГ 30315 не впливало на тривалість вегетаційного періоду. Гібриду ДКС4014 тривалість вегетації збільшилася з 116 до 121 днів, що на нашу думку пов'язано з різною архітектонікою досліджуваних гібридів. Так, у Р7948 і ЛГ 30315 рослини мали еректофільне розташування листкового апарату, а у ДКС 4014 – найверектоїдного типу.

3. До початку утворення 9-10 кукурудза відзначалася повільним ростом, після чого добовий приріст складав залежно від гібридів від 8 до 12 см щодоби. До фази 9-10 листків вплив норми висіву насіння на біометричні показники не відмічено.

4. Збільшення норми висіву з 60 до 80 тис/га призвело до збільшення архітектоніки гібридів кукурудзи, що обумовлено погіршенням світлового режиму і проявом так званого явища «загального витягування рослин» у загущених посівах. Найвищими у досліді були рослини гібриду ЛГ30315 – 231,2 см на варіанті з нормою висіву 80 тис/га.

5. Найбільшу площу листків гібриди кукурудзи формували у фазу цвітіння волотей. У молочно-воскову стиглість площа листків зменшилася на 18-22%, що обумовлено підсиханням і частковим відмиранням листків нижнього і середнього ярусів.

6. У фазу цвітіння найбільшу площу асиміляційного апарату відмічено у гібрида ЛГ30315 – 49,4 тис м²/га при нормі висіву 80 тис/га, а найменшу – у гібрида Р7948 – 45,9 тис м²/га. Нашими дослідженнями встановлено, що площа листків однієї рослини при нормі висіву 60 тис/га була

вищою, ніж при 80 тис/га, що обумовлено посиленням конкуренції за елементи мінерального живлення, вологу та світловий режим.

7. Найбільш ефективно фотосинтез проходив на посівах гібриду ДКС4014 при нормі висіву 70 тис/га – 9,0 г/м² за добу. Аналогічна закономірність відмічена у ЛГ30315 – 8,6 г/м² за добу. У середньораннього гібриду Р7948 найбільш інтенсивно поглинання CO₂ відбувалося на варіанті з нормою висіву 80 тис/га, що пов'язано з еректофільним розміщенням листкового апарату.

8. Найбільший фотосинтетичний потенціал формувався у гібриду ДКС4014 – 2,01 млн м² днів/га при нормі висіву 70 тис/га, у гібриду ЛГ30315 при нормі висіву 70 тис/га – 1,87 млн м² днів/га. У гібриду Р7948 найвищий показник ФГ формувався при нормі висіву 80 тис/га.

9. Найбільшу масу 1000 зерен у дослід досліджувані гібриди формували при нормі висіву 60 тис/га – 231-261 г. Найбільша маса 1000 зерен відмічена у гібриду ДКС 4014 – 261 г, що і вилінуло на масу зерна з рослини – 136,8 г. У гібридів кукурудзи ЛГ30315 і Р7948 цей елемент структури врожаю становив – 134,9 і 124,7 г.

10. Розрахунок півня врожайності засвідчив, що гібрид Р7948 найвищу врожайність зерна формував при нормі висіву 80 тис/га, де фактична передзбиральна густина становила 73 тис/га – 7,8 т/га. Гібриди кукурудзи ЛГ30315 і ДКС 4014 найбільш продуктивними виявилися при нормі висіву 70 тис/га – 8,2 т/га при передзбиральній густоті – відповідно 67 і 66 тис/га.

11. Найвищий рівень рентабельності при вирощуванні кукурудзи зафіксовано при вирощуванні середньоранніх гібридів ЛГ 30315 і ДКС4014 при нормі висіву 70 тис/га – 17,1%.

