ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут заочної і дистанційної освіти
Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах південної частини Західного Лісостепу України»

Виконала:
здобувачка освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
БАРДАР Діана Анатоліївна
Керівник:
доктор с.-г. наук, доцент
_____ОВЧАРУК Олег Васильович

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ___
«____»_____ 2025 р.

Допускається до захисту:
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
кандидат с.-г. наук, доцент
_____ Вільчинська Людмила Аліківна

м. Кам’янець-Подільський, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 5

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕНОСТІ КУКУРУДЗИ (огляд літератури) 7

1.1. Сьогодення виробництва зерна кукурудзи та перспективи вирощування в умовах сучасних викликів 7

1.2. Інноваційні гібриди, густота стояння рослин та урожайність кукурудзи 11

1.3. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технології 13

1.4. Формування кореневої системи рослин кукурудзи та функціональні особливості. 16

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 23

2.1. Характеристика зони досліджень 23

2.2. Методика виконання досліджень 27

2.3. Схема досліду та об’єкти досліджень 30

2.4. Характеристика досліджуваних гібридів 32

РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУЛЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН. 44

3.1. Ріст та розвиток рослин кукурудзи 44

3.2. Лінійні розміри листків, площа листкової поверхні рослини та посіву залежно від густоти стояння рослин 46

3.3 Параметри кореневої системи у гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин 49

3.4. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин 52

3.5 Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів 56

3.6. Хімічний склад зерна гібридів кукурудзи 59

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ 62

РОЗДІЛ 5 ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РІСТ, РОЗВИТОК І ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ 65

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 69

6.1. Небезпеки і шкідливості, що виникають під час вирощування кукурудзи 69

6.2. Вимоги виробничої санітарії та особистої гігієни при вирощуванні кукурудзи 71

ВИСНОВКИ 74

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 75

АННОТАЦІЯ

Бардар Д.А. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах південної частини Західного Лісостепу України.

Метою досліджень є розробка та вдосконалення елементів технології вирощування, встановити особливості формування рівня врожайності гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України та залежності між щільністю рослин на площі, біологією культури та морфологічною будою кореневої системи.

Нами булв відмічена специфічна реакція гібридів на погодні умови та технологічні чинники щодо здатності формувати врожайність.

Найвищий рівень адаптивності проявив сорт Сенсор, формуючи найвищий рівень урожайності – 6,12-6,16 т/га за однакових умов з іншими гібридами.

Найвищий рівень рентабельності 149 %, при затратах 28378 грн/га становив у гібриду КВС 381, при затратах 28439 у гібриду Сігма за густоти стояння рослин 90 тисяч рослин/га.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, ріст, продуктивність, якість врожаю.

SUMMARY

Bardar D.A. Formation of productivity of corn hybrids in the conditions of the southern part of the Western Forest-Steppe of Ukraine.

The purpose of the research is to develop and improve the elements of cultivation technology, to establish the features of the formation of the level of productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. To establish the dependence between the density of plants on the area, the biology of the crop and the morphological structure of the root system.

We noted the specific reaction of hybrids to weather conditions and technological factors regarding the ability to form productivity.

The highest level of adaptability was shown by the Sensor variety, forming the highest level of productivity – 6,12-6,16 t/ha under the same conditions as other hybrids.

The highest level of profitability was 149%, at costs of 28378 UAH/ha, in the KWS 381 hybrid, at costs of 28439 in the Sigma hybrid at a plant density of 90 thousand plants/ha.

Key words: corn, hybrid, growth, productivity, crop quality.

ВСТУП

Кукурудза (Zea mays L.) займає провідну позицію у світовому виробництві зерна, поступаючись тільки пшениці та рису, однак за своїм біологічним потенціалом, рівнем продуктивності та якісними показниками продукції переважає інші зернові культури. Зернові злаки поширенні майже у всіх країнах світу завдяки високій екологічній пластичності і здатності рослин давати високі врожаї за різних кліматичних умов [1]. На перебіг продукційного процесу їх рослин впливають чинники навколишнього середовища та технологічні прийми вирощування [2].

На сьогодні ця субтропічна рослина має широке використання в основних агрокліматичних регіонах України [5].

Актуальність теми. Кукурудза є однією з найбільш поширених та економічно вигідних культур як в Україні, так і в світі. Валові збори зерна кукурудзи в останім часом займають лідируюче місце в світі, випереджаючи пшеницю і рис. Кукурудза має високий потенціал продуктивності та є універсальною культурою щодо використання.

Толерантність кукурудзи до високих та низьких температур є важливою задачею, що стоїть перед селекціонерами за виведення гібридів для центральних та північних районів Європи, де в останні десятиріччя спостерігаються постійні коливання температури повітря з подальшим прогнозованим їх зростанням. Генотипи різняться за своєю реакцією на весь діапазон можливих температур за не завжди зрозумілими ознаками. В зв’язку з чим в останній час надається значна увага формуванню стійких до стресових умов рослин за рахунок формування ефективної кореневої системи.

Мета дослідження – встановити особливості формування урожайності гібридів кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України; залежності між щільністю рослин на площі, біологічними особливостями культури та морфологічною структурою кореневої системи.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є розробка та вдосконалення елементів технології вирощування, встановити особливості формування елементів продуктивності та урожайністб гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. Встановити залежності між щільністю рослин на площі, біологією культури та морфологічною будою кореневої системи.

