

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра селекції та насінництва імені проф. М. Д. Гончарова

Допущено до захисту
Завідувач кафедри селекції та
насінництва ім. М.Д. Гончарова
Собран І.В. _____
«»2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОС «МАГІСТР»
на тему:
«ВПЛИВ ГУСТОТИ ПОСІВУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В
УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»

за спеціальністю 201 «Агрономія»

Виконав: студент 2 м курсу,
групи АГР 2302м
Спеціальності : 201 «Агрономія»
Алексєєв Андрій Олегович
Науковий керівник:
Собран І.В.

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра селекції та насінництва імені проф. М. Д. Гончарова

Освітній ступінь - "Магістр"
 Спеціальність – 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”:
Завідувач кафедри
 Оничко В.І. _____
 " ____ " _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
Алексєєв Андрій Олегович
 ПІБ студента

1. Тема роботи " Вплив густоти посіву на врожайність кукурудзи в умовах північно-східного Лісостепу України "

Затверджено наказом по університету від “ ____ ” _____ 202__ р. № _____.

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру _____.

3. Вихідні дані до роботи:

- *місце проведення досліджень:* Сумський НАУ м. Суми Сумський район Сумська область.

- *методичне забезпечення:* «Методичні рекомендації щодо проведення польових дослідів із кукурудзою», «Методика Державного сортовипробування»

- *схеми досліду:*

1. Фактор А два гібриди кукурудзи Р9234 АQ, Р9074;

1. Фактор Б густота посіву 40 тис/га, 50 тис/га, 60 тис/га.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:

- Дослідити вплив густоти стояння рослин на біометричні показники кукурудзи;
- Вивчити залежність структури врожаю від густоти посіву;
- Встановити вплив густоти рослин на врожайність і якісні показники зерна обраних гібридів.

Керівник кваліфікаційної роботи: Собран І.В. _____

Завдання прийняв до виконання Алексєєв А.О. _____

Дата отримання завдання « ____ » _____ 2023 р.

АННОТАЦІЯ

Алексєєв А.О., Вплив густоти посіву на врожайність кукурудзи в умовах північно-східного Лісостепу України. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю (201 – Агрономія). Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2024.

Дослідження присвячено оцінці впливу густоти стояння рослин на врожайність та якість зерна двох гібридів кукурудзи — P9234 AQ та P9074 — у зоні північно-східного Лісостепу України. У ході експерименту вивчали вплив трьох густот стояння рослин (40, 50, 60 тис./га) на формування біометричних показників рослин, структуру врожаю та його якісні характеристики.

Найвищу врожайність забезпечувала густина 50 тис./га, яка дозволила досягти максимального балансу між індивідуальною продуктивністю рослин та щільністю посівів. Гібрид P9074 демонстрував більший потенціал формування площі листової поверхні та врожайності, ніж P9234 AQ. Зі збільшенням густоти до 60 тис./га спостерігалось зменшення маси зерна з качана, довжини та діаметра качанів через конкуренцію рослин за ресурси.

Практичне значення роботи полягає у розробці рекомендацій для оптимізації густоти посіву кукурудзи залежно від характеристик гібридів, що дозволяє покращити продуктивність агроценозів у Лісостепу України. Отримані результати можуть бути використані агровиробниками для підвищення ефективності вирощування кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза, густина посіву, гібриди, врожайність, біометричні показники, структура врожаю, Лісостеп України.

ANNOTATION

Alekseev A.O., Influence of sowing density on maize yield in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine.

Qualification work for the degree of master's degree in specialty (201 - Agronomy). Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2024.

The study is devoted to the evaluation of the influence of plant density on the yield and grain quality of two maize hybrids - P9234 AQ and P9074 - in the northeastern Forest-Steppe zone of Ukraine. The experiment studied the effect of three plant densities (40, 50, 60 thousand/ha) on the formation of plant biometric parameters, crop structure and quality characteristics.

The highest yield was provided by the density of 50 thousand/ha, which allowed to achieve the maximum balance between individual plant productivity and crop density. The hybrid P9074 demonstrated a greater potential for the formation of leaf area and yield than P9234 AQ. With an increase in density to 60 thousand/ha, a decrease in grain weight per cob, cob length and diameter was observed due to plant competition for resources.

The practical significance of the work is to develop recommendations for optimizing the density of corn sowing depending on the characteristics of hybrids, which allows to improve the productivity of agrocenoses in the Forest-Steppe of Ukraine. The results obtained can be used by agricultural producers to increase the efficiency of corn cultivation.

Keywords: maize, sowing density, hybrids, yield, biometric parameters, crop structure, Forest-Steppe of Ukraine.

ВСТУП

Кукурудза є стратегічно важливою культурою у зерновому секторі України, яка забезпечує високий рівень продуктивності та попиту як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Останніми роками значна увага приділяється оптимізації технологій вирощування кукурудзи, зокрема густоти посіву, що є одним із найважливіших факторів, які впливають на формування врожайності та якісних характеристик зерна.

Актуальність дослідження зумовлена потребою агровиробників у підвищенні ефективності використання земельних ресурсів і збереженні конкурентоспроможності культури за умов посилення кліматичних ризиків. Незважаючи на значні досягнення в селекції високопродуктивних гібридів, питання оптимізації густоти стояння рослин залишається недостатньо вивченим у конкретних агрокліматичних умовах північно-східного Лісостепу України.

Метою роботи є визначення оптимальної густоти стояння рослин для гібридів кукурудзи P9234 AQ і P9074, яка забезпечує максимальну врожайність і якість зерна в умовах північно-східного Лісостепу України.

Завдання:

Дослідити вплив густоти стояння рослин на біометричні показники кукурудзи (висота рослин, площа листкової поверхні, морфологія качанів).

Вивчити залежність структури врожаю від густоти посіву.

Встановити вплив густоти рослин на врожайність і якісні показники зерна обраних гібридів.

Надати практичні рекомендації щодо оптимізації густоти посіву для регіону північно-східного Лісостепу України.

Об'єктом дослідження є гібриди кукурудзи P9234 AQ і P9074.

Предметом дослідження є густота стояння рослин і її вплив на продуктивність культури. У дослідженнях використовувалися сучасні методи польових випробувань, аналізу структури врожаю та статистичної обробки даних.

Наукова новизна роботи полягає у виявленні залежності біометричних показників і структури врожаю кукурудзи від густоти посіву, що дозволило обґрунтувати оптимальні параметри технології вирощування гібридів у зоні північно-східного Лісостепу України.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження розроблених рекомендацій у виробничу практику, що сприятиме підвищенню врожайності кукурудзи та ефективності її вирощування в умовах України.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ (аналіз літературних джерел)

1.1. Актуальний стан і перспективи розвитку виробництва кукурудзяного зерна в Україні

Зерновий сектор України є стратегічною складовою національної економіки. Він визначає обсяг та доступність основних продовольчих продуктів для населення, забезпечуючи сировиною галузі тваринництва та зернопереробки, що формують значну частину доходів сільськогосподарських виробників. Окрім цього, розвиток зернового сектору має значний вплив на стан сільських територій та економіку країни загалом, забезпечуючи валютні надходження через експорт. Зернова промисловість є основою більшості секторів агропромислового комплексу, виступаючи також ключовою складовою сільськогосподарського експорту.

Виробництво зерна традиційно домінує в структурі рослинництва України, забезпечуючи близько третини грошової виручки від реалізації сільськогосподарської продукції. Попит на зерно формується залежно від його використання для харчових, кормових, насінневих цілей, експорту та створення державних резервів. Значну частину цього обсягу становить зерно, яке використовується для годівлі худоби та птахів.

Кукурудза, одна з найпродуктивніших сільськогосподарських культур, вирощується як для харчових, так і для кормових та технічних потреб. Її значення у зерновому та кормовому балансі України зростає завдяки унікальним властивостям: високій потенційній урожайності, поживній цінності та енергетичній ефективності. Ця культура є незамінною у раціоні годівлі тварин, зокрема свиней і птиці. Тому підвищення продуктивності кукурудзи залишається одним із ключових завдань аграрного сектору України.

Кукурудза має глибоку історію, походзячи з Центральної та Південної Америки, де її вирощували понад 5–10 тисяч років тому. У Європу вона була завезена у XV столітті після подорожей Колумба. До України ця культура потрапила через Крим або Молдову і поступово поширилася на південь країни.

