

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.01.-МКР.18 «С» 2024.01.08.033 ПЗ

ТЕРНОВОГО НАЗАРІЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА

2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.527.5:633.15:631.53.04

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного
факультету **В. П. Коваленко**

« _____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри рослинництва
_____ **С. М. Каленська**

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ
ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН В
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ»**

Спеціальність

201 Агрономія

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
д. с-г наук, професор

Каленська С. М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
к. с.-г. н., доцент

Антал Т. В.

Виконав

Терновий Н. В.

КИЇВ 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с.-г. наук, професор

_____ **С. М. Каленська**

« ____ » _____ **20__ р.**

**ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

ТЕРНОВОМУ НАЗАРІО ВОЛОДИМИРОВИЧУ

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

Тема магістерської роботи: «Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин в умовах Лісостепу» затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.01.2024 р. № 18 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.10.2024 року.

Вихідні дані до роботи: погодно-кліматична зона – Лісостеп, ґрунти дослідної ділянки чорноземи типові малогумусні, клімат регіону помірно-континентальний, гібриди кукурудзи – КВС 2370 (ФАО 280), ДКС 4014 (ФАО 310), ДКС 4408 (ФАО 340).

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- визначити особливості росту, розвитку та формування продуктивності кукурудзи залежно від густоти стояння рослин;
- встановити особливості фотосинтетичної діяльності агроценозів кукурудзи;
- удосконалити навички самостійної роботи і володіння методикою аналізу експериментальних даних;
- дослідити адаптивну здатність рослин до сукупності метеорологічних факторів протягом вегетації та їх вплив на формування урожайності кукурудзи;
- встановити економічну ефективність технології вирощування кукурудзи, на основі проведених досліджень, зробити висновки та рекомендації виробництву.

Дата видачі завдання

25.10.2023 р.

Завдання видав

**керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

Антал Т. В.

Завдання прийняв до виконання

Терновий Н. В.

РЕФЕРАТ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин в умовах Лісостепу»

Обсяг роботи 64 сторінки комп'ютерного тексту, складається з вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, містить 10 таблиць та 3 рисунки. Список використаної літератури складає 47 джерел.

Метою роботи було дослідити вплив густоти стояння рослин на ріст, розвиток, урожайність та якість зерна кукурудзи середньоранньої та середньостиглої групи стиглості.

В *першому* розділі подано інформацію про особливості росту та розвитку культури, формуванню гібридного складу кукурудзи для умов регіону, вплив густоти посіву на продуктивність гібридів кукурудзи.

Другий розділ присвячений умовам, програмі та методиці проведення дослідження. Описано агротехніку вирощування кукурудзи в досліді. Подано характеристику досліджуваних гібридів кукурудзи.

В *третьому* розділі викладені результати, щодо тривалості вегетаційного періоду та наростання площі листкової поверхні посівів досліджуваної культури.

В розділі *чотири* проаналізовано вплив передзбиральної густоти рослин кукурудзи на структурні елементи, урожайність та якісні показники зерна.

В *п'ятому* розділі зроблено розрахунок економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи.

На основі проведених експериментальних досліджень зроблено висновки та надані рекомендації, щодо удосконалення елементів технології вирощування гібридів кукурудзи для підвищення врожайності та рівня рентабельності.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, фази вегетації, структура врожаю, урожайність, якість зерна, рентабельність.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Перспективні напрямки та стан виробництва кукурудзи в світі та Україні	10
1.2. Критичні фази росту та розвитку кукурудзи	14
1.3. Особливості росту й розвитку кукурудзи	19
1.4. Підбір гібридів кукурудзи	23
1.5. Формування густоти стояння рослин кукурудзи	26
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1. Ґрунти господарства	30
2.2. Погодно-кліматичні умови	31
2.3. Програма та методика проведення досліджень	33
2.4. Методика проведення досліджень	34
2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді	35
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ГУСТОТИ ПОСІВУ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ	39
3.1. Польова схожість та виживаність рослин кукурудзи залежно від факторів досліджень	39
3.2. Проходження фенологічних фаз залежно від густоти посіву гібридів кукурудзи	41
3.3. Вплив густоти стояння на морфологічні ознаки гібридів кукурудзи	43
3.4. Площа листової поверхні посівів досліджуваної культури	46
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ПЕРЕДЗБИРАЛЬНОЇ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	49
4.1. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від факторів технології вирощування	49

4.2. Урожайність зерна кукурудзи при застосуванні різної густоти стояння рослин	52
4.3. Якісні показники зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин	54
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН	56
5.1. Економічна ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи	56
ВИСНОВКИ	58
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

ВСТУП

Кукурудза (*Zea mays*) – одна з найвисокопродуктивніших злакових культур універсального призначення, яку разом із рисом і пшеницею відносять до одного з «трьох найголовніших хлібів людства».

У світовому виробництві кукурудзи Україна знаходиться на четвертому місці після США, Китаю і Бразилії. Кукурудза використовується на харчові, кормові та технічні цілі. В нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою [14].

На корм використовується зерно, продукти його переробки, зелена маса у свіжому, сухому і засилосованому вигляді. Зерно кукурудзи висококалорійне (у 100 г – 97 ккал); містить багато вуглеводів, клітковини, білку, велику кількість вітамінів групи В, вітамін Е, калій, фосфор, магній, залізо, цинк.

Вуглеводи, що містяться в кукурудзі, забезпечують організм енергією, не викликаючи жирових відкладень у людини. Із загального світового виробництва зерна кукурудзи 60 % використовується на корм худобі більше 25 % – в їжу – для виготовлення борошна, крупи, пластівців, консервів, кондитерських виробів; близько 15 % – для промислової переробки – для виробництва олії, крохмалю, патоки, спирту, глюкози, цукру і т. д. [28].

Найважливішим аспектом вирішення проблеми забезпечення населення продуктами, котрі відповідають біологічним нормам харчування, є виробництво зерна кукурудзи.

Врожайність підвидів кукурудзи, як і будь-яких інших культур, визначається індивідуальною продуктивністю рослин і їх кількістю на одиниці площі. Щоб забезпечити оптимальну кількість рослин на площі з урахуванням польової схожості насіння, запобігти загибелі рослин від шкідників і хвороб, підрізування рослин під час догляду за посівами, низка дослідників вважає, що норму висіву насіння необхідно збільшувати на 35-40 % в порівнянні з розрахунковою нормою у випадку заданої густоти. Також прийнято вважати,

що з усіх рослин, що зійшли, до часу збирання зберігається тільки 85-90 % рослин [11].

Одним з основних шляхів підвищення врожайності і зниження собівартості насіння є підвищення густоти вирощування рослин. Однак необхідно пам'ятати, що за надмірного загущення рослин погіршуються елементи структури врожаю та якість зерна [37]. Тому вивчення реакції кукурудзи на загущення є дуже актуальним завданням рослинників.

Метою проведених нами досліджень було дослідити вплив густоти стояння рослин на ріст, розвиток, урожайність і якість зерна кукурудзи.

Об'єкт дослідження – є формування урожайності і якості зерна кукурудзи гібридів КВС 2370, ДКС 4014, ДКС 4408 залежно від густоти стояння рослин.

Завдання дослідження – показати результати практичних досліджень впливу різної густоти стояння рослин кукурудзи гібридів КВС 2370, ДКС 4014, ДКС 4408 на ріст, розвиток і врожайність кукурудзи; зробити висновки та надати пропозиції щодо оптимальної густоти стояння рослин, виходячи з проведених досліджень.

Предмет дослідження – гібриди кукурудзи КВС 2370, ДКС 4014, ДКС 4408, показники урожайності і якості зерна кукурудзи досліджуваних гібридів, економічна ефективність їх вирощування.

Методи досліджень. Під час виконання роботи використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень. Як загальнонаукові використовували: гіпотезу, експеримент і спостереження. Як спеціальні - польовий, лабораторно-аналітичний та порівняльно-розрахунковий методи.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Перспективні напрямки та стан виробництва кукурудзи в світі та Україні

Подальший розвиток галузі рослинництва, що є однією з найбільш важливих в економіці України, потребує якісних перетворень, спроможних забезпечити підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва та продовольчу безпеку держави.

Виробництво зерна кукурудзи є важливою складовою усього зернового господарства України. Її сучасне народногосподарське значення і, зокрема, забезпечення надійного зернофуражного балансу не має альтернативи. Ця культура значною мірою визначає не тільки економічний стан тваринництва, але й зернової галузі в цілому. В її виробництві також зацікавлені галузі харчової, переробної, медичної, мікробіологічної промисловості, а також і паливно-енергетичний сектор держави, оскільки зерно цієї культури є високоенергетичною сировиною для промислового виробництва біоетанолу та інших паливних матеріалів [33].

Крім того, в останні роки ця культура все більш стійку позицію займає на світовому ринку зерна. В цьому плані природно-економічні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби в зерні кукурудзи, а й значно наростити її експортний потенціал. Проте в дійсності на шляху, пов'язаному зі створенням стабільного і сприятливого середовища, включаючи інфраструктуру ринку, у виробничій практиці під час вирощування кукурудзи ще мають місце численні перепони як агротехнологічного, так і організаційно-економічного характеру.

Неоднозначне ставлення до цієї культури призводило до різких коливань посівних площ і валового збору, а в несприятливі роки - і до різких коливань урожайності.

Для отримання високого врожаю, аграріям потрібно інвестувати в якісне насіння, різні засоби захисту рослин, добрива, а після збирання – проводити сушку (яка на сьогодні є надзвичайно дороговартісною) та якісно зберігати вирощену продукцію. Через несприятливі фактори та обмеженість експорту в цьому році прогнозується, що площі під кукурудзою залишаться на рівні 4 млн га, решту площі замінить соняшник, соя, ріпак, нішеві культури. Якщо порівняти сезон 2022 і 2023 року то бачимо, що раніше кукурудзу висівали на площі 4,62 млн га, тоді як у 2023 році ці цифри суттєво зменшилися і кукурудза зайняла лише 3,86 млн га, а площі зменшилися на 760 тисяч гектарів [43]. Проте, ця культура залишається стратегічно важливою і перспективною. Тому удосконалення основних елементів у технологях вирощування кукурудзи , в тому числі живлення і підживленні цієї культури залишаються вкрай важливими та потребують подальшого вивчення (рис. 1.1).