Об'єкт дослідження – фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються в рослинах кукурудзи за різних технологічних елементів.

Предмет дослідження – гібриди, фенологічні зміни, біометричні параметри рослин кукурудзи цукрової залежно від біологічних особливостей рослин, біохімічні показники якості продукції.

Методи дослідження: польовий, лабораторний, статистичний.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕНОСТІ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ
(огляд літератури)

1.1. Сьогодення виробництва зерна кукурудзи та перспективи вирощування в умовах сучасних викликів

Кукурудза залишається головною зерновою культурою України як за площами, так і за валовими зборами. За словами доктора с.-г. наук, професора, академіка Віктора Черчеля: в проміжку останніх п’ять років середній обсяг виробництва становив 31,7 млн т/рік, що перевищує показники пшениці та ячменю. Незважаючи на складні умови війни, у 2022–2025 роках площі під посівами кукурудзи становили понад 4 млн га, а експорт зерна переважав 20 млн. т щороку.

За словами науковців, оновлення сортового складу та підвищення продуктивності здійснюється завдяки інноваціям в селекції та системного ведення насінництва. Асортимент гібридів кукурудзи поступово заміщується новими, внесеними до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Станом на 2025 рік у реєстрі нараховується 1627 сортів і гібридів кукурудзи, серед яких 258 результати селекції установ НААН України.

Сьогодні виробництво кукурудзи демонструє стійкість та адаптивність в умовах глобальних і національних викликів, залишаючись ключовою зерновою культурою як у світі, так і в Україні. Перспективи її вирощування пов'язані з подоланням воєнних ризиків, зміною клімату та впровадженням інноваційних технологій [4, 5].

Міжнародна рада із зерна (IGC) прогнозує зростання світового виробництва кукурудзи до історичних максимумів, що свідчить про високий попит та глобальне значення культури. Лідерами виробництва зерна залишаються США, Китай та Бразилія.

Кукурудза зберігає позиції головної зернової культури України за площами посіву та валовими зборами. Україна входить до світових лідерів з виробництва кукурудзи, займаючи 7-е місце. Незважаючи на повномасштабне вторгнення, аграрії продовжують сіяти культуру, а прибутковість вирощування зернових уперше за час війни стала реальною у 2025 році. Основними регіонами вирощування є Полтавська, Чернігівська, Черкаська та Сумська області.

Кукурудза є основною фуражною культурою у світі. Постійно зростають обсяги її виробництва, адже через зростання цін на енергоресурси зробили кукурудзу головним джерелом сировини для виробництва біоетанолу.

На світовому ринку утримується високий попит на кукурудзу. Незважаючи на збільшення пропозиції внутрішнього ринку таке зерно залишається найприбутковішим для вітчизняних аграріїв. Тому не дивно, що за обсягами виробництва кукурудза вийшла на перші позиції культур зернової групи [7].

Перспективи розвитку галузі пов'язані з адаптацією до нових реалій:

Застосування точного землеробства, оптимізація густоти посіву та використання сучасних засобів захисту рослин допомагають підвищувати врожайність навіть у складних умовах.

Розширення площ на зрошуваних землях, є вагомим резервом для збільшення врожайності.

Перспективним напрямком є використання кукурудзи для виробництва біоетанолу та біогазу, що може забезпечити додатковий ринок збуту та сприяти енергетичній безпеці.

Пошук нових ринків збуту та розвиток альтернативних логістичних маршрутів, зокрема через європейські порти та річкові шляхи.

Рекорд України з урожайності кукурудзи – 21,42 т/га, встановлений у 2025 році СТОВ «Батьківщина» на Чернігівщині за допомогою гібриду Dekalb – ДКС 4712.

Світовий рекорд належить американському фермеру Девіду Хулі, який у 2023 році зібрав 39,2 т/га [8].

Валовий збір кукурудзи в Україні, тис. тонн (приблизні дані за результатами збирання, або офіційні/аналітичні оцінки (рис 1.1).

Рис. 1.1 Динаміка валового збору кукурудзи 2014-2025 рр.

В Україні за останні 10 років вирощування зерна кукурудзи поширюється, але залишається в залежності від погодних умов, збільшення ресурсозабезпечення технології та, особливо, через війну після 2022 року.

Урожай зернових культур в Україні в 2021 р. склав 42,1 млн. т (у вазі після доробки)з урожайністю 7,67 т/га. В 2022 р. відзначено скорочення валового збору практично всіх зернових культур. Через повномасштабне вторгнення відбулось скорочення посівних площ та логістичні проблеми. Так, валові збори кукурудзи на зерно – 26,2 млн т, урожайність 6,35 т/га.

Валовий збір в 2023 році збільшився на 19,2 % – до 31 млн. т порівняно з 2022 р. Валовий збір в 2024 році знизився до рівня 24,2 млн. т через вплив війни та складні погодні умови. За цей період Україна активно нарощувала обсяги виробництва завдяки впровадженню новітніх

технологій (посівний матеріал, мінеральні добрива) та збільшенню посівних площ.