За останнє десятиліття виробництво кукурудзи в нашій Державі значно зросло, зробивши країну вагомим гравцем на міжнародному зерновому ринку. Наприклад, якщо у 2004 році валовий збір культури становив 890 тисяч тонн, то у 2013 році він сягнув понад 30 мільйонів тонн. Кукурудза сьогодні займає значну частку в структурі виробництва зернових та є важливим експортним товаром, поступово набуваючи стратегічного значення для української економіки.

Кукурудза займає провідне місце серед кормових культур світу, і її виробництво постійно зростає. Винятком став посушливий сезон 2012–2013 років, коли обсяги зменшилися. Одним із факторів зростання виробництва кукурудзи є її використання для виробництва біоетанолу, особливо в умовах підвищення цін на енергоресурси.

Кукурудза залишається однією з найбільш вигідних культур для фермерів, адже попит на неї на світовому ринку залишається високим. Завдяки своїй універсальності, ця культура використовується для харчових, кормових і технічних потреб: близько 20% зерна споживається як їжа, 15–20% — у промислових цілях, а 3–4% — у вигляді кормів [6].

Світовим лідером у виробництві кукурудзи є США, які забезпечують третину загального світового врожаю цієї культури та виступають найбільшим експортером. У 2011–2012 роках Аргентина і Україна посіли 2 і 3 місця серед основних експортерів кукурудзи [17]. Проте у степовій зоні України, де вологість є нестабільною, високі температури та обмежені опади протягом вегетаційного періоду значно знижують урожайність. Для стабільного збільшення площ під кукурудзою необхідно розширювати зрошувані землі [27].

Перспективи виробництва кукурудзи в Україні залишаються оптимістичними. Як зазначив Міністр АПТІ Микола Присяжнюк, у 2014 році площі під кукурудзою могли зрости до 5,5–5,7 млн га, що на 14,6–18,8% більше, ніж у 2013 році [31].

Завдяки розвиненій генетиці можна успішно досягти високого рівня врожайності за допомогою методів селекції та агрономічного вирощування. Основними факторами, що сприяють збільшенню врожайності, є використання високоякісного насіння продуктивних гібридів, більш ретельне дотримання методів вирощування і вибір морфобіотипів, адаптованих до цих умов ведення сільського господарства, де ділянки землекористування розрізняються за родючістю ґрунтів. наявність прекурсорів і вологи [46].

1.2. Ботаніко-біологічна характеристика та агроекологічні особливості кукурудзи

Кукурудза є однорічною трав'янистою рослиною, що належить до родини злакових. Це дводомна перехресно запилювана культура з амфотерними властивостями, яка схожа на просо [60].

Коренева система кукурудзи волокниста, без центрального кореня. Усі корені рівномірно розгалужуються та проникають у ґрунт у різних напрямках. Вони поділяються на первинні корені, які формуються з насіння (ембріональна система), та вторинні корені, що утворюються з вузлів стебла [61]. Первинні корені ростуть вертикально та проникають глибше орного шару, тоді як вторинні поширюються у верхніх шарах ґрунту. На їхніх кінчиках формуються кореневі волоски, через які відбувається поглинання води та поживних речовин [61].

У вузлових частинах стебла формуються так звані повітряні або підтримувальні корені. Вони частково проникають у ґрунт на глибину 5–7 см, сприяючи укріпленню рослини та забезпеченню її вологою і

поживними речовинами [48]. Загалом коренева система кукурудзи проникає в ґрунт на глибину до 2 метрів залежно від умов [48].

Стебла кукурудзи — це соломину, заповнена пухкою паренхімою, яка може сягати висоти понад 2–5 метрів. Стебло розділене на міжвузля, кількість яких у високорослих сортів досягає 20–25 і більше [49].

Листя кукурудзи лінійне та складається з двох частин: основи (листової піхви), що охоплює стебло, і пластини. Між піхвою та пластинкою розташований язичок, що захищає рослину від проникнення води та патогенів. Листя є основним органом фотосинтезу, де утворюються органічні речовини [44, 48].

Суцвіття кукурудзи бувають чоловічими (волоть) і жіночими (качан). Чоловічі квітки мають тичинки, а жіночі — маточку з ниткоподібним стовпчиком, що закінчується приймочкою [54]. Кукурудза запилюється переважно вітром. Період цвітіння чоловічих і жіночих квіток не збігається, що сприяє перехресному запиленню. Оптимальні умови для запилення — тепла та волога погода, оскільки надто сухі або дощові умови можуть негативно впливати на процес [63].

Плоди кукурудзи — зернівки, які складаються з оболонки, зародка і ендосперму. Ендосперм включає зовнішній шар, що називається плодовою оболонкою, і внутрішній шар — насінневу оболонку [15].

Кукурудза є теплолюбною культурою. Для повного циклу розвитку їй необхідно накопичення температури від 1700 до 3120 °С. Завдяки сучасній селекції з'явилися скоростиглі гібриди, які можна вирощувати навіть у холодному кліматі [23]. Оптимальна температура для проростання — 10–12 °С, а для росту — 25–30 °С [33]. У сприятливих умовах сходи можуть з'являтися через 5–6 днів, тоді як при нижчих температурах цей період збільшується [32].

Особливості температурної та вологої стійкості кукурудзи

Насіння кукурудзи з вологістю 27–28% (залежно від гібрида) може витримувати короточасні заморозки до мінус 4–6 °С без втрати схожості.

Якщо вологість підвищується до 28–30%, схожість знижується до 90%. При вологості понад 30% низькі температури значно погіршують біологічні властивості зерна [31]. Максимальна температура, при якій ріст кукурудзи припиняється, становить 45–47 °С. Пілок кукурудзи, що містить близько 60% води, дуже чутливий до сухості: при температурі понад 30 °С та вологості повітря близько 30% його життєздатність втрачається вже через 1–2 години після вивільнення [31].

Кукурудза чутлива до морозів. Молоді саджанці можуть переносити короткочасні заморозки до мінус 2–3 °С, але при цьому пошкоджені рослини відновлюються за тиждень. Температура мінус 4 °С здатна вбити сходи за одну годину. При пошкодженні до 25% площі листя рослини швидко відновлюються, але при втраті понад 50% відновлення майже неможливе [26].

Вологозабезпечення та посухостійкість

Думки щодо вологозабезпечення кукурудзи різняться: одні дослідники вважають її посухостійкою культурою, інші зазначають важливість достатньої вологості [27]. Кукурудза здатна тривалий час переносити в'янення і відновлюватися після опадів чи поливу, особливо на ранніх етапах розвитку. У критичні періоди росту, як-от 10 днів перед цвітінням, нестача води призводить до засихання листя, порушення запилення і зерноутворення [26].

Посухостійкість кукурудзи проявляється завдяки здатності кореневої системи поглинати воду з глибоких шарів ґрунту. На легких за механічним складом ґрунтах корені кукурудзи можуть проникати на глибину до 3–4 м, тоді як за сприятливих умов зволоження формується розвинена коренева система [31].

1.3. Особливості росту і розвитку гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Біологічні особливості кукурудзи та умови її вирощування

Кукурудза — однорічна, однодомна, амфотерна рослина, що належить до родини злакових (Cramineae), підродини просових (Panicoideae), триби Maydeae роду Zea. До цієї триби входять вісім близькоспоріднених родів, однак кукурудза помітно відрізняється за біологічними властивостями від інших злакових культур [32].

Коренева система та розвиток рослини
Коренева система кукурудзи мичкувата, добре розвинена, з багатошаровою структурою. Вона переважно розташовується у верхніх шарах ґрунту, але окремі корені здатні досягати глибини 2–3 метрів. Формування першого шару бульбочкових коренів завершується на стадії 3–4 листків, другого — у фазі 5–7 листків, а наступні шари формуються разом із появою нових листків [31].

Оптимальні умови для розвитку кореневої системи створюються при щільності ґрунту 1,1–1,3 г/см³. При надмірному азотному живленні кукурудза формує високі рослини з тонкими та м'якими стеблами, збільшується маса листя, що покращує їхню поживну цінність [29].

Ріст і розвиток листя
Листя кукурудзи росте завдяки базальній меристемі. Перші три листки з'являються через 1–2 дні після проростання за рахунок поживних речовин зерна, а у фазі 4–8 листків цей процес сповільнюється до 3–5 днів. Розмір листків збільшується знизу до верху, досягаючи максимуму біля основи качана [15].

Залежно від групи стиглості гібриду кукурудза формує від 8 до 40 листків. У ранньостиглих сортів їх зазвичай 10–12, у середньостиглих — 12–18, а у пізньостиглих — понад 20 [48].