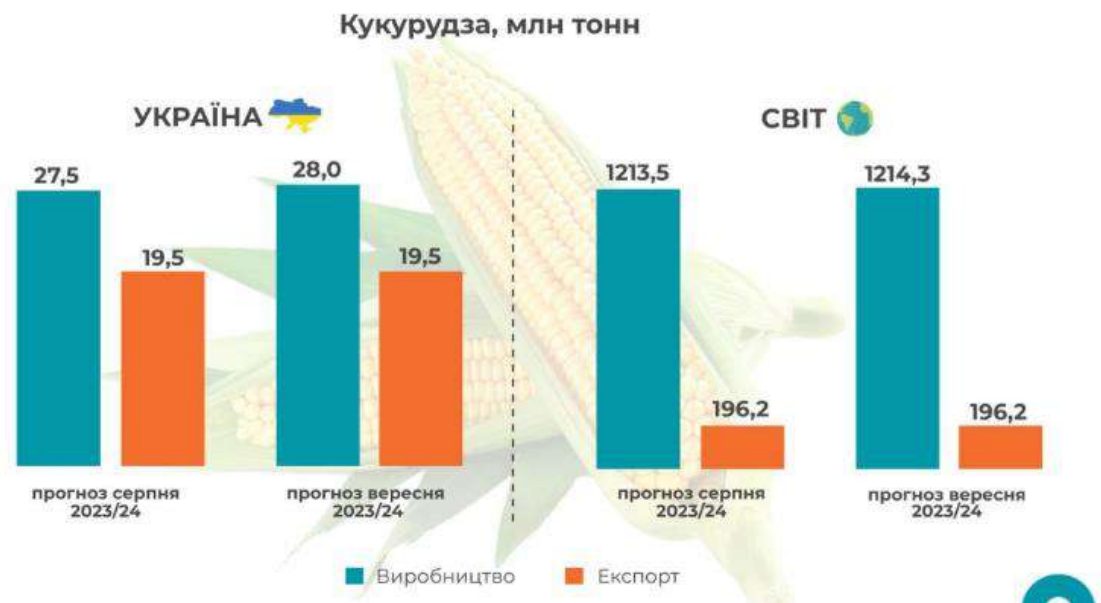


Рис. 1.1. Виробництво та експорт зерна кукурудзи [49]

Станом на вересень 2024-2025 МР очікується зростання світового виробництва кукурудзи на 0,8 млн т - до 1 214,3 млн т. Зростання відбудеться за рахунок більшого виробництва кукурудзи в США (+0,6 млн т - до 384,4 млн т) та України (+0,5 млн т - до 28,0 млн т). При цьому, буде спостерігатися скорочення виробництва кукурудзи в країнах ЄС (-0,3 млн т - до 59,4 млн т).

Як повідомляв Укрінформ, за прогнозом Української зернової асоціації потенційний врожай зернових та олійних в Україні у 2023 році становитиме 80,5 млн т. В асоціації очікують, що пшениці буде зібрано 22 млн т (в 2022 було 20,2 млн т, а в 2021 – 33 млн т) та кукурудзи - 28 млн т (в 2021 році – 37,6 млн т, 2022 – 27,3 млн т) [39].

В розрізі областей лідером є Черкаська область з вирощування насіння кукурудзи й соняшнику. Щодо озимої пшениці, то перше місце посіла Одещина, яка витіснила Харківщину у порівнянні з 2021 роком. Кукурудзу вирощують у 15 областях, озиму пшеницю – у 19, а соняшник – у 16 регіонах України.

Лідерами у рейтингу вирощування найбільшої кількості посівного матеріалу трьох найпопулярніших культур зернових минулого року стали Черкащина, Полтавщина, Дніпропетровщина, Одещина, Тернопільщина та Київщина. Свої позиції у порівнянні з позаминулим роком втратила Харківщина, адже там зараз ідуть воєнні дії, відбуваються постійні обстріли й значна частина земель замінована.

Найбільше кукурудзи вирощують області: Черкаська – 9518,436 га; Полтавська – 6838,709 га; Дніпропетровська – 4416,61 га; Хмельницька – 2386,36 га; Сумська – 2260,146 га; Тернопільська – 2049,00 га; Вінницька – 1956,67 га; Житомирська – 1773,58 га; Київська – 1674,43 га; Одеська – 533,94 га.

На фоні загального падіння експорту товарів і послуг з України частка сільськогосподарської продукції і продовольства зросла з 40,7% в 2021 р. до 61,5% в 2023 р. Українське аграрне виробництво стало одним з основних каналів надходження валютної виручки в країну в умовах повномасштабної війни і зруйнованої промисловості [43].

Обсяг експорту зернових в натуральному виразі був нижчим на 27% в 2022 р. і на 15% в 2023р. порівняно з середніми значеннями в 2019-2021 роках. Падіння експорту в грошовому виразі відбувалось не лише за рахунок зниження тонажу, а й внаслідок просідання цін на сільськогосподарські товари

на світових ринках. Динаміка експорту зернових з України подана на рисунку 1.2 - 1.3.

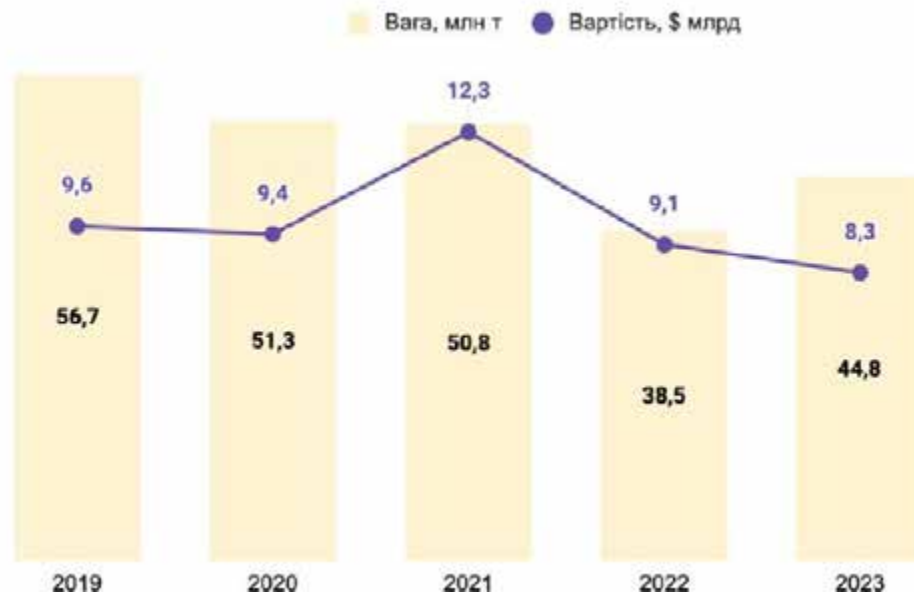


Рис. 1.2. Динаміка експорту зернових з України [48]

За даними Державної митної служби України у 2023 р. порівняно з результатами 2021р. знизилась частка Азії і Близького Сходу. Хоча такі лідери, як Китай, Єгипет і Туреччина лишились в ТОПі найбільших імпортерів українського зерна, їх частка сильно просіла порівняно з довоєнним періодом. А Індонезія, Іран (зі зрозумілих причин) і ряд інших близькосхідних країн взагалі вилетіли з першої десятки найбільших ринків збуту для зернових з України [48].

На противагу, зросли поставки до країн ЄС. Таким чином на Європейський Союз в 2023 р. припало 55% експорту зернових, проти 16% в період до повномасштабного вторгнення.

За прогнозами USDA, врожай кукурудзи в Україні у 2023/24 МР складатиме 27,5 млн т (+2,5 млн т до минулого прогнозу). Оцінка експорту залишилась на рівні 19,5 млн т, кінцеві запаси можуть сягнути 3,89 млн т (+2,5 млн т).

Разом із тим ресурсний потенціал сільського господарства України, в основі якого знаходяться високопродуктивні землі сільськогосподарського

призначення та сприятливі агрокліматичні умови, має значні можливості для подальшого свого розвитку.

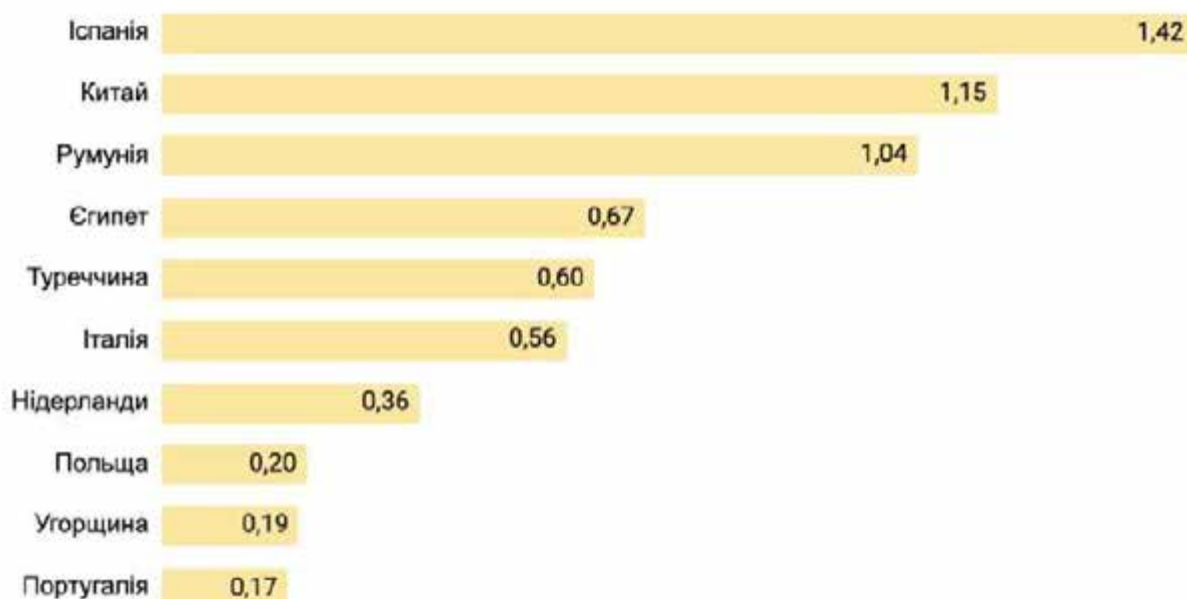


Рис.1.3. ТОП -10 країн-імпортерів українського зерна в 2023 р., \$ млрд [47]

Існують додаткові можливості щодо збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції і зерна кукурудзи зокрема, внеску галузі в підвищення рівня продовольчої та енергетичної безпеки, зростання експортного потенціалу держави.

Впродовж останніх років вирощування кукурудза на зерно набуло нечуваного розвитку і на сьогоднішній день ця культура займає перше місце в світі за площами посівів та валовими зборами. Це свідчить про те, що ця культура користується великим попитом майже у всіх країнах світу і має тенденцію до збільшення посівних площ.

1.2. Критичні фази росту та розвитку кукурудзи

Рослина кукурудзи використовує сонячне світло як джерело енергії для виробництва вуглеводів, білків та олії, які містяться в зерні. Сировиною для

цього процесу є вода та мінеральні поживні речовини (з ґрунту) та вуглекислий газ (з атмосфери).

Ріст, розвиток і врожайність кукурудзи багато в чому залежить від абіотичних факторів, однак фермер може керувати цим за допомогою таких факторів, як вибір гібриду, обробіток ґрунту, сівозміна, удобрення, зрошення та боротьба з шкідниками. Якщо він зрозуміє принципи росту та розвитку кукурудзи, він зможе застосувати ці вирішальні виробничі ресурси в потрібний час і в потрібних кількостях, щоб досягти оптимального прибутку.

Листовий етап рослин кукурудзи ідентифікується верхнім листям із видимим язичком. Приблизно на етапі V6, нижні листки опадають, внаслідок його потовщення та видовження [34].

Кожна стадія визначається, коли приблизно половина або більше рослин у культурі знаходяться в цій конкретній фазі. Хоча кожен етап розвитку є важливим, ми зосереджуємо увагу лише на керівних принципах управління тільки для стадій VE, V3, V5, V12, V18, R1 та R2 до R6 (рис. 1.1).

Проростання – сходи.

Отримання рівномірного посіву - це перший крок у оптимізації врожайності. Прохолодна погода під час сівби загалом обмежує поглинання поживних речовин з ґрунту та гальмує розвиток. На цьому етапі важливу роль відіграє удобрення.

Первинний корінь вбирає добриво, тому ефект рор-ур необхідний для гарного вкорінення. Температура ґрунту вище 15⁰C сприятлива для рівномірного та швидкого проростання, за умови наявності достатньої вологості.

Насінина, що довго не проростає, має підвищений ризик ураження сажкою, оскільки патоген проникає в рослину через колеоптіль. Гриб росте разом з рослиною і проявляється лише під час цвітіння.