Кукурудза – одна з найпоширеніших і найважливіших сільськогосподарських культур у світі, в тому числі й в Україні. Збір кукурудзи в Україні у 2025 році практично завершено. Станом на кінець листопада зібрано понад 22,48 млн. т зерна з 75% прогнозованих площ, а на 28 листопада залишилося зібрати врожай з 25% площ. Загалом, очікуваний урожай кукурудзи складе близько 28-30 млн. т, що більше, ніж у 2024 році.

Середня урожайність кукурудзи становить 5,89 т/га, проте в окремих регіонах вона значно вища (наприклад, 8,8 т/га на Чернігівщині та 8,6 т/га на Тернопільщині).

Найбільші площі посіву під кукурудзою в-2025 році були зосередженітаким чинос за областями: Полтавська – 455,1 тис. га, Чернігівська – 412,3 тис. га, Черкаська – 345,9 тис. га, Сумська – 328,2 тис. га та Вінницька. – 309,1 тис. га. Ці області формують «український кукурудзяний пояс» що забезпечує валові збори зерна кукурудзи.

Найшвидші темпи збору фіксуються на Сумщині та Полтавщині, тоді як за врожайністю поки лідирують господарства Чернігівщини та Львівщини – близько 10 т/га.

Сезон експорту української кукурудзи 2025/2026 МР розпочався повільно. Станом на початок грудня експорт становив лише 3,7 млн т, що значно менше, ніж минулого року. Українська кукурудза втрачає позиції на ринку ЄС: її частка впала з 50% до 17%.

На внутрішньому ринку (CPT, CPT) ціни на фуражну кукурудзу наприкінці листопада/на початку грудня коливалися в діапазоні 8500 – 9900 грн/тонну, з деякою тенденцією до зростання.

В портах ціни на торгівельну кукурудзу у жовтні були близько $185 за 1 т (FOB), що вище, ніж у минулому році. На умовах DAP (Одеса) ціни коливалися в межах $204-206/т.

Перехідні залишки кукурудзи та світова пропозиція рекордного врожаю можуть чинити тиск на ціни у новому сезоні, хоча наразі цей тиск не є критичним.

1.2 Інноваційні гібриди, густота стояння рослин та урожайність кукурудзи

Сучасні селекційні технології є ключовим чинником підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи. Якщо у 1980-х роках гібриди зберігали комерційну актуальність у середньому близько семи років, то нині сорти та гібриди перебувають у виробництві не більше чотирьох років, а подекуди й менше (Duvick, Cassman). Перевага новітніх гібридів над попередніми зумовлена насамперед їх здатністю формувати вищу врожайність у загущених посівах, кращою адаптацією до дефіциту тепла, а також підвищеною стійкістю до хвороб, шкідників і дії пестицидів.

Дослідження Марченка Т.Ю. та співавторів (2014) свідчать, що різні напрями використання кукурудзи та особливості кліматичних умов зон її вирощування зумовлюють необхідність створення спеціалізованих гібридів. Для північної зони Степу актуальним є виведення скоростиглих і середньоранніх, холодостійких та енергійних у початкові фази росту форм. В умовах недостатнього й нестійкого зволоження пріоритет надається середньостиглим і середньопізнім посухостійким гібридам зернового напряму, тоді як у зрошуваних агроекосистемах потрібні гібриди з високим потенціалом продуктивності. Водночас однією з основних проблем селекції кукурудзи залишається обмеженість вихідного матеріалу та складність його створення, оскільки накопичення достатньої кількості насіннєвого матеріалу нових гібридів потребує тривалого часу.

За результатами досліджень Молдован Ж.А. (2016), проведених у західній частині Правобережного Лісостепу України за різних строків сівби,

найбільше підвищення врожайності зерна відмічено у ранньостиглого гібрида Квітневий 187 МВ та середньораннього Оржиця 237 МВ за збільшення густоти стояння рослин до 90 тис. шт./га. Для середньораннього гібрида ДН Галатея приріст урожайності становив 0,90-1,06 т/га (13,2–14,1 %), а для середньостиглого гібрида Красилів 327 МВ – 0,77-0,96 т/га (9,2-13,3 %) при загущенні посівів до 85 тис. рослин/га незалежно від строків сівби.

Отже, сучасні гібриди – це результат багаторічної селекції, спрямованої на підвищення стійкості та продуктивності. Вони краще переносять посуху, перепади температур, вилягання та ураження основними хворобами і шкідниками. Це критично важливо в умовах зміни клімату. Генетичний потенціал сучасних гібридів значно вищий, ніж у старих сортів. Вони ефективніше використовують поживні речовини та сонячну енергію.

Гібриди спеціально розробляються для різних зон України (Полісся, Лісостеп, Степ), з різним ФАО (від ранньостиглих до пізньостиглих), що дозволяє аграріям підбирати оптимальний варіант для своїх умов та ресурсне забезпечення технології вирощування.

Густота посіву – це кількість рослин на гектар (тис. шт./га), що має прямий вплив на конкуренцію між рослинами за ресурси (вологу, світло, елементи живлення) і є ключовим регулятором урожайності.