Качани та зерна
Качани кукурудзи захищені плівкою, кількість якої відповідає числу листків. На одній рослині може дозрівати від одного до трьох качанів. Зерна кукурудзи бувають різного кольору (жовті, світло-жовті, білі,

червоні) і відрізняються формою, що зумовлює поділ культури на сім підвидів [38].

Умови проростання та вегетація Кукурудза висаджується у добре прогрітий ґрунт, коли середня температура досягає 10–12 °С. Проростання насіння починається при температурі 8–10 °С, а сходи з'являються при 10–12 °С. Температурний режим впливає на швидкість появи нових листків та фаз розвитку рослини [29].

Весняні заморозки (-1–2 °С) уповільнюють ріст і викликають пожовтіння сходів. Високі температури (>23 °С) у поєднанні з низькою відносною вологістю під час цвітіння можуть порушувати запилення, що призводить до формування пустих качанів [34].

Посухостійкість і водоспоживання Кукурудза належить до посухостійких культур завдяки фотосинтезу типу С4, який забезпечує економне використання води. Однак врожайність значною мірою залежить від вологості ґрунту в період формування качанів і зерна [28, 38]. Улітку атмосферні опади забезпечують лише 30% потреб рослини у воді, тому вологозабезпечення в цей період є критично важливим [8].

Ґрунтові умови Кукурудза добре росте на чорноземах, дренованих заплавах та торф'яниках із нейтральною або слаболужною реакцією ґрунту (рН 5,6–7,2). Водночас важкі та перезволожені ґрунти уповільнюють її ріст і знижують врожайність [26, 32].

Гібриди та врожайність

Гібриди кукурудзи з ефектом збереження зеленого кольору мають підвищену кормову цінність завдяки накопиченню сухих речовин. Дослідження показують, що змішане вирощування ранньо- та середньостиглих гібридів дозволяє збільшити вихід сухої речовини на 6% порівняно з монокультурами [33].

Продуктивність кукурудзи залежить від тривалості вегетаційного періоду та щільності посівів. Різноманітність гібридів і їхній вибір відповідно до кліматичних умов регіону дозволяють оптимізувати врожайність [25].

Кукурудза є універсальною культурою, здатною забезпечувати стабільний урожай зеленої маси за різноманітних ґрунтово-кліматичних умов України [9, 19]. Вологий лісостеп Полісся сприяє успішному вирощуванню кукурудзи після попередників, таких як цукровий і кормовий буряк, гречка, картопля, бобові культури. Люпин зазвичай висаджують після парових озимих культур, багаторічних трав, картоплі або льону [32]. Найкращими попередниками для вирощування кукурудзи на силос є сівозміни з багаторічними бобовими культурами. Вплив люцерни в сівозміні може проявлятися протягом 3-4 років залежно від типу ґрунту та вологості [41].

Кукурудза має високу потребу в поживних речовинах. Для формування 1 тонни зерна з відповідною кількістю стебел і листя рослина використовує: 24-32 кг азоту, 10-14 кг фосфору, 25-35 кг калію, а також магній, кальцій, сірку та мікроелементи, такі як залізо, цинк, марганець, молібден [32, 38]. Для досягнення високих врожаїв зеленої маси необхідне застосування підвищених доз азоту, що забезпечує приріст маси на 4-6 кг на кожен кілограм внесеного азоту [24].

Азот є особливо важливим для росту кукурудзи на ранніх етапах її розвитку. У фазі 3-5 листків відбувається засвоєння 3-5% азоту, а до фази 6-8 листків – близько 85% від загальної потреби [47]. Застосування мінеральних добрив повинно враховувати особливості ґрунту і динаміку поживного режиму, що дозволяє оптимізувати врожайність як зерна, так і зеленої маси. Наприклад, для лісостепу рекомендовано вносити 60% азоту та 80-90% фосфору і калію у вигляді основного добрива, а в степовій зоні – 90% основного NPK і 10% рядкового [48].

Оптимальна густина рослин для вирощування кукурудзи на силос залежить від групи зрілості гібридів. Для скоростиглих гібридів на момент збору врожаю рекомендована густина становить 90 тис. рослин/га, для середньоранніх – 80 тис. рослин/га [66]. Дослідження Інституту кормового господарства показали, що застосування стрічкового посіву, разом із внесенням добрив, значно підвищує врожайність зеленої маси, яка для скоростиглих гібридів досягає 21,4-29,1 т/га [7].

Кукурудза на початкових етапах росту має низьку конкурентоспроможність у боротьбі з бур'янами, що потребує застосування ґрунтових гербіцидів. Це допомагає запобігти втратам урожайності, викликаним зниженням ефективності фотосинтезу через забур'яненість посівів [29, 6]. Для боротьби з бур'янами в період 3-5 листків ефективними є гербіциди, такі як "Базагран" (2,0-4,0 л/га) та "Мілагро 040SC" (1,25-1,5 л/га) [8].

Таким чином, біологічні особливості кукурудзи дозволяють її вирощування у різних природно-кліматичних умовах, забезпечуючи високий урожай зеленої маси за правильного вибору агротехнічних заходів і добрив.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПОРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце проведення досліджень

Зона Лісостепу України простягається з заходу на схід на 1,5 тис. км, починаючи від Карпат і до кордону з росією, з шириною смуги 250–350 км. За сучасними даними, площа лісостепової зони України становить приблизно 1,1 млн га. Вона охоплює такі природні регіони: західний, Право і Лівобережний лісостеп [13]. Ця зона займає близько 34,6% території країни, причому сільськогосподарські угіддя становлять 80% земельного фонду. Із них орні землі займають 66%, пасовища – 8,5%, а сіножаті – 6%.

Основні типи ґрунтів у цій зоні включають типові чорноземи, сірі лісові ґрунти, світло-сірі та темно-сірі підзолисті ґрунти, а також дерново-підзолисті ґрунти й торфовища [11]. У Сумській області, яка входить до Правобережного лісостепу, переважають чорноземні ґрунти, які займають найбільшу частину орних земель. Чорноземи становлять ще 42,1%, тоді як інші ґрунти менш поширені і вимагають значних витрат на їх покращення [53].

Ґрунтоутворювальні породи регіону представлені переважно лесовими та лесоподібними суглинками, які характеризуються високими агрономічними властивостями. Проте рівень їх родючості залежить від гранулометричного складу, зокрема від вмісту глинистих часток [2].

За даними агрохімічних досліджень Сумської зональної лабораторії, значна частина ґрунтів області має кислотну реакцію. Зокрема, дуже кислі ґрунти (рН 4.1–4.5) займають 5,5 тис. га, помірно кислі (рН 4.6–5.0) – 215 тис. га, а нейтральні (рН >6.0) становлять лише 599 тис. га. Такі характеристики обмежують можливості вирощування деяких культур, особливо багаторічних бобових рослин. Одним із найефективніших

заходів для покращення умов вирощування є вапнування ґрунтів, що дозволяє нейтралізувати кислотність [1; 53].

Польові дослідження проводилися на території дослідного полігону Сумського НАУ. Ґрунти на полігоні представлені чорноземами типовими ґрунтами середньосуглинкового гранулометричного складу, з орним шаром до 30 см. Щільність ґрунту коливається в межах 1,32–1,4 г/см³, що є типовим для цієї зони [2]. За хімічними показниками, вміст гумусу становить 2,06%, а забезпеченість азотом досягає 62 мг/кг ґрунту.

Недостатня кількість гумусу та вимивання колоїдних фракцій призводять до низької структурності ґрунтів, що спричиняє утворення ґрунтової кірки, прискорює випаровування вологи та погіршує умови для проростання рослин. Зниження некапілярної пористості обмежує доступність вологи й повітря для кореневої системи рослин [2].

Загалом, фізичні, хімічні та агрономічні характеристики сірих лісових ґрунтів дослідної ділянки є типовими для Сумської області. Ці ґрунти забезпечують прийнятні умови для вирощування східних кіз у кормових цілях завдяки їхній здатності підтримувати оптимальний баланс поживних речовин, вологи та повітряного обміну.

Північно-східний Лісостеп України характеризується помірно-континентальним кліматом із чітко вираженою сезонністю, яка впливає на природні процеси та господарську діяльність. У цьому регіоні середня річна температура становить +7...+9 °С. Літо тепле, з середньою температурою +18...+22 °С, але в окремі дні може досягати +35 °С. Зима відносно холодна, із середніми температурами -4...-8 °С, а в окремі періоди можливі значні похолодання до -25 °С і нижче.