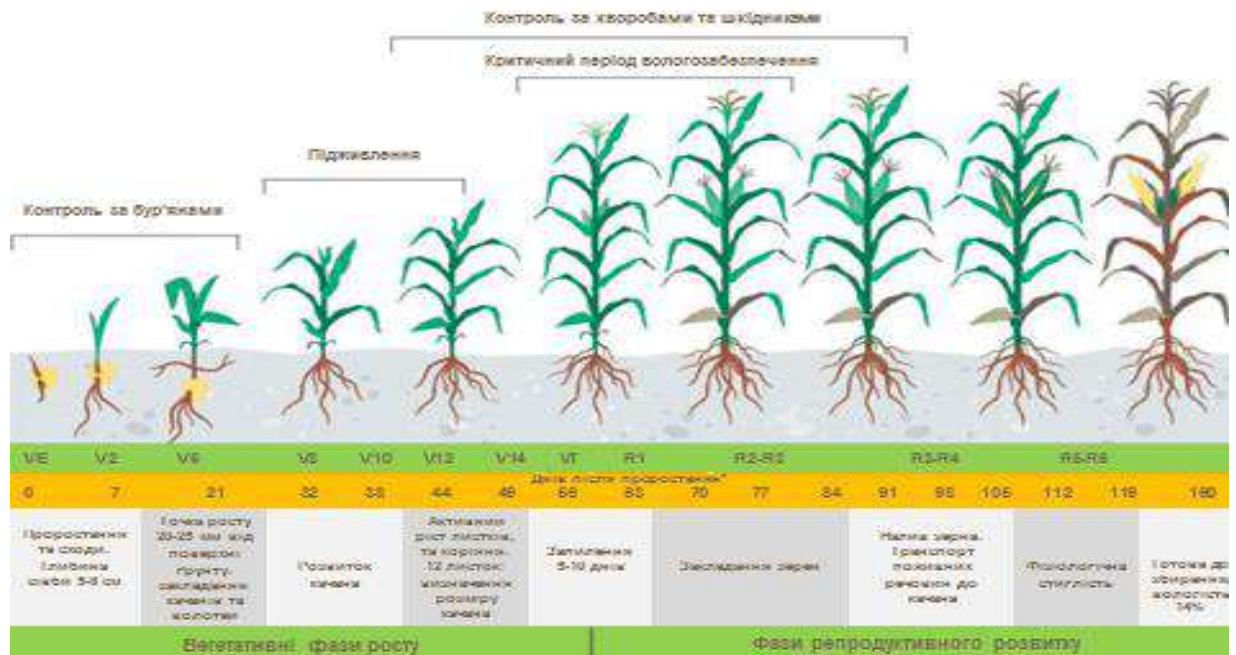


Рис. 1.1 Фази росту та розвитку кукурудзи

Фаза V3

Під час цієї стадії точка росту все ще знаходиться нижче рівня ґрунту. Низькі температури можуть подовжити час формування листків.

Град, або мороз на даному етапі мало або взагалі не впливає ні на ріст, ні на урожай. Перезволоження, коли точка росту все ще знаходиться під поверхнею ґрунту, особливо при високих температурах, може вбити рослини і призвести до значних втрат.

Контроль над бур'янами на ранніх стадіях росту значною мірою сприяє зростанню врожайності кукурудзи.

Фаза V5

Точка росту близько до поверхні ґрунту, а стебло починає швидко подовжуватися. Нові листки з'являються кожні 2-3 дні. Визначається потенціал врожайності та кількість рядків зерен в качані.

Кожне міжвузля сприяє розвитку кукурудзи, хоча зазвичай тільки один або два верхніх забезпечують урожай. Щоб уникнути дефіциту поживних

елементів проводять підживлення азотом, в ідеалі завершивши його до стадії восьмого листка [41].

Грибкові захворювання можуть знизити здатність листя до фотосинтезу, знижуючи урожайність та якість зерна. Це чудовий час для застосування фунгіцидів, якщо є проблеми. Фунгіциди забезпечують захист від 14 до 21 дня.

Пошкодження від граду та шкідників можуть зменшити кількість рядів в качані. Мороз на даному етапі може знищити урожай, тоді як пошкодження градом може призвести до втрати врожаю від 10% до 20%.

Фаза V12

Рослина перебуває у фазі інтенсивного росту, починають формуватися опорні корені. На даному етапі визначається потенційна кількість зерен у рядку на качані до стадії V17.

Потреби азоту в рослині найвищі на цьому етапі. Уникайте дефіциту води та поживних речовин. Кількість зерен та розмірів качанів залежить від генетичних особливостей. Ранні гібриди проходять через ці стадії швидше і мають менші качани. Уникнення обприскування фунгіцидами протягом V10-V14 знижує ризик порушення ваги качана.

Фаза V18

Коріння проникає на глибину 1,8 м. Волоть стає видимою в піхві листка.

Стрес на даному етапі призведе до затримки розвитку качанів, більше ніж до затримки розвитку волоті, внаслідок чого утворення пилку починається ще до появи рилець. Сильний стрес може бути дуже шкідливим.

Якщо листя рано вранці в'яне через нестачу вологи, то це може призвести до втрат урожаю до 4% на добу.

Особливістю періоду є інтенсивне споживання елементів живлення та вологи. Поліпшення умов живлення мікроелементами, які підвищують фертильність (B), водоспоживання (Zn) та фотосинтетичну продуктивність (Mg, Mn), на цьому етапі створюють передумови ефективного цвітіння та запліднення.

Фаза R1

Репродуктивна стадія починається, коли з'являються рилеця. Запилення відбувається протягом п'яти-десяти днів.

Кукурудза чутлива до стресу в цей час, що може спричинити абортацію качанів, а в'янення листя вранці внаслідок дефіциту вологи може призвести до втрати врожаю до 7% на добу.

Поглинання калію майже завершено. Він відіграє важливу роль у запилюванні та наливу зерна, а дефіцит цього елемента уповільнює утворення рилець і навіть призводить до череззерниці. Низький вміст калію та надмірна кількість азоту може спричинити вилягання.

Рослина починає переміщувати поживні речовини з інших частин рослини до качана. На цьому етапі можна прослідкувати сильну кореляцію концентрації поживних речовин у рослині з кінцевою врожайністю та ефективністю конкретної програми живлення [2].

Рослина готова до запасання вуглеводів в ендоспермі, а сухі речовини швидко накопичуються в ядрах. Поява шкідників може призвести до вторинного інфікування фузаріозом або іншими грибками.

Фази R2 - R6

На цих етапах відбувається активний налив зерна. Рослина перебуває на завершальному критичному етапі формування зерен в качані.

Стрес може зменшити кількість, розмір і вагу сформованих зерен.

Рекомендується зберігати травостій якнайдовше, щоб гарантувати довшу тривалість кожної стадії, максимально збільшуючи накопичення сухої речовини.

R3 – молочна стиглість (настає на 18-22 день після появи рилець)

R4 – молочно-воскова стиглість (настає на 24-28 день після появи рилець)

R6 – фізіологічна стиглість (настає на 60-65 день після появи рилець)

1.3. Особливості росту й розвитку кукурудзи

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

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

Кукурудза – рослина короткого дня, вона найшвидше переходить у генеративну фазу розвитку за 8-9-годинної тривалості світлового дня. А за його тривалості понад 12-14 годин вегетативна фаза і весь вегетаційний період подовжуються. Тому гібриди для північних регіонів вирощування кукурудзи мають бути генетично пристосовані до умов довгого світлового дня. Один і той самий гібрид утворює в північних районах більшу кількість міжвузлів і листя, ніж у південних [6].

Також кукурудза належить до світлолюбних рослин, і інтенсивність асиміляції CO₂ великою мірою зумовлюється інтенсивністю освітлення, а затемнення листків, навпаки, знижує її. Тому положення листків на рослині і площа живлення мають велике значення для кукурудзи. Оптимальний індекс листової поверхні для кукурудзи на силос становить 3-6, для кукурудзи на зерно – 3-4 [1].

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

У міжфазний період третій-восьмий листок, коли кліматичні умови характеризуються переважно низькою температурою навколишнього середовища, кукурудза переходять на автотрофне живлення. У рослин починає формуватися вторинна коренева система і закладаються генеративні

органи, зокрема конус наростання волоті і качана. Асиміляційна поверхня наростає повільно, а наступний листок з'являється через три-шість діб.

Перехід міжфазного періоду від утворення восьмого до появи одинадцятого листка відбувається за вищих температур. На даному етапі органогенезу коренева система кукурудзи достатньо потужно розвинена і проникає до 1 м, а утворення листкового апарату відбувається інтенсивно. Це період утворення вузлів і міжвузлів, кількість яких залежить від групи стиглості гібриду. Проте, внаслідок недостатньої вологості повітря, дефіциту ґрунтової вологи та високих температур повітря ці фактори негативно впливають на продуктивність рослин [15].

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

У період формування 11–13-го листків інтенсивність появи листків становить три – шість днів для кожного. Від появи 10-го листка й до закінчення цвітіння відбувається інтенсивне наростання лінійних параметрів (10–15 см на добу), що припадає на період червень-липень, коли відмічаються стресові умови, викликані високим температурним режимом [21].

Таблиця 1.1

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

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

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

Фаза викидання волотей залежно від погодних умов триває від 7 до 12 діб. Відмітимо, що в цей період відбувається формування пилку і обумовлюється його життєздатність і розпочинається органогенез качана. Також слід врахувати, що з початком цвітіння лінійний ріст рослин кукурудзи припиняється [45].

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

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

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

Різниця між цвітінням волотей і появою приймочок качана не має перевищувати двох–п'яти діб, що забезпечить оптимальне запліднення й

високу озерненість качана, а отже, і високу продуктивність кукурудзи. Тривалість цього етапу органогенезу обумовлюється головним чином гідротермічними умовами. Оптимальна для запилення температура повітря 23-25°C з доброю вологозабезпеченості посівів. За таких умов пилок швидко починає проростати, а через 20-30 годин досягає зав'язі. За істотної посухи та високих температур понад 30°C, порушуються процеси запліднення, спостерігається пересихання рилець качанів, що є результатом зниження врожайності зерна [19].

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

Проходження період наливу й досягання зерна визначається генотипом та погодними умовами. Проте, слід відмітити, що тривалість генеративного періоду кукурудзи менш істотно обумовлюється погодними умовами, аніж – вегетативного періоду, коли рослини споживають значно менше вологи на формування одиниці врожаю. Дослідженнями встановлено, що висока продуктивність кукурудзи формується за вмісту в зерні 60-64% сухої маси. На даному етапі утворюється чорний шар (*black layer*) на місці прикріплення зерна до стрижня, що свідчить про припинення надходження поживних речовин [22].

1.4. Підбір гібридів кукурудзи

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

використання; врожайність та якість; стійкість до вилягання; толерантність до знижених температур, до хвороб [4].

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

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

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

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

Таблиця 1.2

Розподіл гібридів кукурудзи за групами стиглості

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

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

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

Відомо, що гібриди зубовидного типу зерна швидше віддають вологу порівняно з гібридами, у яких зерно кременистого чи кременистоподібного типу. Це пов'язано, насамперед, із різною структурою насінневої оболонки у верхній частині зерна. У гібридів із зубовидним типом зерна вона нещільна і не заважає вивільненню вологи, а у гібридів із кременистим і кременистоподібним типом навпаки – він щільний і перешкоджає швидкій вологовіддачі [18].