В умовах достатньої вологи (Полісся, зрошення) збільшення густоти (до 80-90 тис. шт./га) забезпечує максимальний урожай, оскільки кожна рослина має достатньо ресурсів для формування продуктивності, а загальна кількість качанів на площі зростає, відповідно і кількість зерна з гектара.

В умовах посухи (Степ, південні регіони) оптимальна густота значно нижча (50-60 тис. шт./га). Загущення посівів призводить до жорсткої конкуренції за вологу, викликає стрес рослин, що призводить до формування дрібних качанів і, як наслідок, зниження врожайності.

Сучасні гібриди інтенсивного типу часто краще реагують на вищу густоту посіву порівняно з гібридами екстенсивного типу.

Максимальна врожайність кукурудзи досягається лише тоді, коли правильно "поєднується" генетика гібриду та оптимальна густота стояння рослин в конкретних умовах вирощування.

Отже, інноваційні гібриди надають потенціал, а густота стояння рослин дозволяє цей потенціал реалізувати, адаптуючи посів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов та технологій вирощування.

1.3. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технології

Продуктивність гібридів кукурудзи значною мірою залежить від адаптації технології вирощування до їхніх біологічних особливостей та конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Не існує універсальної технології, яка б однаково добре працювала для всіх гібридів; натомість, максимальний потенціал гібрида розкривається через відповідну систему агротехнічних заходів.

Сучасні інтенсивні гібриди мають високий потенціал урожайності, але для його реалізації вони вимагають високого рівня агротехніки (інтенсивної технології). Гібриди екстенсивного типу можуть давати стабільний, хоч і не рекордний, урожай за умов менших витрат та ресурсів.

Сучасна селекція спрямована на створення гібридів з високою пластичністю та стабільністю, що дозволяє їм адаптуватися до мінливих умов і різних технологій вирощування.

Вибір системи обробітку (оранка, міні-тілл, но-тілл) впливає на накопичення та збереження вологи та доступність поживних речовин. Різні гібриди по-різному реагують на ці системи.

В свою чергу оптимізація норм добрив відповідно до потреб конкретного гібрида та вмісту елементів у ґрунті є критичною для досягнення генетичного потенціалу. Важливими є форми і доступність поживних макро і мікро елементів для рослин. Строки сівби та густота мають бути адаптовані до групи стиглості гібрида (ФАО) та вологозабезпечення регіону вирощування. Ефективний захист від бур'янів, шкідників та хвороб

(наприклад, використання ґрунтових гербіцидів на ранніх етапах розвитку) допомагає зберегти потенціал продуктивності гібрида та підвищити його конкурентність в агроценозі.

Для росту, розвитку та формування врожаю рослин кукурудзи різних груп стиглості на території України загалом складаються сприятливі теплові умови. Практично всі гібриди — від ранньостиглих до середньопізніх — мають можливість реалізувати основні етапи онтогенезу за рахунок достатньої суми активних температур. Це дозволяє забезпечити нормальний перебіг фізіолого-біохімічних процесів, інтенсивний ріст вегетативної маси, формування генеративних органів і дозрівання зерна. Водночас, незважаючи на достатнє теплозабезпечення, одним із головних лімітуючих чинників продуктивності кукурудзи залишається вологозабезпечення, яке повністю залежить від кількості та режиму атмосферних опадів.

Запаси продуктивної вологи в ґрунті формуються переважно в осінньо-зимовий період та за рахунок весняно-літніх опадів, однак їх обсяги та просторово-часовий розподіл часто не відповідають біологічним потребам культури. Особливо негативно дефіцит вологи позначається у критичні фази розвитку кукурудзи — від виходу в трубку до цвітіння і наливу зерна, коли водоспоживання рослин досягає максимуму. Найбільш чутливими до нестачі вологи в цей період є середньостиглі та середньопізні гібриди, які мають триваліший вегетаційний період і, відповідно, вищі сумарні потреби у воді. За таких умов формується ризик неповної реалізації їх генетичного потенціалу продуктивності.

Лісостепова зона України характеризується значною різноманітністю кліматичних умов, що зумовлено її великою протяжністю як у широтному, так і в меридіональному напрямах. У межах цієї зони спостерігаються помітні відмінності в температурному режимі, кількості та сезонному розподілі опадів, тривалості вегетаційного періоду, що безпосередньо впливає на ефективність вирощування кукурудзи. Саме тому Лісостеп розглядається як одна з найбільш придатних природно-кліматичних зон для

вирощування цієї культури, оскільки тут поєднуються відносно сприятливі теплові та гідротермічні умови.

У межах Лісостепу теплові ресурси є достатніми для повного визрівання гібридів кукурудзи ранньостиглої та середньостиглої груп, тоді як для середньопізніх форм тепловий режим може виступати обмежувальним фактором, особливо в роки з прохолодною весною або раннім настанням осінніх заморозків. За сукупністю гідротермічних показників ця зона вважається найбільш сприятливою для стабільного вирощування кукурудзи на зерно, особливо в умовах Вінницької, Полтавської, Київської, Черкаської та Хмельницької областей, де поєднання тепла і вологи забезпечує відносно високий і стабільний рівень урожайності.