Щорічна кількість опадів у регіоні коливається від 500 до 600 мм, причому основна частина випадає в теплу пору року, переважно у травні та червні. Це забезпечує хороші умови для росту рослинності, однак у літні місяці нерідко трапляються посухи через інтенсивне випаровування та нестачу вологи. У зимовий період сніговий покрив нестійкий, що

створює ризики для озимих культур.

Таблиця кліматичних показників

| Показник | Значення |
|--|-----------------|
| Середня річна температура | +7...+9 °С |
| Середня температура літа | +18...+22 °С |
| Середня температура зими | -4...-8 °С |
| Річна кількість опадів | 500-600 мм |
| Тривалість <u>безморозного періоду</u> | 170-190 днів |
| Кількість сонячних годин | 2000-2100 годин |
| Середня швидкість вітру | 3-5 м/с |

Тривалість періоду без морозу становить 170-190 днів, що дає змогу вирощувати широкий спектр сільськогосподарських культур. Сонячна радіація у цьому регіоні становить близько 2000-2100 годин на рік, що є сприятливим для розвитку рослин і позитивно впливає на їхню продуктивність.

Вітровий режим у північно-східному лісостепу України характеризується переважанням північно-західних і південних вітрів із середньою швидкістю 3-5 м/с. У відкритих місцевостях іноді спостерігається посилення вітру, що може спричинити ерозію ґрунту. Ґрунти цього регіону здебільшого родючі, але потребують захисту від виснаження та деградації через інтенсивне використання.

Регіон також стикається з кліматичними ризиками, такими як часті посухи в літній період, ранні осінні морози або затяжна весна. Ці явища можуть негативно впливати на врожайність і стан лісових екосистем. Загалом клімат північно-східного лісостепу сприятливий для аграрного сектору, але вимагає застосування сучасних технологій управління водними та ґрунтовими ресурсами, щоб уникнути негативного впливу кліматичних коливань.

2.2. Схема дослідів та методика проведення досліджень

Дослідження на тему "Вплив густоти посіву на врожайність кукурудзи в умовах північно-східного Лісостепу України" проводилися у 2024 році на дослідних полях Сумського національного аграрного університету.

Основною метою досліджень було визначення впливу густоти стояння рослин на врожайність і якісні показники двох гібридів кукурудзи: P9234 AQ і P9074. У ході досліджень було зосереджено увагу на вдосконаленні технології вирощування цих гібридів через оптимізацію густоти стояння.

Полеві досліді були закладені відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій для агрономічних досліджень. Облікова площа кожної елементарної ділянки становила 90 м², що забезпечувало репрезентативність та точність отриманих даних. Дослідження проводилися за двома факторами: гібрид (Фактор А) та густина стояння рослин (Фактор В). Повторність була триразовою, що дозволило отримати статистично обґрунтовані результати.

Таблиця 2.1

Схема польового дослідів

| Фактор А – гібриди кукурудзи: | Фактор В – густина стояння рослин: |
|--------------------------------------|---|
| 2. P9234 AQ | 2. 40 тис/га |
| 3. P9074 | 3. 50 тис/га |
| | 4. 60 тис/га |

Гібриди кукурудзи P9234 AQ і P9074 були обрані завдяки їх адаптивним властивостям до кліматичних умов північно-східного Лісостепу України, високій продуктивності та стійкості до стресових факторів.

Методика досліджень включала такі етапи:

Закладка досліду:

Поля були підготовлені за стандартною технологією обробітку ґрунту. Густота висіву насіння здійснювалася відповідно до визначених варіантів досліду (40, 50 і 60 тис. рослин на 1 га).

Агротехнічний супровід:

Усі варіанти досліду отримували однаковий рівень агротехнічного обслуговування, включаючи внесення мінеральних добрив, зрошення та боротьбу з бур'янами і шкідниками. Контрольні обробки проводилися своєчасно для уникнення впливу сторонніх факторів на результати.

Облікові спостереження:

На кожній ділянці здійснювалися спостереження за фазами розвитку рослин, висотою рослин, кількістю листків, розвитком генеративних органів. Оцінювалася стійкість до основних хвороб і шкідників.

Збирання врожаю:

Збирання врожаю проводилося окремо для кожної ділянки. Зважувалися зерно та біомаса рослин. Для визначення вологості зерна використовувався спеціалізований вологомір.

Аналіз даних:

Всі отримані показники аналізувалися статистично із застосуванням методів дисперсійного аналізу, що дозволило встановити достовірність відмінностей між варіантами.

Очікувані результати: Дослідження спрямовані на виявлення оптимальної густоти посіву для кожного гібриду, яка забезпечить максимальну врожайність і найкращі показники якості зерна. Особлива увага приділялася впливу густоти стояння на стійкість рослин до

стресових умов, таких як посуха, та ефективності використання елементів живлення і вологи.

Такий підхід дозволяє не лише обґрунтувати рекомендації для виробництва, а й підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити стабільність врожайності в умовах північно-східного Лісостепу України.

Методика проведення обліків і фенологічних спостережень

1. Фенологічні спостереження:

проведення оцінки фаз росту і розвитку рослин кукурудзи відповідно до опису етапів органогенезу, враховуючи час появи сходів, формування листків, цвітіння і формування качанів.

2. Густота стояння:

Густоту стояння рослин визначали двічі: на початку вегетації після появи сходів і перед збиранням врожаю. Для цього використовували закріплені облікові майданчики, що дозволяло отримати достовірні результати (за методикою Доспехова, 1985).

3. Площа листової поверхні:

У фазі цвітіння вимірювали параметри листків (довжину і ширину) на репрезентативній вибірці рослин. Розрахунок площі листової поверхні проводили за формулою:

$$S=L \times W \times 0,75$$

де S — площа листової поверхні, L — довжина листка, W — ширина листка, $0,75$ — коефіцієнт форми листка.

4. Облік урожайності:

Урожайність визначали окремо для кожного варіанту, використовуючи метод контрольного зважування з подальшим перерахунком на стандартну вологість зерна.

2.3. Опис досліджуваних гібридів та особливості технології їх вирощування

Гібрид P9234 AQ



Цей гібрид кукурудзи належить до середньоранніх сортів, ідеально адаптованих до зон із різними умовами вирощування. Його відрізняють високий рівень продуктивності, стабільність і стійкість до стресових факторів середовища. Завдяки технології AQ цей гібрид має підвищену стійкість до шкідників, зокрема кукурудзяного стеблового метелика, а також до хвороб. Гібрид підходить для вирощування на зерно, демонструючи високий вихід сухої речовини та оптимальні показники вологості зерна під час збирання.

Основні характеристики:

- ФАО: близько 320.
- Висока стійкість до полягання.
- Стійкість до посухи завдяки розвиненій кореневій системі.
- Рекомендований для інтенсивних технологій вирощування.

Гібрид P9074



P9074 — це високопродуктивний ранньостиглий гібрид, призначений для вирощування у регіонах із коротким вегетаційним періодом. Він демонструє чудові результати на легких і середніх ґрунтах, стійкий до коливань кліматичних умов. Основною перевагою цього гібриду є швидка вологовіддача, що забезпечує низькі витрати на сушіння зерна. Він також характеризується високою стійкістю до основних хвороб кукурудзи, таких як пухирчаста сажка та кореневі гнилі. Основні характеристики:

- ФАО: близько 290.
- Висока енергія росту.
- Стійкість до стресових умов у фазі проростання.
- Рекомендований для вирощування як на зерно, так і на силос.

Обидва гібриди є сучасними рішеннями для фермерів, які прагнуть отримати високий урожай за мінімальних ризиків, і добре себе показують у регіонах із різною вологозабезпеченістю. Для досягнення оптимального

результату важливо дотримуватися рекомендацій щодо густоти посівів і добрив.

Технологічні особливості вирощування кукурудзи на дослідних ділянках

Технологія вирощування кукурудзи на дослідних ділянках відповідала загальноприйнятим рекомендаціям для зони Лісостепу України, з урахуванням агротехнічних вимог до вирощування гібридів кукурудзи Р9234 АQ і Р9074. Всі елементи технології вирощування, крім досліджуваних параметрів густоти стояння, виконувалися стандартно з метою забезпечення точності й репрезентативності отриманих даних.

Підготовка ґрунту

Після збирання попередника (озимої пшениці) було проведено дискування ґрунту на глибину 6–8 см з метою знищення рослинних решток і стимулювання проростання насіння бур'янів. Основний обробіток ґрунту, оранка на глибину 23–25 см, проводився після появи сходів бур'янів. Цей захід забезпечив якісне розпушення ґрунту та ефективне зароблення органічних залишків.