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

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

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

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

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

1.5. Формування густоти стояння рослин кукурудзи

Головним агротехнологічним заходом при вирощуванні кукурудзи є раціональний вибір як правильного гібриду, так і формування оптимальної норми висіву насіння. Негативний вплив на рівень урожайності будуть мати як збільшення, так і зменшення густоти стояння рослин. За умови зрідженого посіву недобір врожаю буде зумовлено обмеженим потенціалом качана для компенсації кількості рослин, як елемента структури врожаю. Крім цього, формується недостатня площа листків, і частина сонячних променів не використовується вегетативною масою рослини, а вони потрапляють на ґрунт і збільшують інтенсивність випаровування вологи та підвищують температуру поверхні ґрунту та надземного шару повітря [20].

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

Важливо враховувати зональність висіву кукурудзи, щоб визначитися із групою стиглості гібридів, які матимуть можливість в цих умовах

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

Також треба враховувати, глибокий чи поверхневий обробіток ґрунту, оскільки на останньому більша ймовірність пересихання верхнього шару ґрунту. На цих полях варто організувати вчасний посів, оскільки при пересиханні на глибині заробки насіння варто було би збільшити його норму висіву, щоб отримати рекомендовану густоту, оскільки насіння в сухому ґрунті не зійде, або ж зійде ослаблене і не матиме нормально сформованого початку [26].

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

Кукурудза може формувати врожайність 10 т/га і більше, а тому і винос основних елементів живлення з урожаєм є також суттєвим. Тому наступним критерієм, який враховують при виборі оптимальної густоти, є особливості живлення. Варто розрізнити інтенсивну систему вирощування, де вносять розрахункову норму добрив на запланований врожай, та помірно інтенсивну, де вносять добрива в невеликій кількості. Відповідно, якщо інтенсивна технологія, то можна розглядати варіант збільшення густоти, але за умов відповідного гібриду і головне наявності гарантованої вологи для формування потенціалу, на помірно інтенсивній технології збільшення густоти може призвести просто до зниження врожайності [5].

Наступним критерієм, що впливає на формування норми висіву насіння, є безпосередньо група стиглості. Тривалі посухи та високі температури в один з критичних періодів розвитку кукурудзи, - викидання волоті та запилення, вимагають розділення та сівбу різних груп стиглості, аби мінімізувати вказані ризики. Варто було би звернути увагу на актуальність ранньої групи стиглості кукурудзи із ФАО 220-260. Звісно, ця група може поступатися потенціалом врожайності більш пізнім, але під впливом вказаних погодних умов ця група показує кращу продуктивність, особливо в роки із посушливим та спекотним літом, гарантуючи аграріям сталий врожай. Тому варто висівати кілька гібридів із різних груп стиглості [44].

Формуючи норму висіву насіння, необхідно враховувати польову його схожість. На польову схожість, головним чином, впливає якість насіння та якість підготовки ґрунту (його структура, наскільки вона забезпечує контакт насіння з ґрунтом), запаси вологи в ньому та температура ґрунту на глибині залягання насіння (особливо для надранніх строків посіву). Крім того, певна кількість рослин втрачається під час вегетації, в основному на ранніх етапах розвитку, зокрема від пошкоджень шкідниками, що підгризають кореневу систему та шкодять безпосередньо проростки та перші листки (доцільність інсектицидної обробки насіння).

Норма висіву кукурудзи повинна забезпечити очікувану передзбиральну густоту, враховуючи можливі втрати густоти від висіву насіння і до збирання врожаю. Для досягнення густоти стояння рослин на момент збирання встановлюють страхові надбавки – 5-20% [30].

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

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ґрунти господарства

Полеві дослідження проводилися на чорноземах типових малогумусних легкосуглинкового механічного складу. Згідно агрохімічного обстеження ґрунтів, яке в господарстві проводили в 2023 році, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см за методикою Тюріна складає від 3,18 до 3,42%. Ґрунти характеризуються нейтральною реакцією ґрунтового розчину з рН від 6,7 до 7,1. Вміст загального азоту за методом Кельдаля становить від 0,21 до 0,29%, загального фосфору – 0,13-0,20% і калію – 1,9-2,2%. Агрофізичні властивості ґрунту є добрими для вирощування сільськогосподарських культур, про що свідчать дані, наведені в таблицях 2.1 - 2.2.

Таблиця 2.1.

Водно-фізичні властивості ґрунту

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

Гумусово-елювіальний горизонт ґрунту на ділянках дослідів складає 40 см, він темно-сірий, легкосуглинковий, дрібногрудочкуватий, зернистий, пористий, перехід до темно-коричневого ілювіального горизонту поступовий. Нижче 40 см гумусу майже немає. На глибині 50-90 см залягає лес палевий,

легкосуглинковий, щільний. Починаючи з глибини 100-120 см зустрічається білоглазка. Бонітет ґрунтів 72-78 бали. В цілому показники родючості ґрунту на дослідних ділянках близькі до типових характеристик чорноземів типових малогумусних.

Таблиця 2.2

Механічний склад ґрунту

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

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

2.2. Погодно-кліматичні умови

Господарство розташоване у Білоцерківському районі Київської області. Клімат району помірно-континентальний, з відносно м'якою зимою та теплим літом. З наведених даних видно, що район розташування господарства характеризується позитивною температурою повітря. Найбільш високі

температури повітря спостерігаються у липні – серпні, а найнижчі – у січні – лютому (рис. 2.1).

Абсолютний мінімум температури повітря, який спостерігається у січні-лютому, становить -33°C , а абсолютний максимум липень-серпень становить $+39^{\circ}\text{C}$.

При високих температурах, в умовах низької вологості повітря, можливі атмосферні засухи, які призводять до «підгорання», іноді й повної загибелі деяких сільськогосподарських культур.

При низьких температурах можливе вимерзання озимих культур, особливо в безсніжні зими. Слід відмітити, що явища з такими температурами недовготривалі і спостерігаються відносно рідко.

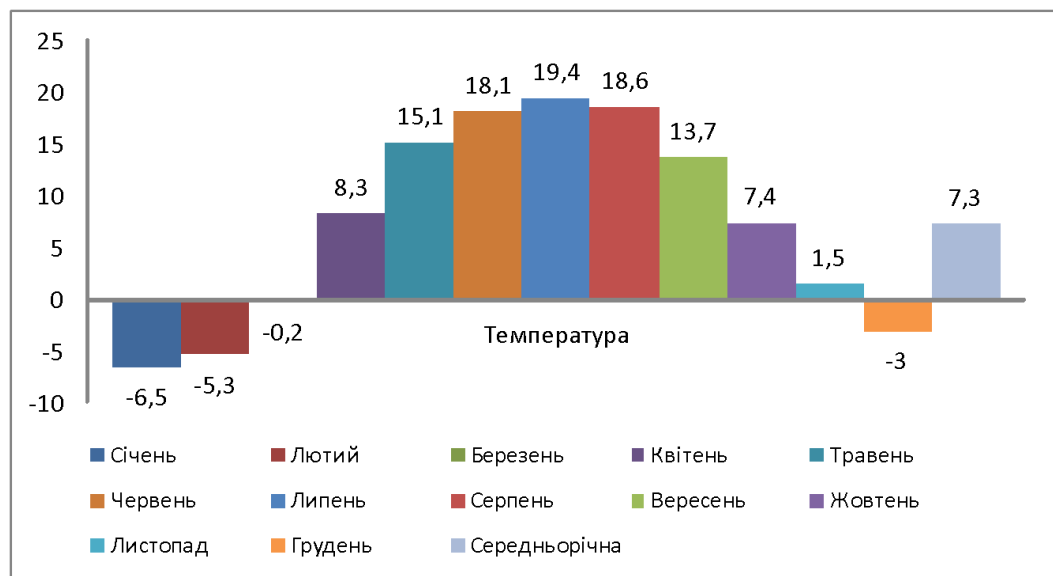


Рис.2.1. Середня місячна та річна температура повітря $^{\circ}\text{C}$

Період з середньодобовими температурами повітря вище 0° , звільнення полів від снігу і розмерзання ґрунту, становить у даній місцевості 245 днів. Починається він 20-21 березня і закінчується 21 листопада.

Тривалість вегетаційного періоду, що відповідає періоду з середньодобовою температурою повітря вище 5°C , становить в середньому 200 днів. Починається він 8-9 квітня і закінчується 25-26 жовтня.

Період з середньодобовою температурою повітря вище 10°C характеризує теплозабезпеченість більшості сільськогосподарських культур і триває тут 160 днів з 25-26 квітня до 2-3 жовтня з сумою позитивних температур за цей період 2600°C .

Ранні осінні заморозки спостерігаються у вересні, а останні весняні можуть спостерігатися до середини травня. Безморозний період в даній місцевості триває в середньому 175 днів.

Стиглість ґрунту настає на початку квітня, коли складаються найкращі умови для польових робіт. Орний шар ґрунту буває прогрітим до 5°C у кінці квітня, до 10°C - у кінці першої декади травня, до 15°C - у кінці травня. На підставі цих показників і даних про вимоги с.-г. культур до тепла визначаються оптимальні строки сівби ранніх і пізніх ярих культур.

Взимку часто спостерігаються відлиги до $5-10^{\circ}\text{C}$ тепла. Вони, як правило, негативно впливають на озимі культури.

Максимум опадів випадає в червні-липні. За період з температурою повітря вище 10°C випадає близько 310-330 мм атмосферних опадів. Це період, коли відбувається інтенсивний ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Але в цей період спостерігаються і високі температури повітря, які в умовах низької вологості призводять до інтенсивного випаровування вологи. Тому важливого значення в цей період набувають агротехнічні заходи, спрямовані на збереження вологи у ґрунті, на зменшення її випаровування.

В цілому ж кліматичні умови сприятливі для вирощування всіх районованих для даної зони сільськогосподарських культур в тому числі й кукурудзи.

2.3. Програма та методика проведення досліджень

Польові дослідження закладалися протягом 2023 - 2024 роках на полях ПП «Агрофірма Розволожжя» Білоцерківського району Київської області.

Програмою досліджень передбачалося дослідження гібридів кукурудзи та оптимальної густоти стояння рослин шляхом закладання польового дослідів відповідно до загальноприйнятої методики.

У дослідженнях вивчали гібриди середньостиглої та середньоранньої групи стиглості компанії Монсанто ДКС 4014 (ФАО 310), ДКС 4408 (ФАО 350) та гібрид КВС 2370 (ФАО 280) компанії KWS [7].

Схемою дослідів було передбачено дослідити дію та взаємодію двох факторів:

Фактор А. Гібрид

1. ДКС 4014- Контроль
2. ДКС 4408
3. КВС 2370

Фактор В. Густота стояння рослин

- 50 тис. шт./га - Контроль
- 60 тис. шт./га
- 70 тис. шт./га

Повторність трьохразова, загальна площа ділянки становила – 120 м² облікова – 50 м².

2.4. Методика проведення досліджень

Протягом періоду виконання досліджень проводилися наступні обліки та спостереження:

- фенологічні спостереження проводились за проходженням етапів органогенезу та фенологічних фаз росту і розвитку рослин кукурудзи;

- дати настання фенологічних фаз вегетаційного періоду гібридів кукурудзи проводили візуально: відмічали початок фази, коли в неї вступило 10% рослин та повну – 75%. Відмічали дати сівби, з'явлення сходів, цвітіння волотей, качанів, молочної, воскової і повної стиглостей качанів;

- площу листкової поверхні розраховували, використовуючи параметри довжини та ширини листка за формулою:

$$S = k \times l \times n,$$

де S – площа листя, см^2 ; k – середній поправочний коефіцієнт, що становить 0,67; l – довжина листя, см ; n – ширина листка в самому широкому місці, см . [35];

- густоту стояння рослин кукурудзи при широкорядному способі сівби визначали два рази за вегетацію на одних і тих самих площадках, на початку вегетації і перед збиранням врожаю;

- висоту рослин та висоту прикріплення нижнього качана проводили вимірюванням в двох несуміжних повтореннях по варіантах досліду в 5 місцях по 5 рослин. Вимірювання проводили лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки волоті;

- структуру врожаю проводили на відібраних зразках шляхом розбирання проб: визначали масу качана, кількість зерн з качана та масу зерна з качана [34].