Натомість зона Степу загалом характеризується менш сприятливими умовами вологозабезпечення, що пов’язано з обмеженою кількістю опадів і їх нерівномірним розподілом упродовж вегетаційного періоду. Водночас у окремих областях, зокрема Запорізькій, Луганській та Миколаївській, за умови застосування зрошення або використання посухостійких гібридів, кукурудза здатна формувати високі врожаї. Особливу увагу слід звернути на Дніпропетровську область, де природно-кліматичні умови в поєднанні з виробничими факторами сприяли концентрації значних площ посівів кукурудзи, що становлять близько третини загальної площі культури в межах Степової зони. Водночас Полісся характеризується нижчими тепловими ресурсами та коротшим вегетаційним періодом, що істотно обмежує можливості вирощування середньо- та пізньостиглих гібридів кукурудзи.

У сучасних умовах головним завданням зернового господарства є максимально повна реалізація високого генетичного потенціалу продуктивності нових гібридів кукурудзи. Досягнення цього можливе лише за умови впровадження інтенсивних та ресурсозберігаючих технологій вирощування, які базуються на науково обґрунтованій оптимізації всіх основних факторів продуктивності — вибору гібриду, строків і способів сівби, густоти стояння рослин, системи удобрення, захисту від бур’янів,

хвороб і шкідників. При цьому особливого значення набуває адаптація технологічних елементів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону та біологічних особливостей кожного гібрида, що дозволяє ефективно використовувати їх генетичні можливості та забезпечувати стабільне формування високих урожаїв зерна кукурудзи.

1.4 Формування кореневої системи рослин кукурудзи та функціональні особливості

Генетично зумовлені особливості гібридів кукурудзи істотно впливають на швидкість формування, просторову організацію та загальну потужність їх кореневої системи, а також визначають характер реакції рослин на зміну погодних і ґрунтових умов. Зокрема, генотип гібрида обумовлює чутливість рослин до температурного режиму, рівня зволоження ґрунту, його фізичних властивостей, структурного стану та забезпеченості макро- і мікроелементами. Інтенсивність росту коренів, їх здатність проникати у глибші шари ґрунту та ефективно використовувати ґрунтові ресурси розглядаються як одна з основних передумов формування стабільно високої врожайності кукурудзи. У зв’язку з цим агротехнічні заходи, спрямовані на оптимізацію умов розвитку кореневої системи, мають вирішальне значення у сучасних технологіях вирощування культури.

Просторове розміщення коренів у ґрунтовому профілі є важливим показником родючості ґрунту, його агрофізичного стану та рівня ефективності засвоєння поживних речовин рослинами. Коренева система нині розглядається як один із найбільш перспективних резервів підвищення продуктивності агроекосистем у контексті так званої «зеленої революції нового покоління», оскільки її вдосконалення не потребує значних додаткових матеріальних витрат. Саме коріння забезпечує надходження до рослини води та елементів мінерального живлення – двох основних лімітуючих факторів росту й розвитку. За таких умов першочерговим

завданням є не стільки збільшення обсягів внесення добрив чи поливної води, скільки підвищення здатності кореневої системи ефективно використовувати наявні ресурси та залучати до продуктивного обігу ґрунти з обмеженою родючістю.

Функціональна ефективність кореневої системи значною мірою визначається її адаптивністю до умов навколишнього середовища. Корені, що проникають у глибші горизонти ґрунту, забезпечують рослину вологою у періоди тривалої посухи, тоді як численні дрібні корінці верхнього шару ґрунту сприяють активному поглинанню поживних елементів із найбільш родючої гумусної частини орного горизонту. Сучасні дослідження кореневої системи кукурудзи також спрямовані на вивчення її участі у глобальному вуглецевому циклі, зокрема через акумуляцію органічного вуглецю у ґрунті та вплив на стабільність агроекосистем.

Селекційні програми, орієнтовані на поліпшення морфологічних і функціональних характеристик кореневої системи, розглядаються як один із найбільш перспективних напрямів підвищення посухостійкості кукурудзи. Формування довгого, добре розгалуженого та глибоко проникного коріння забезпечує рослинам кращий доступ до води та елементів живлення, тоді як збільшений кут відгалуження коренів сприяє підвищенню механічної стійкості рослин і зменшенню ризику вилягання посівів.

Коренева система кукурудзи відзначається значною потужністю та добре вираженою ярусною будовою. За сприятливих умов вирощування – достатнього зволоження та пухкої, структурованої ґрунтової товщі – окремі корені можуть проникати на глибину 1,5–2,5 м і поширюватися в горизонтальному напрямку на відстань 1,0–1,2 м від стебла. Основна маса коренів зосереджується у гумусовому горизонті ґрунту, що забезпечує ефективне засвоєння поживних елементів і використання атмосферних опадів, особливо у літній період.

Найважливішу роль у живленні рослин відіграють постійні корені, які формуються з підземних стеблових вузлів на глибині 3–5 см від поверхні

ґрунту. Повітряні або опорні корені, які з’являються зазвичай у другій половині вегетаційного періоду, виконують насамперед функцію механічної підтримки рослин і підвищують їх стійкість до вилягання. Це є однією з найбільш характерних морфологічних особливостей кукурудзи. Вони утворюються з надземних вузлів нижньої частини стебла (переважно з другого, третього та четвертого вузлів над поверхнею ґрунту). У разі контакту з вологим ґрунтом, зокрема за умов підгортання під час міжрядних обробітків, такі корені можуть включатися в процес мінерального живлення, істотно підсилюючи загальну поглинальну здатність кореневої системи.