Навесні, після настання фізичної стиглості ґрунту, проводили боронування для руйнування кірки та збереження ґрунтової вологи. Після проростання бур'янів виконували першу культивуацію на глибину 10–12 см. Перед посівом виконували передпосівну культивуацію на глибину 6–8 см, яка сприяла формуванню оптимального посівного ложа.

Сівба кукурудзи

Сівба здійснювалася сівалкою УПС-8 із шириною міжрядь 70 см, що відповідало рекомендаціям для зони Лісостепу України. Норма висіву насіння встановлювалася відповідно до програми досліджень, з урахуванням варіантів густоти стояння рослин (40, 50, 60 тис. шт./га). Глибина загортання насіння становила 5–6 см. Разом із сівбою насіння вносили мінеральні добрива у вигляді нітроамофоски в дозі 100 кг/га, що

забезпечувало рослини необхідними елементами живлення на початкових етапах росту.

Захист рослин

Під час сівби проводили внесення ґрунтового гербіциду **Харнес** у дозі 2,2 л/га для контролю бур'янів. Упродовж вегетаційного періоду виконували два міжрядні обробітки ґрунту глибиною 6–8 см для боротьби з бур'янами, покращення аерації ґрунту та збереження вологи.

Догляд за посівами

Під час вегетації рослин здійснювали спостереження за їхнім розвитком, виявляли хвороби й шкідників. У разі необхідності проводили додаткові заходи захисту рослин відповідно до стандартних рекомендацій.

Збирання врожаю

Збирання кукурудзи проводили у фазі фізіологічної стиглості зерна шляхом прямого комбайнування за допомогою зернозбирального комбайна **Джон Дір**. Отриманий врожай обліковували окремо для кожного варіанту дослідів. Урожайність перераховувалася на стандартну вологість зерна (14 %).

Розроблена технологія вирощування забезпечувала оптимальні умови для розвитку рослин і проведення достовірних наукових спостережень. Застосування загальноприйнятих елементів агротехніки разом із контрольованою зміною густоти стояння дозволило оцінити вплив цього фактора на продуктивність гібридів кукурудзи P9234 AQ і P9074, а також визначити найбільш ефективні елементи технології для зони Лісостепу України.

РОЗДІЛ 3

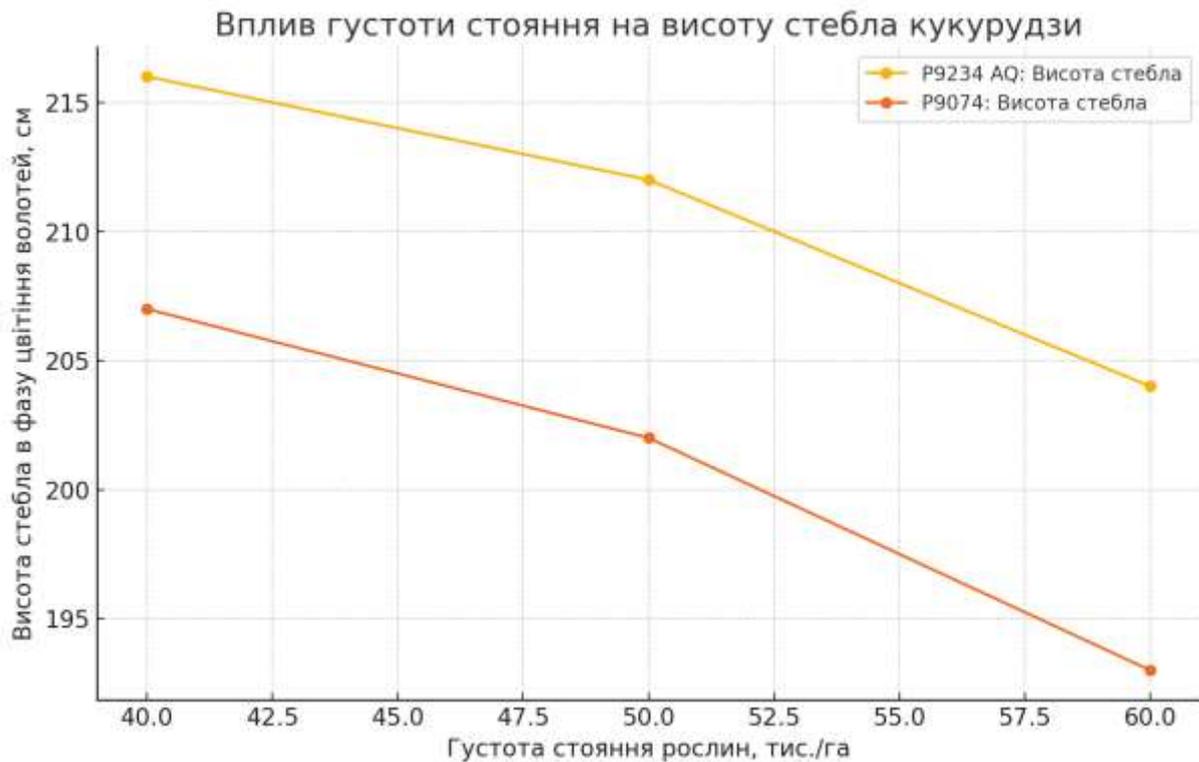
ВПЛИВ ГУСТОТИ ПОСІВУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ (результати досліджень)

3.1. Вплив гібриду і густоти рослин на формування висоти рослин гібридів кукурудзи

Ріст та розвиток рослин кукурудзи, які відбуваються під впливом багатьох факторів факторів зовнішнього середовища, визначають зміну морфологічних і біологічних характеристик, таких як висота рослин, діаметр стебла та висота прикріплення качанів, які є сортовими чи гібридними ознаками. Згідно з дослідженнями Н.І. Гойси, Р.Н. Олейника та А.Д. Рогаченка, максимальне наростання надземної маси кукурудзи відбувається з кінця формування листків до молочної стиглості зерна, після чого приріст поступово сповільнюється і завершується на фазі воскової стиглості.

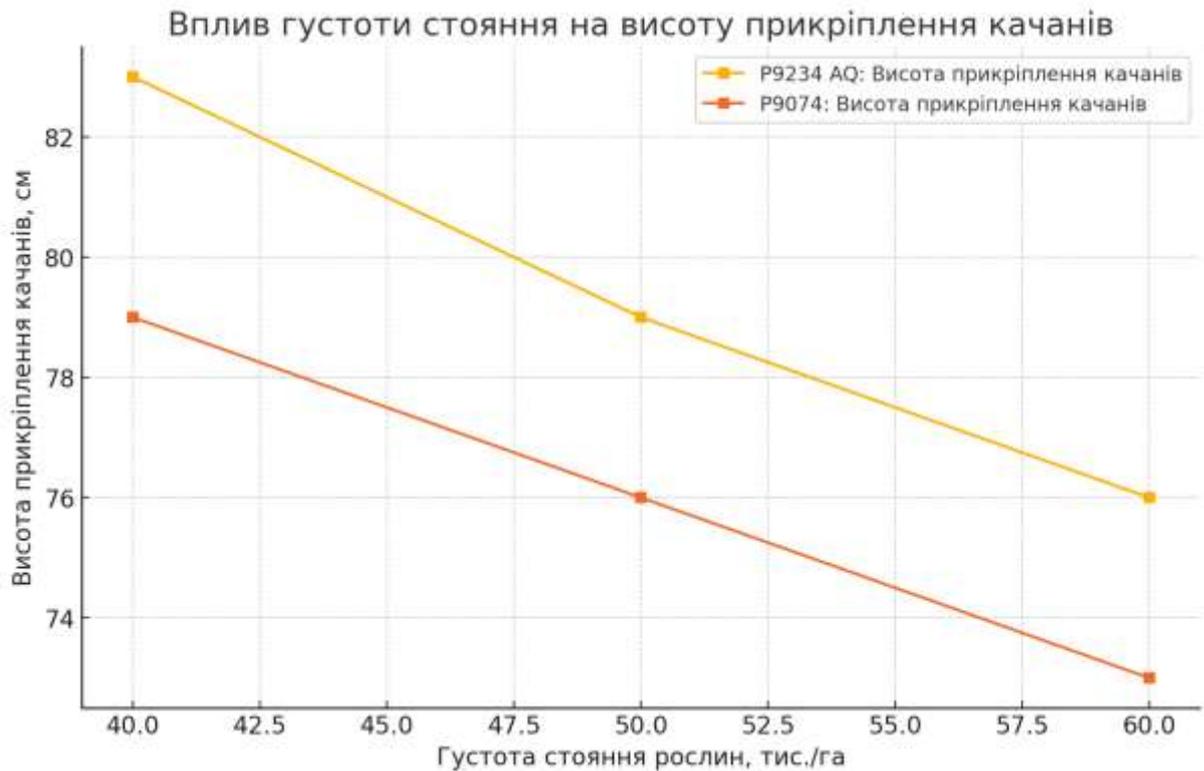
У процесі росту кукурудзи розподіл асимілятів між органами рослини змінюється. На початковому етапі вегетації асиміляти спрямовуються переважно на формування листків і стебел. Після фази 10–12 листків частка асимілятів, витрачених на ріст листкової поверхні, зменшується, а їх використання для росту стебел досягає максимуму в період викидання волотей і формування нитковидних стовпчиків. У фазі репродуктивного росту формування качанів відбувається переважно за рахунок реутилізації асимілянтів з листя.