- масу 1000 зерен визначали згідно методики: відбирали дві проби по 500 зерен, зважували на лабораторній вагах з подальшим розрахунком згідно з ДСТУ 4138-2002 [9].

- облік урожайності проводили на кожному варіанті. При цьому врожай перераховували на стандартну вологість (14 %) [24];

- економічну ефективність елементів технології вирощування розраховували за технологічними картами та «Методичними вказівками визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями».

2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

В дослідженнях застосовували загальноприйняту технологію вирощування кукурудзи для зони Лісостепу.

Досліди були закладені на високому фоні мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$), нітроамофоску вносили розкидним способом під передпосівну культивуацію.

Попередником була озима пшениця, тому основний обробіток ґрунту включав лущення стерні на глибину 10-12 см та оранку на глибину 25-27 см., передпосівну культивуації проводили на глибину 6-8 см.

Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – 25 квітня у 2023 році та 22 квітня – у 2024 році. Ширина міжрядь 70 см. Норму висіву визначали відповідно до програми досліджень на заплановану густоту стояння досліджуваних гібридів кукурудзи.

В день сівби вносили ґрунтовий гербіцид Харнес 2,2 л/га. Проводили два міжрядні обробітки ґрунту на глибину 6-8 см у різні фази розвитку рослин кукурудзи. Збирали кукурудзу прямим комбайнуванням.

Облік та формування густоти стояння рослин проводили у фазі 3-5 листків окремо по кожній ділянці. Підрахунок рослин кукурудзи перед збиранням на всіх ділянках повторювався.

Облік урожаю проводили у фазу повної стиглості зерна вручну шляхом зважування качанів з усієї облікової площі ділянки.

Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи

Кукурудза КВС 2370 (ФАО 280)

Рекомендована зона - Лісостеп, Степ, Полісся

Рік реєстрації – 2016 р.

Група стиглості - середньорання

Рекомендована густота на час збирання - 60-85 тис. шт./га

Вид зерна - зубовидний

Висота рослин – 290-300 см

Висота прикріплення качана – 100-110 см

Зерен в ряду- 37-39 шт.

Напря́м використання- зерновий

Кількість рядів зерен-16-18 шт.

Кількість зерен у качані – 620-655шт.

Маса 1000 зерен – 310-320 г

Характеристика гібриду

- Жовто-помаранчевий колір зерна.
- Вміст протеїну - 9,6%
- Вміст крохмалю - 77,9%

Стійкість гібриду до хвороб та стресових факторів

- Посухостійкість, жаростійкість - 9.0 балів.
- Стійкість до стеблового вилягання – 0 балів
- Стійкість до пухирчастої сажки - 9.0 балів.
- Стійкість до фузаріозу (стебла/качани) - 9.0 балів.
- Стабільність та пластичність - 9.0 балів.

ДКС 4014 (ФАО-310)

Рекомендована зона - Лісостеп, Степ

Рік реєстрації – 2014 р.

Група стиглості - середньостигла

Рекомендована густина на час збирання - 50-75 тис. шт./га

Вид зерна - зубовидний

Висота рослин – 220-235 см

Висота прикріплення качана – 95-115 см

Зерен в ряду – 35-42 шт.

Напря́м використання - зерновий

Кількість рядів зерен-14-16 шт.

Маса 1000 зерен - 280-350 г

Стійкість гібриду до хвороб та стресових факторів

- Початкова енергія росту - 8.0

- Стійкість до пухирчастої сажки - 9.0
- Стійкість до фузаріозу (стебла/качани) - 8.0
- Стійкість до кореневого та стеблового вилягання - 7.5
- Стійкість до стеблового вилягання – 0 балів
- Стабільність та пластичність: 9.0

ДКС 4408 (ФАО 340)

Рекомендована зона - Полісся, Лісостеп, Степ

Рік реєстрації – 2014 р.

Група стиглості- середньостигла

Рекомендована густина на час збирання - 50-80 тис. шт./га

Вид зерна - зубовидний

Висота рослин – 230-250 см

Висота прикріплення качана – 105-115 см

Зерен в ряду- 37-43

Напрямок використання- зерно, силос, біогаз

Вміст білка -9,2%

Кількість рядів зерен -16-18 шт.

Маса 1000 зерен – 290-330 г

Характеристика гібриду

- Кількість зерен у качані – 600-720 шт.
- Вміст протеїну - 9,2%
- Вміст крохмалю - 75,9%

Стійкість гібриду до хвороб та стресових факторів

- Початкова енергія росту - 8.0 балів.
- Холодостійкість - 9.0 балів.
- Посухостійкість - 9.0 балів.
- Стійкість до пухирчастої сажки - 9.0 балів.
- Стійкість до фузаріозу (стебла/качани) - 9.0 балів.
- Стійкість до кореневого та стеблового вилягання - 9.0 балів.
- Стійкість до стеблового вилягання - null

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ГУСТОТИ ПОСІВУ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ

Використання потенціалу врожайності нових гібридів кукурудзи можливе за умови адаптації агротехнічних чинників до вимог щодо їх вирощування. Одним із найважливіших чинників є густина посіву, яка суттєвою мірою формує врожайність зерна.

Густина посіву рослин визначає забезпечення їх водою та поживними речовинами, а також впливає на доступ світла до окремих рослин, що важливо для ефективного перебігу фотосинтезу [8].

Оптимальна густина рослин – це, з одного боку, рекомендована селекціонерами кількість рослин на одиницю площі, а з іншого – рівномірний розподіл їх у рядку. Тільки така система гарантує максимальну кількість качанів з високою озерненістю, що зумовлює підвищення врожайності

Для реалізації максимальної продуктивності гібридів кукурудзи в певних агрокліматичних умовах особливий інтерес має проблема формування оптимальної густоти рослин для гібридів кукурудзи. Науковці відмічають, що правильний вибір густоти дає змогу збільшити урожайність кукурудзи на 20-30 ц/га [10].

3.1. Польова схожість та виживаність рослин кукурудзи залежно від факторів досліджень

Гібриди кукурудзи різної селекції являють собою різноманітні екологічні біотики культури. Для них характерна відносно неоднакова реакція на зміну умов зовнішнього середовища, рослини відзначаються різними темпами росту і розвитку, варіабельністю морфологічних ознак, тривалістю й

інтенсивністю фотосинтетичної діяльності, розвитком кореневої системи та іншими властивостями, які формуються і під впливом технологічних заходів.

Агротехнічні заходи відіграють суттєву роль у забезпеченні фізіологічних процесів рослин, від них певною мірою залежить польова схожість, дружність і своєчасність, формування оптимальної густоти рослин, що в результаті позначається на продуктивності кукурудзи. Сівба - перший і найвідповідальніший період, який значною мірою зумовлює час появи і повноту сходів, наступний ріст та розвиток рослин [39]. Одержання високої польової схожості - одне з найважливіших завдань агротехніки, оскільки від неї значно залежить рівень майбутнього врожаю. Польова схожість насіння та врожайність сільськогосподарських культур пов'язані прямою залежністю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Польова схожість і збереженість рослин кукурудзи
(середнє за 2023-2024 рр.)

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Густина стояння рослин, тис.шт./га					
	50-К		60		70	
	Польова схожість, %	Збереженість, %	Польова схожість, %	Збереженість, %	Польова схожість, %	Збереженість, %
ДКС 4014-К	89,6	86,5	88,1	88,0	91,2	88,3
ДКС 4408	90,0	88,1	89,2	90,1	92,4	90,4
КВС 2370	90,7	88,6	90,7	90,5	93,0	90,7

З даних таблиці видно, що польова схожість зерна кукурудзи за збільшення норм висіву має незначне зменшення. В середньому за роки проведення дослідження, польова схожість при нормі 50 тис.шт./га була в межах від 89,6 до 90,7 %, за норми 60 тис.шт./га даний показник зменшився і

становив 88,1-90,7 %, а за норми 70 тис.шт./га польова схожість рослин кукурудзи була найбільшою і становила від 91,2 до 93,0 %.

Аналізуючи результати, ми бачимо, що до збирання від рослин що зійшли, зберігається в залежності від норми висіву від 88,0 до 90,7 % залежно від гібриду та густоти стояння рослин. Кращим за показниками польової схожості та збереженості зарекомендував себе гібрид КВС 2370 в якого польова схожість становила 93,0 % та збереженість рослин до збирання 90,7 % за норми висіву 70 тис.шт./га.

3.2. Проходження фенологічних фаз залежно від густоти посіву гібридів кукурудзи

На будь-якому етапі органогенезу можливий негативний вплив як біотичного, так і абіотичного фактору, які можуть порушити або сповільнити весь подальший процес формування генеративних органів. Особливо відчутним такий вплив може бути на ранніх стадіях розвитку рослин (до 11-го листка). Нами зафіксовано суттєвий вплив тривалості вегетаційного періоду на показники лінійних розмірів рослини, висоту закладання качанів. Але тривалість самого вегетаційного періоду, навіть одного і того самого гібриду, може змінюватися залежно від забезпеченості теплом та вологою в умовах конкретного року [29].

Форми кукурудзи, які характеризуються тривалим вегетаційним періодом та подовженим періодом від цвітіння до повної стиглості зерна, мають підвищену стійкість до враження стебловими гнилями порівняно із скоростиглими формами та коротким другим періодом розвитку рослин («цвітіння-повна стиглість зерна») [31]

Як видно з таблиці 3.1. загущення посівів дещо збільшує тривалість періоду проходження фаз. Відмінності ці незначні, але різниця проявляється вже при настанні генеративного періоду, коли формується суцвіття і проходить досягання зерна.

Спостерігаючи за проходженням вегетації кукурудзи в залежності від досліджуваних елементів технології вирощування нами були встановили деякі особливості починаючи з фази 7-8 листків. У досліджуваних гібридів фаза 7-8 листків настає майже однаково у всіх досліджуваних варіантах – 8.06 - 9.06, а у варіантах де густина стояння рослин 70 тис. шт./ га вона наставала на 1 день пізніше. Що стосується фази викидання волоті то також необхідно відмітити запізнення із настанням даної фази на 1 день на варіанті із густиною посіву 70 тис. шт./ га.

Таблиця 3.2

Вплив густоти стояння на строки настання фенологічних фаз
у гібридів кукурудзи (середнє за 2023-2024 рр.)

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Густина стояння рослин, тис.шт./га	Фенологічні фази				Тривалість вегетацій ного періоду, днів
		7-8 листків	викидання волоті	МОЛОЧНОВОСКОВА СТИГЛІСТЬ	ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ	
ДКС 4014 -К	50-К	9.06	12.07	13.08	17.09	117
	60	9.06	13.07	14.08	19.09	119
	70	10.06	13.07	14.08	20.09	119
ДКС 4408	50	9.06	10.07	11.08	10.09	114
	60	9.06	10.07	11.08	10.09	113
	70	10.06	11.07	12.08	17.09	114
КВС 2370	50-К	8.06	9.07	7.08	8.09	111
	60	8.06	9.07	7.08	9.09	113
	70	9.06	10.07	9.08	9.09	112

Молочно-воскова стиглість залежно від гібриду проходила в період 07.08...14.08. Найшвидше настання даної фази відмічене на контрольному

варіанті де проводили сівбу кукурудзи при густоті стояння 50 тис.шт./га. Настання воскової стиглості найшвидше відбулося за даного ж варіанту – 8.09 у гібриду КВС 2370. Тривалість вегетаційного періоду досліджуваних гібридів коливалася в межах 111-112 днів у гібриду КВС 2370, у гібриду ДКС 4408 - 113-114 днів та у гібриду ДКС 4014 - 117-119 днів.