Формування та розвиток кореневої системи кукурудзи значною мірою залежать від генетичних особливостей гібрида, температурного режиму та вологості ґрунту. Рівень урожайності та його стабільність перебувають у прямій залежності від потужності кореневої системи, що зумовлює необхідність приділення особливої уваги агротехнічним заходам, спрямованим на створення оптимальних умов для її росту та функціонування.

Для нормального розвитку коренева система кукурудзи потребує достатнього доступу кисню, у зв’язку з чим культура є чутливою до ущільнення ґрунту та тимчасового перезволоження або заболочування. Такі несприятливі умови призводять до пригнічення ростових процесів, зниження активності коренів і, у крайніх випадках, до випадання рослин з агроценозу.

Повністю сформована за площею живлення коренева система кукурудзи зазвичай утворюється у фазі 6–8 листків, тоді як максимальна глибина проникнення коренів досягається у період викидання волоті. Мілке залягання коренів у верхніх шарах ґрунту підвищує ризик їх механічного пошкодження під час проведення міжрядних обробітків, а також негативно впливає на водозабезпечення рослин за умов нестійкого зволоження або тривалої відсутності опадів.

Коренева система у молодих рослин розвивається повільно, тому рослини кукурудзи повільно використовують повний ґрунтовий простір як углиб, так і в ширину (рис. 1.2).

Рис. 1.2. Ріст коренів та проникнення в грунт в різні фази розвитку рослин кукурудзи

Підвищення толерантності кукурудзи до дії як підвищених, так і знижених температур є одним із пріоритетних завдань сучасної селекції, особливо під час створення гібридів, призначених для вирощування в центральних і північних регіонах Європи. У цих зонах спостерігається тенденція до зростання амплітуди температурних коливань упродовж вегетаційного періоду, що істотно ускладнює реалізацію генетичного потенціалу культури. Водночас на сьогодні залишається недостатньо з’ясованим питання, у якій мірі різні генотипи кукурудзи відрізняються за характером реакції на повний спектр можливих температурних режимів, особливо на рівні кореневої системи.

У цьому контексті була перевірена гіпотеза, згідно з якою поєднання інбредних ліній кукурудзи (Zea mays L.), що характеризуються різними температурними оптимумами росту коренів, може забезпечити гібридну перевагу. Дана гіпотеза ґрунтується на концепції так званого «граничного

наддомінування», відповідно до якої гібриди демонструють вищий рівень відносного домінування порівняно з батьківськими формами за сукупністю ознак. У процесі досліджень оцінювали швидкість подовження головного та бічних коренів у зворотних схрещуваннях двох кременистих і двох зубовидних інбредних ліній кукурудзи за температурного режиму в межах від 15 до 40 °C. Отримані результати свідчать про формування гібридів із проміжним типом реакції на температуру: за оптимальних температур 34 і 28 °C відповідно до батьківських форм UH005 і UH250, гібриди займали проміжне положення щодо інтенсивності росту бічних коренів. Водночас за температур нижче та вище 31 °C ріст кореневої системи гібридів був подібним до найкращих батьківських форм, що фактично забезпечувало розширення температурного діапазону їх ефективного функціонування порівняно з вихідними лініями.

Причини та наслідки виявленого ефекту розглядаються в контексті селекції стійкості кукурудзи до абіотичних стресів, зокрема температурного стресу, і, ймовірно, мають підґрунтя на рівні молекулярно-генетичних механізмів регуляції ростових процесів. Отримані результати відкривають перспективи для поглиблених досліджень цього явища з метою його практичного використання у селекційних програмах майбутнього.

Останніми роками загострення посушливих явищ у поєднанні зі зростанням світового попиту на виробництво кукурудзи стимулює науковців і насіннєві компанії до пошуку інноваційних рішень, спрямованих на підвищення стабільності врожайності культури. Одним із найбільш ефективних напрямів у цьому контексті є створення та впровадження гібридів, адаптованих до умов дефіциту вологи.

Прикладом такого підходу є інноваційна селекційна програма Roots Power™, розроблена департаментом науки та розвитку компанії Lidea (раніше Euralis Semences, Франція). Ця програма є результатом багаторічної системної роботи, спрямованої на вдосконалення морфологічних і функціональних характеристик кореневої системи кукурудзи як ключового

елемента її адаптивності. Формування більш потужної та глибоко проникної кореневої системи забезпечує кращу здатність рослин долати ущільнення ґрунту, ефективніше використовувати запаси ґрунтової вологи та поживних речовин і формувати вищі врожаї незалежно від застосовуваної системи обробітку ґрунту.

У межах програми Roots Power™ щорічно в різних регіонах Європи, за широкого спектра кліматичних умов і типів ґрунтів, проводяться масштабні польові дослідження, під час яких викопують і аналізують тисячі селекційних ліній і гібридів кукурудзи. Оцінювання кореневих систем здійснюється за комплексом морфологічних критеріїв, зокрема за діаметром первинних коренів, їх довжиною, кутом розгалуження та ступенем розвитку вторинних коренів. На основі отриманих даних здійснюється жорсткий відбір форм із найбільш потужною та функціонально ефективною кореневою системою, і лише найкращі з них залучаються до подальшої селекційної роботи в межах програми Roots Power™.