Висота рослин і розташування качанів залежать від сорту та умов вирощування. За оптимальних умов, що забезпечують достатнє зволоження, освіту та живлення, рослини формують потужність надземної частини та кореневу систему.



У дослідженнях при густоті перебування 40 і 50 тис./га висоти рослин гібридів P9234 AQ та P9074 залишалася практично однаковою, але подальше збільшення густоти призводило до її зменшення. Максимальна висота рослин обох гібридів спостерігалась при густоті 40 тис./га, причому рослини гібрида P9074 були нижчими на 9,0 см порівняно з P9234 AQ. (мал. 3.1)

Збільшення густоти стояння також впливало на висоту прикріплення качанів. У наших дослідженнях при густоті 60 тис./га висота прикріплення зменшувалася на 7 см у P9234 AQ і на 6 см у P9074. Крім того, загущення посівів негативно позначалося на товщині стебел. У гібриді P9234 AQ діаметр стебла зменшився на 1,8 мм, а у P9074 – на 2,1 мм.



Тому, густина рослин є важливим елементом, який визначає морфологічні характеристики кукурудзи і впливає на формування врожаю. (Таблиця 3.1).

Аналіз біометричних показників гібридів кукурудзи P9234 AQ та P9074 у 2024 році продемонстрував вплив густоти стояння рослин на їх морфологічні характеристики.

Зі збільшенням густоти рослин від 40 до 60 тис./га в обох гібридів спостерігалось зменшення висоти стебла у фазу цвітіння волотей. Зокрема, у гібрида P9234 AQ висота стебла зменшилася з 216 см до 204 см, тоді як у гібрида P9074 цей показник знизився з 207 см до 193 см.

Схожа тенденція відзначалася і щодо висоти прикріплення качанів. У гібрида P9234 AQ висота прикріплення зменшилася з 83 см до 76 см, а у P9074 — з 79 см до 73 см.

Таблиця 3.1

**Біометричні характеристики гібридів кукурудзи за різної густоти
стояння рослин, 2024 р.**

| Гібрид | Густота стояння рослин, тис./га | Висота стебла в фазу цвітіння волотей, см | Висота прикріп- лення качанів, см | Діаметр стебла, мм |
|----------|--|---|--|-----------------------|
| P9234 AQ | 40 | 216 | 83 | 17,4 |
| | 50 | 212 | 79 | 16,2 |
| | 60 | 204 | 76 | 15,6 |
| P9074 | 40 | 207 | 79 | 19,5 |
| | 50 | 202 | 76 | 18,4 |
| | 60 | 193 | 73 | 17,4 |

Діаметр стебла також зменшувався із загущенням посівів. У гібриду P9234 AQ діаметр стебла знизився з 17,4 мм при густоті посіву 40 тис./га до 15,6 мм при 60 тис./га. У гібриду P9074 цей показник зменшився з 19,5 мм до 17,4 мм.

Загалом густота рослин негативно впливала на висоту і товщину стебла, а також висоту кріплення качанів, що свідчить про конкуренцію рослин за ресурси за збільшення густоти посіву.

3.2. Залежність формування площі листкової поверхні гібридів кукурудзи від густоти стояння рослин

Формування та розмір листової поверхні кукурудзи обумовлені морфологічними і біологічними характеристиками гібридів. Як зазначають дослідники, у ранньостиглих форм площа листової поверхні збільшується більш інтенсивно, ніж у пізньостиглих, однак останні відзначаються тривалішим періодом функціональної активності листків [15].

Дослідження динаміки розвитку листових пластинок і відмирання рослин кукурудзи показали, що на початкових етапах кількість зеленого листя майже не змінювалася. Проте зі збільшенням густоти посіву у досліджуваних гібридів спостерігалось зменшення кількості зеленого листя та збільшення частки сухого. Ця тенденція залишалася стабільною на всіх фазах розвитку.

Різниця в площі поверхні листя рослин визначалася кількістю і розміром листя, а також тривалістю вегетаційного періоду. Максимальна площа поверхні асиміляції рослини була мінімальною щільністю в обох досліджених гібридах. Він становив 37,9 дм² у гібрида P9234 AQ і 41,6 дм² у гібрида П9074. Загущеність посівів з 237 до 40 тис./га у гібрида P9234 AQ, площа зменшена з 6,8 дм² до 8,1 дм² у гібрида П9074 (Таблиця 7).

Гібрид P9234 AQ (15,16-18,66 тис.м²). У гібрида П9074 він був вище і досягав 16,64–20,10 тис.м²/га. слід зазначити, що в міру загущення врожаю загальна площа листя збільшувалася, що позитивно позначалося на можливості фотосинтетичних поверхонь, але це явище, навіть в належному поєднанні з іншими важливими факторами, що обмежують врожайність, не призводило до збільшення врожайності всієї культури (Табл. 3.2).

Аналіз даних таблиці демонструє залежність площі листової поверхні кукурудзи від густоти стояння рослин. Зі збільшенням кількості рослин на гектар площа листової поверхні окремої рослини зменшується. Наприклад, у гібрида P9234 AQ при густоті 40 тис./га площа листка однієї рослини становить 37,9 дм², тоді як при густоті 60 тис./га знижується до

31,1 дм². Схожа тенденція спостерігається у гібрида П9074, де площа листка зменшується з 41,6 дм² при густоті 40 тис./га до 33,5 дм² при густоті 60 тис./га.

Таблиця 3.2.

**Площа листової поверхні посівів гібридів кукурудзи за різних густот
стояння рослин, 2024 р.**

| Гібриди | Густота стояння рослин, тис./га | Площа листової поверхні | |
|----------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | | однієї рослини, дм ² | посіву, тис. м ² /га |
| P9234 AQ | 40 | 37,9 | 15,16 |
| | 50 | 34,2 | 17,10 |
| | 60 | 31,1 | 18,66 |
| П9074 | 40 | 41,6 | 16,64 |
| | 50 | 37,1 | 18,55 |
| | 60 | 33,5 | 20,10 |

Водночас, зі зростанням густоти стояння загальна площа листової поверхні на гектар збільшується, оскільки більша кількість рослин компенсує зменшення площі листка кожної окремої рослини. Для гібрида P9234 AQ загальна площа листової поверхні при густоті 40 тис./га становить 15,16 тис. м²/га, а при густоті 60 тис./га зростає до 18,66 тис. м²/га. У гібрида П9074 ці показники становлять 16,64 тис. м²/га і 20,10 тис. м²/га відповідно.

Гібрид П9074 демонструє більшу площу листя як на рівні окремих рослин, так і загалом на гектар посіву порівняно з P9234 AQ. Це свідчить про його вищу здатність до формування листової поверхні за умов збільшеної густоти. Такий результат може вказувати на більший потенціал цього гібрида до адаптації в умовах високої густоти посівів, що може позитивно впливати на врожайність.

3.3. Залежність структури врожаю та урожайності гібридів від густоти стояння рослин

Урожайність зернових гібридів кукурудзи визначається оптимальним співвідношенням кількості продуктивних рослин і їх розміщенням на одиниці площі. Індивідуальна продуктивність рослин залежить не лише від біологічних характеристик гібридів, але й значною мірою від густоти стояння.

Дослідження показали, що максимальна кількість плодовитих качанів на 100 рослин спостерігається при найменшій густоті посіву. Зі збільшенням густоти стояння рослин індивідуальна продуктивність поступово знижується через посилення конкуренції за світло, вологу та поживні речовини.