3.3. Вплив густоти стояння на морфологічні ознаки у гібридів кукурудзи

Технологія вирощування кукурудзи на зерно включає механізоване вирощування та збирання культури. Найбільший вплив на механізоване збирання кукурудзи має висота рослин та висота кріплення качанів. Ріст і розвиток рослин відображають всю сукупність процесів взаємодії організму з факторами зовнішнього середовища [27].

Висота рослин та кріплення качанів це генетичні ознаки, які значною мірою залежать від денного освітлення, вологості повітря і ґрунту, температури, агротехніки вирощування, скоростиглості гібриду та строків сівби [29].

Однією з основних ознак, що характеризує швидкість росту і розвитку культурних рослин, є висота центрального стебла та прикріплення нижнього качана [44].

По мірі збільшення густоти зростає конкуренція за основні фактори життя, зокрема освітлення рослин та вологозабезпечення. За рахунок цього ми відмічали відмінності у лінійному рості рослин при зміні густоти стояння рослин. По мірі загушення від 50 до 70 тис. шт./га висота рослин збільшується, причому в значній мірі.

З даних таблиці 3.3 видно, що загущені посіви протягом вегетації збільшують темпи росту в порівнянні з посівами густотою 50 тис.шт./га, також різниця спостерігається і в зріджених посівах. Все це говорить про те, що

оптимальна площа живлення та освітленість рослин мають значний вплив на продуктивність кукурудзи.

При вирощуванні кукурудзи на зерно цей фактор має велике значення, через те, що для формування кондиційних качанів рослини мають бути правильно сформовані на період запилення, саме цей період зафіксований у таблиці про динаміку висоти рослин. Висота рослин пов'язана з їх масою, облиственістю та кількістю плодотворних качанів.

В середньому за роки дослідження найвищими рослини кукурудзи були на варіанті з густотою стояння рослин 70 тис.шт./га у гібриду КВС 2370 і становила 286,0 см. У гібридів ДКС 4408 та ДКС 4014 висота рослин за даної густоти стояння рослин були: 278,5 та 244,5 відповідно до гібриду.

Найнищими рослини кукурудзи були відмічені за варіанту густоти стояння рослин 50 тис.шт./га. На контрольному варіанті у гібриду ДКС 4014 – 230,5 см; ДКС 4408 – 252,0 та у гібриду КВС 2370 – 264,5 см.

Таблиця 3.3

Вплив густоти стояння на висоту рослин гібридів кукурудзи, см
(середнє 2023-2024 рр.)

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Густота стояння рослин, тис.шт./га	Висота рослин, см		
		2023 р.	2024 р.	середнє
ДКС 4014-К	50-К	225	236	230,5
	60	227	240	233,5
	70	238	251	244,5
ДКС 4408	50	245	259	252,0
	60	265	275	270,0
	70	270	287	278,5
КВС 2370	50	260	269	264,5
	60	272	294	283,0
	70	276	296	286,0

Висота прикріплення качанів має особливе значення для проведення механізованого збирання кукурудзи. Згідно технологічних параметрів комбайнів висота прикріплення качанів повинна становити не менше 50-60 см від поверхні ґрунту. Висота прикріплення качанів суттєво залежала від висоти рослин та із збільшенням габітусу рослин зростала і висота прикріплення качанів. Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи за висотою прикріплення качанів залежно від густоти стояння наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Вплив густоти стояння на висоту кріплення качанів гібридів кукурудзи, см
середнє 2023-2024 рр.

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Густота стояння рослин, тис.шт./га	Висота прикріплення качана, см		
		2023 р.	2024 р.	середнє
ДКС 4014-К	50-К	95,7	106,7	101,3
	60	98,3	110,3	104,3
	70	100,2	112,0	106,1
ДКС 4408	50	100,5	112,0	106,3
	60	107,5	116,7	112,1
	70	113,9	122,1	117,0
КВС 2370	50	106,3	114,8	110,6
	60	112,9	123,1	118,0
	70	114,2	128,1	121,2

Висота прикріплення качанів, в середньому за роки досліджень для гібриду КВС 2370 становила 110,6-121,2 см, для гібриду ДКС 4408 – 106,3-117,0 см для гібриду ДКС 4014 висота прикріплення качана становила 101,3-106,1 см. Аналізуючи показники за роками досліджень ми можемо відмітити зменшення висоти прикріплення качанів, у досліджуваних гібридів кукурудзи в 2023 році порівняно із 2024 роком, що пов'язано із стресовими умовами вегетації кукурудзи за вологозабезпеченням.

Тому збільшення густоти стояння рослин на одиниці площі забезпечувало вищу висоту прикріплення качанів, і найвище значення, в середньому за роками дослідження, було для гібриду КВС 2370 – 121,2 см; ДКС 4408 - 177,0 та ДКС 4014 -106,1 см на варіанті де густота становила 70 тис.шт./га.

3.4. Площа листкової поверхні посівів досліджуваної культури

Основою формування урожаю, будь-якої культури, в тому числі і кукурудзи є фотосинтетична діяльність.

Для вивчення продуктивності фотосинтезу кукурудзи важливе місце має розмір площі листкової поверхні. Площа листкової поверхні – показник, який дає можливість визначити лінійні можливості фотосинтетичної діяльності посівів. Вченими встановлено, що кожен квадратний метр листкової поверхні кукурудзи в загальному посіві за день синтезує від 5 до 12 грамів сухої речовини врожаю [46].

За густоти стояння 60 тис.шт./га, хорошій облистеності та середній продуктивності фотосинтезу 5-6 г/м² можливо забезпечити добовий приріст 200-250 кг/га, що за період вегетації буде складати 50,0-70,0 т/га сухої маси кукурудзи. Із зменшенням площі живлення змінюється морфологія рослин, збільшується висота і зменшуються товщина стебла, довжина й ширина листкових пластинок [42].

Площа листків і їх кількість на рослині є важливими елементами в оцінці фотосинтезу. Проведеними дослідженнями було встановлено, що площа засвоєння сонячної енергії окремою рослиною була найбільшою при щільності посіву 7 рослин/м². Зі збільшенням густоти висіву значення цього показника зменшується, що пояснюється взаємним затіненням листкових пластинок.

Відповідно до одержаних даних, протягом усього вегетаційного періоду на варіанті з удобренням рослини він був більшим, порівнюючи з контрольним

варіантом. Максимальних розмірів листкова поверхня досягла в період викидання волотей (табл.3.5).

Вимірювання площі листкової поверхні проводили у фенологічні фази 7-8 листків кукурудзи, цвітіння волоті та у фазу воскової стиглості.

Дослідженнями встановлено, що у фенологічну фазу 7-8 листків площа листкової поверхні була найменшою та варіювала в межах від 8,9 до 10,9 тис.м²/га у гібриду ДКС 4014 у гібриду ДКС 4408 даний показник був в межах 9,4-11,3 тис.м²/га та у гібриду КВС 2370 площа листкової поверхні становила – 9,8-11,8 тис.м²/га.

Таблиця 3.5

Формування площі листкової поверхні посівами кукурудзи, залежно від густоти стояння рослин, тис.м²/га, (середнє за 2023 - 2024 рр.)

Фактор В. Густота стояння рослин тис.шт./га	Фенологічна фаза		
	7-8 листків	цвітіння волоті	воскова стиглість зерна
ДКС 4014 -К			
50-К	8,9	29,7	24,9
60	9,6	32,6	27,7
70	10,9	37,5	32,0
ДКС 4408			
50	9,4	30,9	26,4
60	10,6	34,7	29,2
70	11,3	39,8	34,6
КВС 2370			
50	9,8	33,4	28,3
60	10,9	36,7	31,2
70	11,8	45,6	37,5

Величина площі листкової поверхні максимального значення набула у фенологічну фазу цвітіння волоті за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га площа листкової поверхні у гібрида КВС 2370 була найбільшою і становила 45,6 тис.м²/га, тоді як на варіанті 50 тис.шт./га – 33,4 тис.м²/га. У гібриду ДКС

4408 - 30,9 за густоти 50 тис.шт./га проти 39,8 тис.м²/га за густоти 70 тис.шт./га. Аналогічні показники було відмічено і у гібриду ДКС 4014 – 29,7 тис.м²/га за густоти стояння рослин 50 тис.шт./га та 37,5 тис.м²/га за густоти 70 тис.шт./га.

Меншою була листкова поверхня за густоти стояння 60 тис.шт./га у всіх досліджуваних гібридів. У фазу 7-8 листків 9,6; 10,6 та 10,9 тис.м²/га відповідно до гібриду. У фазу цвітіння волоті 32,6; 34,7 та 36,7 тис.м²/га.

У фазу воскової стиглості зерна нами було зафіксовано зменшення площі листя по всіх досліджуваних гібридах за різної густоти стояння рослин. Це можна пояснити відмиранням і підсиханням листя наприкінці вегетаційного періоду та переходом пластичних речовин для формування зерна у кукурудзи.

На контрольному варіанті, за густоти стояння рослин 50 тис.шт./га площа листя була - 24,9; 26,4; 28,3 тис. м²/га відповідно до сорту.

За збільшенням густоти рослин до 60 тис.шт./га площа листкової поверхня збільшувалася: 27,7 тис. м²/га (гібрид ДКС 4014), 29,2 тис. м²/га (гібрид ДКС 4408) та 31,2 тис. м²/га (гібрид КВС 2370). Найбільшу площу листкової поверхні рослинами кукурудзи, у фазу воскової стиглості, було сформовано на варіанті за густоти стояння 70 тис.шт./га. У гібриду ДКС 4014 даний показник становив – 32,0 тис. м²/га, у гібриду ДКС 4408 – 34,6 тис. м²/га та у гібриду КВС 2370 – 37,5 тис. м²/га.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ПЕРЕДЗБИРАЛЬНОЇ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Формування продуктивності будь-якої сільськогосподарської культури знаходиться в залежності від багатьох факторів. По-перше, важливі ґрунтовокліматичні умови зони вирощування культури, сортовий чи гібридний склад, якість насіння, строки сівби та густина стояння рослин, чітке дотримання всіх прийомів технології вирощування.

4.1. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від факторів технології вирощування

Структурні показники займають важливе місце та мають значний вплив на формування врожайності культури.

Максимальний урожай зерна кукурудзи високої якості формується за умови оптимального співвідношення всіх структурних елементів: маси 1000 зерен, кількості рядів зерен в качані, кількості зерен в ряду, кількості зерен на одному качані, довжини та діаметра качана [25].

На думку науковців кількість рядів зерен є генетично детермінованою ознакою і не має вираженого впливу на продуктивність рослин, оскільки будь-яка його зміна може бути компенсована, як показником «кількість зерен у ряді» так і їх масою [5].

Порівнюючи два роки дослідження ми відмітили, що 2023 рік виявився кращим роком для росту та розвитку рослин кукурудзи, порівнюючи з 2024 роком.