Ключова концепція цієї програми полягає в тому, що в умовах наростаючого кліматичного стресу, зумовленого посухами та високими температурами, успішність гібридів визначається не лише потенційною врожайністю, а й їх здатністю максимально ефективно використовувати обмежені природні ресурси. Формування кореневої системи з більшою площею поглинання та глибшим проникненням у ґрунтовий профіль забезпечує доступ до вологи й елементів живлення з нижчих, менш виснажених горизонтів, що сприяє стабілізації врожайності навіть за несприятливих погодних умов, особливо у критичні фази розвитку рослин.

Посилений розвиток якірного (стрижневого) коріння сприяє підвищенню стійкості рослин до вилягання, зменшує ураження шкідниками прикореневої зони та дозволяє кукурудзі ефективніше залучати вологу з глибших шарів ґрунту, підвищуючи коефіцієнт водокористування. Окрім цього, розвинена коренева система забезпечує краще засвоєння азоту й

фосфору завдяки охопленню більшого об’єму ґрунту. Фізично міцне коріння здатне надійно утримувати рослину навіть за умов інтенсивних опадів і сильних вітрів.

Першим гібридом, створеним у межах програми Roots Power™, став ЕС СЕНСОР (ФАО 370), який характеризується добре розвиненою первинною кореневою системою, що забезпечує високий рівень посухостійкості, а також потужною та розгалуженою вторинною кореневою системою, яка підвищує стійкість рослин до вилягання. Значний кут розгалуження коренів цього гібрида сприяє підвищенню його компенсаційної здатності та формуванню стабільної врожайності за мінливих погодних умов.

Загалом вивчення кореневих систем кукурудзи проводиться з метою встановлення особливостей їх архітектоніки в різних генетичних горизонтах ґрунту під посівами культури, а також для визначення ступеня заселення активним корінням окремих ґрунтових шарів. Такі дослідження мають важливе значення для оптимізації селекційних програм і вдосконалення технологій вирощування кукурудзи в умовах кліматичних змін.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика зони досліджень

Наукові дослідження за темою дипломної роботи проводили в умовах ПП «Леон-агро 2011» с. Ходорівці, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

Характеристика Господарства

Господарство ПП «Леон-агро 2011» спеціалізується на вирощуванні зернових колосових та зернобових культур (пшениця озима, ячмінь ярий, соя, гречка, кукурудза, овочі, ріпак озимий).

Загальна площа становить 360 га, розподіл якої представлено у табл. 2.1.

Таблиці 2.1.

Структура земельного банку господарства

Категорія земель	Площа (га)	Частка (%)
Рілля	340,6	92,0%
Сінокоси	19,4	8,0%
Пасовища	-	-
Загальна Площа	360,0	100,0%

Дослідне господарство застосовує сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур, які повністю узгоджуються з їх біологічними особливостями та вимогами до умов зростання. Матеріально-технічна база господарства є достатньо розвиненою та включає виробничі майстерні, зернові склади, вагове господарство, а також тракторну бригаду, що забезпечує своєчасне та якісне виконання всіх технологічних операцій упродовж вегетаційного періоду.

Кам’янець-Подільський район розташований у південній частині Хмельницької області та є її найтеплішим регіоном. За показниками

зволоження і теплозабезпечення вегетаційного періоду він належить до південного теплого агрокліматичного району, який охоплює території, прилеглі до долини річки Дністер. Сума активних температур за період вегетації в цій зоні в середньому становить близько 2600 °С, що створює сприятливі умови для вирощування широкого спектра теплолюбних сільськогосподарських культур. Найбільш виражений теплий мікроклімат формується в межах долини Дністра та гирлових ділянок долин його лівобережних приток, де завдяки особливостям рельєфу послаблюється вплив холодних повітряних мас.

Кількість атмосферних опадів у регіоні є найменшою в межах області та в середньому коливається на рівні близько 620 мм на рік. Незважаючи на це, за багаторічними даними, зволоження у більшості років залишається достатнім або близьким до оптимального для росту й розвитку сільськогосподарських культур, хоча нерівномірність розподілу опадів упродовж вегетаційного періоду може призводити до прояву посушливих явищ.

За орографічними умовами територія проведення досліджень належить до Подільської височини, яка є інверсійною щодо тектонічної будови фундаменту та характеризується значними абсолютними висотами, що місцями перевищують 350–400 м над рівнем моря. Для цієї фізико-географічної області притаманна глибока ерозійна розчленованість поверхні, наявність численних балок і ярів, а також глибоко врізаних, подекуди каньйоноподібних річкових долин. Такі особливості рельєфу суттєво впливають на формування мікроклімату, режим зволоження ґрунтів і, як наслідок, на рівень і стабільність урожайності сільськогосподарських культур.