Наприклад, у гібрида P9234 AQ при густоті 40 тис./га кількість качанів на 100 рослин становила 86, тоді як при густоті 60 тис./га цей показник знизився до 73. У гібрида P9074 кількість качанів зменшилася з 91 при густоті 40 тис./га до 79 при густоті 60 тис./га (табл. 3.3).

Аналіз даних таблиці свідчить, що індивідуальна продуктивність гібридів кукурудзи суттєво змінюється залежно від густоти стояння рослин. Зі збільшенням густоти кількість продуктивних качанів на 100 рослин поступово знижується, що зумовлено зростаючою конкуренцією між рослинами за основні ресурси, такі як світло, волога та поживні речовини.

Для гібрида P9234 AQ при густоті 40 тис./га кількість качанів на 100 рослин складала 86 штук, що є найвищим показником серед наведених густоти. Зі збільшенням густоти до 50 тис./га кількість качанів зменшилась до 79 штук, а при густоті 60 тис./га – до 73 штук. Це демонструє значне зниження індивідуальної продуктивності при загущенні рослин.

**Продуктивність окремих рослин гібридів кукурудзи за різних густот
стояння, 2024 р.**

| Гібриди | Густоти стояння рослин, тис./га | Кількість качанів, шт./ 100 рослин |
|----------|------------------------------------|---------------------------------------|
| P9234 AQ | 40 | 86 |
| | 50 | 79 |
| | 60 | 73 |
| P9074 | 40 | 91 |
| | 50 | 86 |
| | 60 | 79 |

Схожа динаміка спостерігається і для гібрида P9074. При густоті сорок тис./га кількість качанів на сто рослин була максимальною і складала 91 штуку. Коли збільшувалась густина до 50 тис./га цей показник зменшився до 86 штук, а за густоти 60 тис./га – до 79 штук.

Отримані дані показують, що оптимальна щільність насаджень рослин забезпечує максимально можливу індивідуальну продуктивність кожної рослини. Якщо щільність занадто висока, рослина не зможе повністю реалізувати свій біологічний потенціал через надмірну конкуренцію, що призведе до зниження продуктивності. Це підтверджує важливість вибору правильної щільності врожаю для отримання високих урожаїв.

Дослідження підтвердило, що густина рослин суттєво впливає на формування елементів врожайності культури. Морфологічні особливості вуха поступово зменшувалися в міру збільшення щільності з 4 млн до 6 млн / га. зокрема, у гібрида P9234aq середня довжина качана зменшилась на 2,0 см, а його діаметр - на 0,3 см. модифікації гібридного P 9074сі склали 1,9 см і 0,3 см відповідно. Крім того, морфологічні особливості

качана змінювалися під впливом абіотичних факторів, що ще більше впливало на показники. жовтень.(табл. 3.4).

Таблиця 3.4.

Характеристика елементів структури врожаю гібридів кукурудзи за різної густоти стояння рослин, 2024 р.

| Гібрид | Густота стояння рослин тис./га | Довжина качана, см | Діаметр качана, см | Кількість зерен на качані, шт. | Маса зерна з качана, г | Маса 1000 зерен, г |
|----------|---|-----------------------|-----------------------|---|---------------------------|--------------------------|
| P9234 AQ | 40 | 14,3 | 3,8 | 394,9 | 67,5 | 171 |
| | 50 | 13,6 | 3,7 | 380,2 | 63,9 | 168 |
| | 60 | 12,3 | 3,5 | 363,8 | 55,7 | 153 |
| P9074 | 40 | 14,6 | 3,9 | 402,5 | 73,3 | 182 |
| | 50 | 13,8 | 3,8 | 398,1 | 68,1 | 171 |
| | 60 | 12,7 | 3,6 | 354,3 | 57,8 | 163 |

Аналіз таблиці показує, що густота рослин значною мірою впливає на структурні елементи врожаю гібридів кукурудзи. Зі збільшенням густоти від 40 до 60 тис./га у обох гібридів спостерігається зменшення довжини і діаметра качанів, кількості зерен, маси зерна з одного качана та маси тисячі зерен.

Для гібрида P9234 AQ при густоті 40 тис./га довжина качана становила 14,3 см, діаметр – 3,8 см, кількість зерен – 394,9 шт., маса зерна з одного качана – 67,5 г, а маса тисячі зерен – 171 г. За густоти 60 тис./га ці показники зменшувались до 12,3 см, 3,5 см, 363,8 шт., 55,7 г і 153 г відповідно.

Для гібриду П9074 спостерігається схожа тенденція. За густоти 40 тис./га довжина качана становила 14,6 см, діаметр – 3,9 см, кількість зерен – 402,5 шт., маса зерна з одного качана – 73,3 г, а маса тисячі зерен – 182 г. За густоти 60 тис./га показники зменшились до 12,7 см, 3,6 см, 354,3 шт., 57,8 г і 163 г відповідно.

Таким чином, підвищення густоти рослин призводить до зниження морфологічних характеристик качанів і показників продуктивності, що свідчить про необхідність оптимізації густоти стояння для максимального врожаю.

Тому, оптимальною густотою для обох гібридів є 50 тис./га, що забезпечує максимальну врожайність зерна. Водночас занадто низька або висока густина призводить до зниження врожайності.

Дані таблиці 3.5, свідчать, що врожайність зерна гібридів кукурудзи значно залежить від густоти стояння рослин. Оптимальною густотою для обох досліджуваних гібридів є 50 тисяч рослин на гектар. Досліджено два гібриди кукурудзи – П9074 і Р9234 АQ – за трьома варіантами густоти стояння рослин: 40, 50 та 60 тис./га.

Для гібрида П9074 максимальна врожайність досягалася за густоти 50 тис./га і становила 12,25 т/га. Це свідчить про оптимальний баланс між кількістю рослин на одиниці площі та їхньою індивідуальною продуктивністю. За меншої густоти – 40 тис./га – врожайність знижувалася до 11,25 т/га, що пояснюється недостатнім використанням площі посіву. Збільшення густоти до 60 тис./га також негативно позначалося на врожайності, яка зменшувалася до 11,8 т/га. Це зумовлено посиленням конкуренції між рослинами за світло, вологу та поживні речовини, що обмежувало їхній потенціал.

**Врожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти
стояння рослин, т/га, 2024 р.**

| Гібриди | Густота стояння рослин, тис./га | Урожайність, т/га |
|----------|---------------------------------|-------------------|
| П9074 | 40 | 11,25 |
| | 50 | 12,25 |
| | 60 | 11,8 |
| П9234 AQ | 40 | 12,95 |
| | 50 | 14,2 |
| | 60 | 13,3 |

Гібрид Р9234 AQ демонстрував аналогічну залежність врожайності від густоти стояння рослин, але з вищими абсолютними показниками. Максимальна врожайність цього гібриду зафіксована також за густоти 50 тис./га і становила 14,2 т/га, що значно перевищувало врожайність гібриду П9074. За густоти 40 тис./га врожайність була нижчою і складала 12,95 т/га, а за густоти 60 тис./га – знижувалася до 13,3 т/га. Зниження врожайності при надмірному загущенні пояснюється тією самою конкуренцією за ресурси, що обмежує розвиток рослин.

Загалом можна зазначити, що для обох гібридів оптимальною є густота стояння рослин 50 тис./га, яка забезпечує найвищу врожайність. Гібрид Р9234 AQ перевершує П9074 за продуктивністю в усіх варіантах густоти стояння, що свідчить про його більший потенціал при вирощуванні в сприятливих умовах. Це дозволяє рекомендувати саме Р9234 AQ для господарств, орієнтованих на отримання максимального врожаю. Водночас, як недостатня густота, так і надмірне загущення посівів призводять до втрати потенціалу культури через неефективне використання площі або конкуренцію між рослинами.

ВИСНОВКИ

На основі отриманих результатів досліджень встановлено, що продуктивність гібридів кукурудзи тісно залежить від норми висіву.