Проаналізувавши результати дослідження за 2023 рік, кількість зерен у ряду великої різниці не мала. Максимальну кількість зерен було відмічено у гібриду КВС 2370 - 37 шт. У двох інших гібридах цей показник становив 36 шт. за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи
залежно від густоти стояння рослин, 2023 р.

Фактор В. Густота стояння рослин тис.шт./га	Кількість зерен у ряду, шт.	Кількість зерен у качані, шт.	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га
ДКС 4014 -К					
50-К	35	463	162,3	296	10,40
60	35	466	168,2	317	10,93
70	36	471	174,3	328	11,35
ДКС 4408					
50	35	465	182,4	284	11,54
60	36	478	212,2	299	11,83
70	36	494	234,5	324	11,86
КВС 2370					
50	36	506	229,1	315	11,98
60	37	518	254,3	317	12,01
70	37	573	267,5	329	12,10

Аналогічні результати одержані і по кількості зерен у качані. Найбільшу кількість зерен у качані серед гібридів відмічено у КВС 2370 – 573 шт.; ДКС 4408 - 494 шт. та на контрольному варіанті ДКС 4014 - 471 шт. за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га.

Зменшення густоти стояння рослин призводило до зменшення й кількості зерен. Найменшу кількість було відмічено за густоти 50 тис.шт./га 506; 465 та 463 шт. відповідно до гібриду. За густоти 60 тис.шт./га кількість зерен у качані становила у гібриду КВС 2370 - 518 шт. у гібриду ДКС 4408 – 478 шт. та у гібриду ДКС 4014 – 466 шт.

За густоти стояння рослин 70 тис.шт./га маса зерна з качана та маса 1000 зерен набула максимальних значень по всіх досліджуваних гібридів: КВС 2370 – 267,5 г та 329 г.; ДКС 4408 – 234,5 та 324 г; ДКС 4014 – 174,3 та 328 г. Найменше значення було за контрольного варіанту 50 тис.шт./га.

Кількість зерен у ряду, кількість зерен в качані, маса зерна з качана та маса 1000 зерен залежали від умов року. Аналізуючи структурні елементи рослин кукурудзи за 2024 рік ми бачимо, що показники були дещо нижчими порівнюючи з попереднім роком (табл.4.2).

Таблиця 4.2

Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи
залежно від густоти стояння рослин, 2024 р.

Фактор В. Густота стояння рослин тис.шт./га	Кількість зерен у ряду, шт.	Кількість зерен у качані, шт.	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га
ДКС 4014-К					
50-К	32	448	128,5	287	7,01
60	32	448	137,9	306	7,53
70	33	462	141,3	308	7,72
ДКС 4408					
50	33	462	129,3	280	7,11
60	34	476	135,6	285	7,43
70	34	476	145,1	305	7,92
КВС 2370					
50	34	476	147,5	310	8,14
60	34	476	151,8	318	8,33
70	35	490	155,8	319	8,52

Так, кількість зерен у качані змінювалася залежно від гібриду та варіанту досліду, зокрема за густоти стояння 70 тис.шт./га вона становила 490, 476 та 462 шт. відповідно до гібриду. Найбільшу кількість зерен в качані (490 шт.) сформував гібрид кукурудзи КВС 2370. Два інші гібриди сформували меншу кількість зерен ДКС 4408 (476 шт), ДКС 4014 (462 шт.). За передзбиральної густоти рослин 50 та 60 тис.шт./га даний показник, залежно від гібриду був в межах від 448 до 476 шт.

Крім того в 2024 році за рахунок нестачі вологи в період вегетації спостерігалось зменшення маси зерна з качана та маси 1000 зерен. Маса зерна з качана за густоти стояння 70 тис.шт./га у гібриду КВС 2370 (155,8 г); ДКС 4408 (145,1 г) та ДКС 4014 (141,3 г). Менше значення маси зерна з качана було відмічено за варіантів 50 та 60 тис.шт./га. У гібриду КВС 2370 даний показник становив 147,5-151,8 г у ДКС 4408 – 129,3-45,1 г та у ДКС 4014–128,5-141,3 г.

Зниження маси 1000 зерен відбувалося за рахунок густоти стояння рослин. На варіанті 50 тис.шт./га маса 1000 зерен становила: КВС 2370 (310 г), ДКС 4408 (280 г) та ДКС 4014 (287 г). За збільшення густоти рослин до 70 тис.шт./га даний показник був максимальний 319; 305 та 308 г відповідно до гібриду.

4.2. Урожайність зерна кукурудзи при застосуванні різної густоти стояння рослин

Урожайність – результат взаємозв'язку рослин з вологою, ґрунтом, поживними речовинами, світлом, повітрям тощо [25]. Він показує на скільки ефективним або не ефективним виявився той або інший елемент технології.

Одним із основних показників у рослинництві є продуктивність, або середня врожайність однієї рослини та культури в цілому. На основі даних продуктивності однієї рослини не важко вирахувати врожайність з гектара, знаючи густоту посіву. Збільшення врожайності досягається за рахунок

збільшення маси зерна з качанів, оскільки закладка генеративних органів та елементів структури врожаю відбувається на ранніх етапах розвитку рослин [43, 44].

Рівень урожаю кукурудзи значною мірою залежить від щільності посівів. Як було встановлено багатьма дослідниками, найвищий урожай з одиниці площі визначається не максимальною продуктивністю окремих рослин, а найбільш оптимальним поєднанням їхньої індивідуальної продуктивності при певній густоті у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [12]. Результат обліку урожаю зерна гібридів кукурудзи при різній щільності посівів в середньому за роки досліджень наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від передзбиральної густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2023-2024 рр.)

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Густота стояння рослин тис.шт./га	Урожайність, т/га		
		2023	2024	середнє
ДКС 4014-К	50-К	10,40	7,01	8,7
	60	10,93	7,53	9,2
	70	11,35	7,72	9,5
ДКС 4408	50	11,54	7,11	9,3
	60	11,83	7,43	9,6
	70	11,86	7,92	9,8
КВС 2370	50	11,98	8,14	10,0
	60	12,01	8,33	10,1
	70	12,10	8,52	10,3

Встановлено, що урожайність одного і того ж самого гібриду може змінюватися за роками, найменш сприятливим для формування продуктивності гібридів кукурудзи виявився 2024 рік, який характеризувався

підвищеними температурами та не достатньою кількістю вологи під час росту та розвитку кукурудзи.

Варто відмітити зростання рівня урожайності за густоти стояння рослин по досліджуваних гібридах. У гібриду КВС 2370 за густоти стояння 70 тис.шт./га урожайність в середньому за роки дослідження становила – 10,3 т/га. Дещо нижча урожайність за даного варіанту була відмічена у гібридах ДКС 4408 (9,8 т/га) та ДКС 4014 (9,5 т/га).

За формування густоти стояння рослин кукурудзи 60 тис.шт./га урожайність даних гібридів становила у гібриду КВС 2370 - 10,1 т/га, гібриду ДКС 4408 – 9,6 т/га та у гібриду ДКС 4014 – 9,2 т/га.

Найнижчу урожайність зерна, в середньому за два роки досліджень сформували гібриди за густоти рослин 50 тис.шт./га – КВС – 10,0 т/га, ДКС 4408 - 9,3 т/га та ДКС 4014 - 8,7 т/га.

4.3. Якісні показники зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин

При оцінці ефективності агротехнічних прийомів вирощування гібридів кукурудзи важливе значення має визначення якості отриманої продукції. Основними загальноприйнятими показниками якості зерна кукурудзи є вміст білку, жиру, клітковини та вуглеводів. За хімічним складом зерно кукурудзи відрізняється від зерна інших злакових культур високим вмістом вуглеводів і порівняно низьким білку. Формування якості зерна кукурудзи залежить від біологічних особливостей гібридів, технології вирощування і гідротермічних умов впродовж вегетації [14, 44].

Нами було встановлено, що якісні показники зерна залежали від густоти стояння рослин та від біологічних особливостей гібриду (табл. 4.4).

Важливим показником поживної цінності зерна кукурудзи є вміст білка. У досліджуваних гібридів ДКС 4408 та ДКС 4014 вміст білка в середньому коливався в межах 7,3-7,9%. Виключенням був гібрид КВС 2370 в зерні якого

білку було дещо більше—8,3-8,8%. При загущенні посівів від 60 до 70 тис.шт./га спостерігалось зниження кількості білка у всіх гібридів. Слід відмітити, що найбільший вміст білка був в зерні кукурудзи, вирощеної при найменшій щільності стеблостою – 50 тис.шт./га.

Таблиця 4.4

Якісні показники зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, % (середнє за 2023-2024 рр.)

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Густота стояння рослин тис.шт./га	Вміст			
		білка	крохмалю	клітковини	жиру
ДКС 4014-К	50-К	7,9	71,3	1,54	4,16
	60	7,4	71,8	1,62	4,03
	70	7,3	72,3	1,68	3,49
ДКС 4408	50	7,9	72,9	1,56	3,91
	60	7,4	72,9	1,81	3,78
	70	7,4	73,3	1,84	3,52
КВС 2370	50	8,3	73,7	1,97	4,03
	60	8,3	74,3	2,09	4,19
	70	8,8	74,5	2,15	4,34

За вмістом крохмалю в зерні кукурудзи спостерігалась тенденція до збільшення його кількості зі збільшенням густоти. Найнижчий вміст крохмалю було у гібридів за густоти 50 тис.шт./га. Найбільший за густоти 70 тис.шт./га у гібриду КВС 2370 – 74,5 %; ДКС 4408 - 73,3%; ДКС 4014 – 72,3 %. Гібриди різнилися і за кількістю клітковини у зерні. Найбільше її було в зерні гібрида КВС 2370 – 2,15 % на варіанті з густотою стояння рослин 70 тис.шт./га. Аналогічно і по двох інших гібридах ДКС 4408 – 1,84 та у гібриду ДКС 4014 – 1,68 %. Зі збільшенням густоти посівів спостерігалось зменшення вмісту жиру в зерні. Найбільшим вміст жиру в зерні був на варіантах при густоті 50 тис. шт./га – 4,34 % у гібриду КВС 2370; 3,91 % у гібриду ДКС 4408 та 4,16 % у гібриду ДКС 4014. За густоти 70 тис.шт./га ці показники були найменшими і становили відповідно 4,34; 3,52 та 3,49%.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

5.1. Економічна ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи

Для впровадження результатів досліджень необхідно знати попередню їх економічну оцінку та визначити економічну ефективність. Дотримання або удосконалення елементів сортової агротехніки, які дають можливість більш повно використовувати особливості гібриду, забезпечує приріст урожайності, покращує якість зерна за мінімальних додаткових витрат [17].

Розрахунок економічної ефективності результатів досліджень проводили на підставі фактичних даних технологічної карти та аналітичних розрахунків, що велися впродовж року, де відображено обсяг витрат, результати виробництва та реалізації продукції. Для розрахунку економічної ефективності вартість продукції визначали за фактичною реалізаційною ціною (4500 грн/т), яка була в середньому за 2023 рік.

За результатами аналізу економічних показників вирощування гібридів кукурудзи, ми можемо відмітити, що найбільша вартість валової продукції з 1 га – 46350 тис. грн/т була одержана на посівах гібриду КВС 2370 за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га. На цьому варіанті також було встановлено й найбільші виробничі витрати на 1 га – 29383 тис. грн (табл. 5.1).

У досліджуваних гібридах ДКС 4408 та ДКС 4014 показники вартості валової продукції та виробничі витрати були менші. У гібриду ДКС 4408 вартість валової продукції становила 44100 тис. грн/т та 27213 тис. грн/т виробничі витрати. У гібриду ДКС 4014 вартість валової продукції (42750 тис.грн/т) та виробничі витрати (26143 тис. грн/га).