НУБІП України

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання врожайності зерна кукурудзи на рівні 8-9 т/га рекомендуємо висівати середньоранні гібриди ЛГ 30315 (ФАО 280) і ДКС 4014 (ФАО 320) з нормою висіву 70 тис/га.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О. Маслак, канд. економ. наук, керівник Центру стратегічних досліджень АПК Сумського національного аграрного університету - Економічний гектар / Понеділок, 21 листопада 2016 [електронний ресурс] Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyihektar/item/7945-гупок-kukurudzy-virozhanu-2016-roku.html>.
2. Аналітична записка БАУ № 16 (2016). "Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні" <http://www.uabio.org/ua/activity/uabio-analytics>.
3. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології. Одеса: ТЕС, 214 – 148с.
4. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко Рослинництво: Підручник. - К.: Аграрна освіта, 2001. - 591 с.
5. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В. П. Гудзя. К.: Центр учбової літератури, 2010. — 464 с.
6. Рожков А. О. Рослинництво: навч. посібник / А.О. Рожков, Є. М. Огурцов. - Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. - 363 с.
7. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Під загальною редакцією Д. Шпаара. - К.: Альфа-стевія ЛТД 2009. - 396 с.
8. Чирков Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. – Л.: Гидрометиздат, 1969. – 251 с.
9. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських культур. - Вінниця, 2013. – 724 с.
10. Шиндин А.П., Багринцева В.Н., Горбачева А.Г. и др. Кукуруза. Современная технология возделывания. Москва: ВНИИ кукурузы, 2009. - 71с.

11. Procrop maize growth & development. State of New South Wales through NSW Department of Primary Industries, 2009 - 52 p. [електронний ресурс] Режим доступу: http://dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/007..maize.

12. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник / Польовий А.М. – Одеса: ТЕС. - 2012. – 630 с.

13. Циков В.С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена. – Дніпропетровськ: Изд-во Зоря. - 2003. – 296 с.

14. Грабовський М.Б. Продуктивність кукурудзи на силос залежно від густоти стояння рослин / М.Б. Грабовський, Т.О. Грабовська // Агробіологія. – 2015. - №2. – С. 77-82.

15. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно – гарантія стабілізації урожайності на рівні 90-100 ц/га (практичні рекомендації) / Черенков А.В., Циков В.С., Дзюбецький Б.В., Шевченко М.С. та ін. // Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2012. – 31 с.

16. Комплексна механізація виробництва зерна. Навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, М.Д. Дмитришак, Р.В. Шатров та ін. – К.: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. – 288 с.

17. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 175 с.)

18. Кліматичні зміни та їх вплив на сфері економіки України. / За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса. Вид. «ТЕС», 2015. – 520 с.

19. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату: підручник / С.М. Степаненко. – Одеса: Екологія, 2013. – 204 с.

20. Польовий А.М. Моделювання продуктивності агроєкосистем. // Вісник ОДЕКУ. – 2005. – Вип. 1. – С. 79-86.

21. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 1 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А.О. Рожков, В.Р. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016/ 314 с.

22. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2.

Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.

23. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посібник / В.Г.

Дідора, О.Ф. Смаглій, Е.Р. Ермантраут [та ін.]. Київ: «Центр навчальної літератури», 2013. 264 с.

24. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О.

Ещенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко; за ред. В.О. Єщенка.

Вінниця: ПП «ТД«Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

25. Тимошенко І. І. Основи наукових досліджень в агрономії / І. І.

Тимошенко, З. М. Майшук, Г. О. Косилович. – Львів: ЛДАУ, 2004. – 111 с.

26. Mokrienko V., O. Gudzovata Produktivníst kukurudzzy zalezjno vid

strokiv sivby. In Limes: a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola tudományos évkönyve. 2017. IV. évfolyam. pp. 57-59.

27. Паламарчук В. Д. Вплив чинників технології на формування маси

1000 зернин і продуктивності гібридів кукурудзи // Агроном. – 2019. – № 4. – С. 86-90.

28. Шульц П. Вплив густоти висіву кукурудзи на урожайність / П.

Шульц // Агроном. – 2022. – № 5. – С. 45-48.

29. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях,

півдня України / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, В.Г. Найдьонов,

І.В. Михайленко. – Херсон: Айлант, 2007. – 256 с.

30. Лавриненко Ю.О. Екологічна мінливість показників темпів

розвитку рослин кукурудзи / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін,

П.В. Писаренко // Таврійський науковий вісник: Зб. наук.пр. – Херсон, 2005. –

Вип. 40. – С. 46-55.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України