1. Площа листкової поверхні всіх рослин та її динаміка досягнення максимального рівня зменшуються із збільшенням густоти. Найвищий показник ознаки зафіксовано у гібрида П9074, де вона склала 18,55 тис. м²/га.
2. Максимальна врожайність гібриду П9074(2,84 т/га) досягається за густоти стояння 50 тис./га.
3. Гібриди Р9234 АQ та П9074 демонструють схожу реакцію на технологічні прийоми вирощування. Оптимальною густотою стояння для обох гібридів, що дозволяє максимально реалізувати їх генетичний потенціал.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

В умовах північно-східного Лісостепу України, для отримання максимальної продуктивності кукурудзи гібридів Р9234 АQ (ФАО 320) і Р9074 (ФАО 290) рекомендовано проводити сівбу за оптимальної температури ґрунту на глибині загортання насіння +10–12 °С. Оптимальною густотою стояння є 50 тис. рослин/га, що забезпечує врожайність у межах 8,5–9,0 т/га. Дотримання цих рекомендацій сприятиме підвищенню врожайності, економічної ефективності та рівня рентабельності вирощування культури в регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2017. 588 с.
2. Вернера І. Є. Статистичний щорічник України. Державна служба статистики України. Київ, 2022. 438 с.
3. Калетнік Г.М., Паламарчук В.Д., Гончарук І.В., Ємчик Т.В., Телекало Н.В. Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ФОП Кушнір Ю. В., 2021. 260 с.
4. Лебідь Л. Повернення королеви полів. *Аграрний тиждень*. 2013. №14-15(265). С. 22.
5. Фадеев Л.В. Кукурудза: развитие культуры и востребованность в Украине. *Агроном*. 2015. № 4(50). С. 78-86.
6. Паламарчук В.Д., Климчук О.В. Альтернативні аспекти використання зерна кукурудзи для отримання біоетанолу. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2010. Вип. 42. №. 4. С. 123-129.
7. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Поліщук І.С., Колісник О.М., Паламарчук О.Д. Вплив елементів технології на розвиток кукурудзи для виробництва біоетанолу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. Т. I. С. 96-101.
8. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ТОВ Друк. 2020. 536 с.
9. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 432 с.
10. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправ. та допов.). Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.

11. Тарновський К.С. Фотосинтез зелених організмів, або багатство природи у руках фермерів. *Хімія. Агрохімія. Сервіс*. 2011. №8. С. 64-67.
12. Заіменко Н.В., Дідик Н.П., Дзюба О.І. [та ін.]. Індукція захисних реакцій на посуху у рослин кукурудзи анальцимом за різних зволоженості й типу ґрунту. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013. Т. 45. С. 35-44.
13. Дудка М., Шевченко О. Мікродобрива й кукурудза. *Farmer the Ukrainian*. 2016. №5(77). С. 68-69.
14. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.
15. Сонько Р.С., Марченко О.А., Стародуб М.Ф., Коломієць В.М. Вплив технології вирощування на показники індукції флуоресценції хлорофілу за вирощування рослин кукурудзи. *Науковий вісн. нац. ун-ту. біоресурсів і природокористування України*. 2012. №178. С. 127-132.
16. Надь Янош. Кукуруза. Вінниця.: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.
17. Городній М.М., Павлик Р.М. Вплив систематичного використання добрив в сівозміні на формування асиміляційного апарату посівів та продуктивність кукурудзи на силос. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 54-60.
18. Паламарчук В.Д. Вплив строків сівби на площу листової поверхні гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2018. № 22 (1). С. 290-299.
19. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Вплив позакореневих підживлень на формування площі листової поверхні гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 32-38.
20. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на вміст хлорофілу у гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 3 (14). С. 43-53.
21. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця: ФОП Данилюк,

2013. 636 с.

22. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ТОВ Друк, 2022. 372 с.

23. Пащенко Ю.М., Остапенко М.А., Єремко Л.С. Строки сівби та густина стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2007. №2. С. 24-28.

24. 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.

25. Адамень Ф.Ф., Далджи Д.Г. Семеноводство кукурузи: Справочник. Симферополь: Таврия, 1991. 147 с.

26. Філіпов Г.Л., Черчель В.Ю., Максимова Л.О. Оцінка генотипів кукурудзи на стійкість до загущення посіві. *Агроном*. 2015. №1(47). С. 28-29.

27. Воскобойник О.В., Олізько О.П., Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Динаміка зміни біометричних показників ліній кукурудзи залежно від строків сівби. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2009. Вип. 59. С. 90-94.

28. Паламарчук В.Д. Вплив чинників технології на формування маси 1000 зернин і продуктивності гібридів кукурудзи. *Агроном*. №4(66), листопад. 2019 р. 86-92.

29. Філіпов Г.Л., Яремко Л.С. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. 2003. №20. С. 21-23.

30. Ковальчук І. Актуальність середньоранніх гібридів кукурудзи в сучасному агро виробництві. *Farmer (the Ukrainian)*. 2017. №3 (87). С. 32-33.

31. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція*. 2013. № 5. С. 74-75.

32. Бабицкий А.Ф. Масса первого листа проростков кукурузы и содержание хлорофила в нем при гетерозисе. *Агроном*. 2011. № 4 (34). С. 69-70.

33. Ярошко М., Штангела Й. Кукурудза – основні вимоги до вирощування. *Агроном.* 2012. № 2(36). С. 138-140.
34. Іващенко О.О. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго. *Хімія. Агрономія. Сервіс.* 2011. № 12. С. 38-41.
35. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН.* 2003. №20. С. 36-38.
36. Зозуля О.Л., Паламарчук В.Д. Оцінка вихідного матеріалу кукурудзи в селекції на придатність до механізованого вирощування та збирання. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення.* 2006. Вип. 8 (48). С. 153-157.
37. Паламарчук В.Д. Характеристика самозапилених ліній та простих гібридів кукурудзи за міцністю бокової стінки стебла. *Корми і кормовиробництво.* 2007. Вип. 59. С. 27-31.
38. Чернобай Л., Музафаров Н., Попова К. Вектори адаптації. *Farmer (the Ukrainian).* 2017. №3 (87). С. 20-24.
39. Влащук А., Прищепко М., Желтова А. Цариця полів. Чинники урожайності. *Farmer (the Ukrainian).* 2017. №3 (87). С. 12-13.
40. Паламарчук В.Д., Гуць В.О. Вплив розмірів та глибини загортання насіння на прояв морфологічних ознак у гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво.* 2016. № 4. С. 94-101.
41. Паламарчук В.Д., Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 452 с.
42. Капустін А., Ковтун М., Капустін С. Особливості вирощування простих гібридів кукурудзи. *Пропозиція.* 2011. №5. С. 56-61.
43. Паламарчук В.Д. Вплив строків сівби гібридів кукурудзи на стійкість проти хвороб та шкідників. *Хранение и переработка зерна.* 2012. № 6. С. 22-24.
44. Федоренко В.П., Пашенко Ю.М., Дудка Е.Л. Защита кукурузы при интенсивной технологии ее возделывания. *Агроном.* 2011. № 4 (34). С. 74-83.

45. Малаканова В.П., Ломоновской Д.В., Ласкин Р.В., Таран Д.А., Вакуленко И.Н. На старте кукурузы. *Фермерське господарство (газета)*. 2012. №15(575). С. 18-19.
46. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Формування висоти закладання качанів у гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т. 2. С. 26-33.
47. Красновський С. Рекомендації щодо строків сівби кукурудзи. *Агроном*. 2014. № 1(43). С. 138-140.
48. Марченко О. Ранній посів кукурудзи – можливі ризики. *Зерно*. 2014. №3(96). С. 88-89.
49. Непреходящий В.В. Особенности выращивания кукурузы и условия получения максимального урожая с единицы площади. *Агротехника, агрохимия, агротехнологии*. 2012. № 4. С. 28-30.
50. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 8. С. 28-32.
51. Kovalenko O.A., Palamarchuk V.D., Krychkovskiy V.Y. Erbe der europäischen wissenschaft wirtschaft, management, erziehungswissenschaften, psychologie, landwirtschaft, kunstgeschichte heritage of european science economics, management, education, psychology, agriculture, art history. «Maize as a source of starch and bioethanol: conditions and cultivation elements. Monographic series «European Science». Karlsruhe 2022. Book 9. Part 2. P. 95-119.
52. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза. Селекція та вирощування гібридів: монографія. Вінниця: ПП Павлюк І.Б. ВДАУ, 2009. 199 с.
53. Любар В., Балан М. Торк СТ – стабілізуючий інокулянт для насіння кукурудзи. *Зерно*. 2015. №1(106). С. 104-106.
54. Вовкодав В.В. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К.: 2001. 356 с.
55. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні.

(Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин). 2016. 81 с.

56. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу: навч. посіб. Херсон: Грінь, 2014. 448 с.

57. Доспехов В.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

58. Малік М.Й. Методичні підходи до організації маркетингу інновацій наукоємного ринку агропромислового виробництва. Економіка АПК. 2005. № 8. С. 22-26.

ДОДАТКИ