Вартість валової продукції з 1 га за густоти стояння 50 та 60 тис.шт./га була меншою і склала за варіантами дослідів від 45000 до 45450 тис. грн/т у

гібриду КВС 2370 від 41850 до 43200 тис. грн/т у гібриду ДКС 4408 і найменшою від 39150 до 41400 тис. грн/т у гібриду ДКС 4014.

Таблиця 5.1

Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи при застосуванні різної густоти стояння рослин, (середнє за 2023-2024 рр.)

Фактор А.*	Фактор В.*	Показники економічної ефективності					
		Урожайність, т/га	Ціна 1 т, грн	Вартість валової продукції з 1 га	Виробничі витрати на 1 га, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
ДКС 4014-К	50-К	8,7	4500	39150	25259	13891	54,9
	60	9,2	4500	41400	25640	15760	61,4
	70	9,5	4500	42750	26143	15257	58,3
ДКС 4408	50	9,3	4500	41850	26477	15373	58,0
	60	9,6	4500	43200	26834	16366	60,0
	70	9,8	4500	44100	27213	16887	62,0
КВС 2370	50	10,0	4500	45000	27562	17428	57,7
	60	10,1	4500	45450	28951	16499	56,9
	70	10,3	4500	46350	29383	16967	63,2

*Фактор А. Гібриди

Фактор В. Густина стояння рослин тис.шт./га

Виробничі витрати також зменшувалися відповідно до густоти стояння рослин і до гібриду. На вирощування гібриду КВС 2370 виробничі витрати склали 27562 та 28951 тис. грн/га, гібриду ДКС 4408 - 26477 – 26834 тис. грн/га та гібриду ДКС 4014 - 25259 - 25640 тис. грн/га.

Оцінка економічної ефективності проведена на основі визначення рентабельності. У варіантах за густоти стояння 70 тис.шт./га рівень рентабельності склав 63,2%, 62,0 % та 57,7% відповідно до досліджуваного гібриду.

ВИСНОВКИ

Дослідження, спрямовані на встановлення оптимальної густоти стояння рослин для гібридів кукурудзи різних груп стиглості за вирощування в умовах Північного Лісостепу України, дозволили виявити основні умови формування продуктивності культури та на їх основі зробити наступні висновки:

1. Кращим за показниками польової схожості та збереженості зарекомендував себе гібрид КВС 2370 в якого польова схожість становила 93,0 % та збереженість рослин до збирання 90,7 % за норми висіву 70 тис. шт./га.

2. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду досліджуваних гібридів коливалася в межах 111-112 днів у гібриду КВС 2370, у гібриду ДКС 4408 - 113-114 днів та у гібриду ДКС 4014 - 117-119 днів.

3. Найбільшу висоту рослини гібридів кукурудзи мали на варіанті з густотою стояння рослин 70 тис. шт./га у гібриду КВС 2370 - 286,0 см. У гібридів ДКС 4408 та ДКС 4014 - 278,5 та 244,5 відповідно до гібриду.

4. Збільшення густоти стояння рослин на одиниці площі забезпечувало вищу висоту прикріплення качанів, і найвище значення її для гібридів КВС 2370, ДКС 4408 та ДКС 4014 було отримано на варіанті за густоти 70 тис. шт./га – 121,2; 117,0 та 106,1 см відповідно.

5. Максимального значення показник площі листкової поверхні набуло у фенологічну фазу цвітіння волоті за густоти стояння рослин 70 тис./га у гібрида КВС 2370 - 45,6 тис.м²/га

6. За густоти стояння рослин 70 тис. шт./га маса 1000 зерен набула максимальних значень в 2023 році по всіх досліджуваних гібридів: КВС 2370 – 329 г.; ДКС 4408 – 324 г; ДКС 4014 – 328 г.

7. Найвищі показники врожайності – 10,3 т/га у гібриду КВС 2370 у гібридах ДКС 4408 - 9,8 т/га та ДКС 4014 - 9,5 т/га за густоти 70 тис.шт./га.

8. Максимальний умовно чистий прибуток – 16967 тис. грн/га, при виробничих затратах – 29383 тис. грн/га та найкращому рівні рентабельності – 63,2 % встановлено у гібриду КВС 2370 за густоти стояння 70 тис. шт./га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування кукурудзи на зерно в умовах Північного Лісостепу України з метою більш повного використання ґрунтового-кліматичного потенціалу та економії матеріально-технічних і грошових ресурсів пропонуємо: для отримання урожайності зерна на рівні 10,3 т/га висівати гібрид кукурудзи середньостиглої групи стиглості КВС 2370 за використання густоти стояння рослин 70 тис. шт./га, з рівнем рентабельності 63,2 % та умовно чистим прибутком 16967 тис. грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архипенко Ф. М., Артющенко О. О., Кухарчук П. І. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та поживності кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2005. № 6. С. 15–18
2. Барчукова А., Коваленко О. А. Кукурудза без стресів. Пропозиція. 2013. № 5 (215). С. 74-75
3. Біологічна сировина для виробництва паливно – мастильних матеріалів [Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Єременко О. А., Makareviciene V. та ін.]. К.: «ЦП «КОМПРИНГ», 2021. – 657 с.
4. Гаврилюк В. М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми. Насінництво. 2015. № 3/4. С. 4–7
5. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. Збірник наукових праць "Агробіологія". 2022. № 2 (174). С.112–121
6. Говенько Р. В., Каленська С. М., Антал Т. В. Застосування різних видів рідких азотних добрив на посівах кукурудзи в умовах ФГ «Богатирівське». Органічне агровиробництво: освіта і наука: тези Всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Київ, 31 жовтня 2019 р. Київ, 2019. С. 47 - 49
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. Київ, 2021. 523 с.
8. Дробітько О.М. Особливості формування продуктивності кукурудзи залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агрофітоценозі в умовах південно-західного Степу. Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2008. Вип. 60. С. 62-68
9. ДСТУ 4138-2002, 2003
10. Дудченко В.І., Голуб С.М., Мороз О.С., Луцюк О.П. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на продуктивність гібридів кукурудзи в

умовах західного Полісся. Збірник наукових праць Волинського інституту агропромислового виробництва. Луцьк, "Надстир'я". 2006. С. 112-117

11. Екологічно безпечні технологічні проекти вирощування харчової кукурудзи в умовах північного Степу України / [Конопля М. І., Маслійов С. В., Шевченко В. А. та ін.]. – Луганськ: Шико, 2008. – 24 с.

12. Заверталюк В. Ф. Реакція гібридів кукурудзи на рівень мінерального живлення і густоту стояння рослин / В. Ф. Заверталюк // Бюл. Ін-ту зерн. гос-ва УААН. – 2001. – С. 70–72.

13. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. Науковий вісник НУБП України. Сер. Агрономія. 2017. Вип. 269. С. 10–17

14. Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. – Вінниця, 2015. – 452 с.

15. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф., Душко М. В. (2017). Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур : монографія. Київ : Вінніченко, 2017. 580 с.

16. Котченко М.В., Румбах М.Ю. Вплив елементів технології на урожайність зерна кукурудзи. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2008. №33-34. С. 164-167

17. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення. Електронний науковий журнал. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. – Вип. № 5/87

18. Лавриненко Ю. О., Найдьонов В. Г. Параметри адаптивності нових гібридів кукурудзи. Зрошуване землеробство. 2007. № 48. С. 42–46

19. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. – С. 271- 326

20. Лобко Т. К., Андрієнко А. Л. Особливості сортової агротехніки гібридів різних груп стиглості // Матеріали Всеукр. наук.-практич. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні, (Дніпропетровськ, 5–6 берез. 2002) / УААН, Ін-т зерн. госп-ва (наук-метод. Центр з проблем зерн. госп-ва). – Дніпропетровськ, 2002. – С. 63–64
21. Любар В. Органогенез кукурудзи як технологічна складова. Зерно. 2015. №3(108). С. 98-102
22. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
23. Марусич О.С. Екологічні властивості гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: Теорія і практика (20 листопада 2019 р.)
24. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / За ред. Ткачик С. О. – Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. – 82 с.
25. Мокрієнко В. А. Вплив строків сівби на продуктивність нового гібрида кукурудзи PR39D81. Науковий вісник національного аграрного університету. Київ, 2003. №64. С. 77-80
26. Паламарчук В.Д. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник В.Д. Паламарчук, Л.М. Єрмакова. – Вінниця, 2013. – 633 с.
27. Паламарчук В.Д. Вплив висоти рослин та висоти прикріплення качанів на придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування. Хранение и переработка зерна. 2010. № 3. С. 23-24
28. Паламарчук В.Д. Кукурудза створення та вирощування гібридів: Монографія. / В.Д. Паламарчук, О.Л. Зозуля, В.А. Мазур. – Вінниця, 2009. – 199 с.
29. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексеев О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.

30. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
31. Паламарчук В.Д., Соломон А.М. Дослідження формування площі асиміляційної поверхні у кукурудзи залежно від позакореневих підживлень. Корми і кормовиробництво. 2021. Випуск 92. С.82-94
32. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкін О. Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
33. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу <https://propozitsiya.com/ua/osoblyvosti-rostu-kukurudzy-v-litniy-period-0>
34. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур : навч. посіб. / О. А. Дереча та ін. Житомир : Полісся, 2005. 187 с.
35. Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М. Дослідна справа в агрономії. Харків : Майдан, 2016. Кн. 2: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. 298 с.
36. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М.; Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії. Харків : Майдан, 2016. Кн. 1. 300 с.
37. Рослинництво з основами кормовиробництва та агрометеорології. Частина 1: Рослинництво Підручник / С.М. Каленська, М.Я. Дмитришак, В.А. Мокрієнко, Т. В. Антал – Київ, 2021.- 435 с.
38. Ситник В. П. Екологічні аспекти агропромислового комплексу / В. П. Ситник // Вісник аграрної науки. – 2002. – №9. – С. 55–57
39. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месель-Веселяка. - К.: ННЦ “ІАЕ”, 2012. - 182 с.
40. Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Усатий Г.Ю. Польова схожість насіння кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення //Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. - К., 2006. - № 4. - С.18-25

41. Технології виробництва продукції рослинництва: метод. посіб. з лаб.-практ. занять / О. Ф. Смаглій та ін. Житомир : Євенок О.О., 2014. Ч. 2. Основи землеробства. 144 с.
42. Філіпов Г.Л. Оцінка генотипів кукурудзи на стійкість до загущення посіві. / Г.Л. Філіпов, В.Ю. Черчель, Л.О. Максимова. // Агроном. – 2015. – №1(47), лютий. – С. 28-29
43. Цехмейструк М.Г. Аспекти вирощування кукурудзи / М.Г. Цехмейструк, Н.М. Музафаров, К.М. Манько // Агробізнес сьогодні. – 2014. – № 8. – С. 28-32
44. Черчель В., Дзюбецький В., Марочко В. Адаптивні властивості кукурудзи. Пропозиція (інформаційний щомісячник). 2014. №3. С. 76-80
45. Шпаар Д. Кукурудза: вирощування, зберігання та використання. Видавництво: Альфа-Стевія, 2009 С. 390
46. Якунін О.П., Заверталюк В.Ф. Продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку з густотою стояння рослин і рівнем мінерального живлення. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 48-49
47. Antal T., Kalenska S., Govenko R., Mokrienko V., Karpenko L., Kovalenko A. Efficiency of corn hybrids growing technologies depending on the kinds of fertilizer application. Book of abstracts 13th International Agricultural Symposium „AGROSYM 2022” Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 6-9 October 2022