З огляду на складні природно-кліматичні умови та розташування Кам’янець-Подільського району на межі різних агрокліматичних зон, особливої актуальності набуває чітка ідентифікація зони досліджень у системі агрокліматичного районування України. Це має принципове

значення для обґрунтування можливості екстраполяції отриманих результатів і формування практичних рекомендацій для сільськогосподарських товаровиробників конкретного регіону. У зв’язку з цим, насамперед було здійснено аналіз зони досліджень з позицій агрокліматичного районування.

Агрокліматичне районування є науково обґрунтованою системою поділу території на окремі таксономічні одиниці (смуги, зони, області, підзони тощо) на основі комплексної оцінки забезпеченості сільськогосподарського виробництва кліматичними ресурсами. За просторовим охопленням воно може здійснюватися на рівні держави, окремої області, адміністративного району або навіть конкретного господарства. За своїм змістом та цільовим призначенням агрокліматичне районування відображає ступінь сприятливості клімату певної місцевості для сільського господарства загалом, його окремих галузей, напрямів виробництва та вирощування конкретних культур.

У межах агрокліматичного районування аналізуються основні кліматичні показники за весь вегетаційний період або його окремі фази, які найбільшою мірою впливають на продуктивність агроценозів. До них належать суми активних температур, кількість і сезонний розподіл опадів, коефіцієнт атмосферного зволоження, фотосинтетично активна радіація, а також частота й інтенсивність несприятливих погодних явищ. Окрім цього, враховуються біологічні особливості сільськогосподарських культур, тривалість їх вегетаційного періоду, теплозабезпечення окремих фаз росту й розвитку та потенційні втрати врожаю внаслідок дії екстремальних факторів.

За результатами проведених досліджень встановлено, що температурний режим повітря в зоні досліджень у цілому відповідав середньобагаторічним кліматичним умовам регіону. Водночас у окремі роки спостерігалося перевищення середньомісячних температурних показників над кліматичною нормою більш ніж на 2,0 °С. Найбільш виражені температурні аномалії порівняно з багаторічними значеннями зафіксовано у 2025 році. Загалом температурний режим у період дослідження сортової технології

вирощування квасолі характеризувався відсутністю екстремальних відхилень і був загалом сприятливим для формування повноцінного врожаю цієї культури.

У літній період (червень–серпень) середньомісячна температура повітря становила 20,6–22,2 °C, що на 3–4 °C перевищувало багаторічні середні значення. Одночасно з цим спостерігалося істотне зменшення кількості атмосферних опадів: у червні випало 32,6 мм при нормі 101 мм, у липні — 29 мм при нормі 82 мм, а в серпні — лише 0,6 мм при багаторічній нормі близько 60 мм. Поєднання високих температур і дефіциту вологи негативно впливало на перебіг генеративних процесів у рослин, зокрема призводило до підвищеної абортивності квіток і, відповідно, потенційного зниження врожайності.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений переважно чорноземами типовими та чорноземами вилугуваними. Ці ґрунти є найбільш поширеними й високородючими в межах Хмельницької області, особливо в її центральній і південно-західній частинах Лісостепу, до якої належить і Кам’янець-Подільський район. Вилугувані чорноземи сформувалися під лісовою або лісостеповою рослинністю в умовах більш інтенсивного вимивання карбонатів порівняно з типовими чорноземами. Для них характерна слабокисла або близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину, оскільки карбонатний горизонт залягає на більшій глибині. Вміст гумусу дещо нижчий, ніж у типових чорноземах, проте залишається на високому рівні, що забезпечує значний потенціал родючості. У профілі цих ґрунтів можуть проявлятися ознаки оглинення та чітка диференціація генетичних горизонтів, що є характерною рисою ґрунтів лісового походження.

2.2. Методика виконання досліджень

Для виявлення, наукового обґрунтування та оцінки ефективності окремих елементів технології вирощування кукурудзи дослідження проводили в умовах польового експерименту. Досліди закладали за методом рандомізованих повторень, що дало змогу мінімізувати вплив ґрунтової та мікрокліматичної неоднорідності на результати та забезпечити їхню статистичну достовірність. Схеми польових дослідів формували відповідно до поставлених завдань, а всі спостереження, обліки й розрахунки здійснювали згідно з чинними методичними рекомендаціями та загальноприйнятими науковими підходами [29].

Сівбу кукурудзи проводили 4 травня у добре підготовлений ґрунт із дотриманням агротехнічних вимог для культури. Площа облікової ділянки становила 50 м², дослід проводили у чотириразовому повторенні. Розміщення варіантів у досліді було систематичним, що забезпечувало рівномірні умови росту й розвитку рослин у межах дослідного поля.

Система удобрення передбачала внесення мінеральних добрив відповідно до біологічних потреб культури. Під передпосівний обробіток ґрунту вносили нітроамофоску (N16P16K16), а під час сівби застосовували аміачну селітру (34,4 % N) з метою забезпечення рослин доступним азотом на початкових етапах росту.

Захист посівів від бур’янів здійснювали шляхом одноразового застосування післясходового гербіциду МайсТер у нормі 0,15 кг/га у фазу 5 листків кукурудзи з використанням штангового обприскувача ОП-2000. Попередником кукурудзи в досліді була пшениця озима, що є типовим і агротехнічно обґрунтованим попередником для культури в умовах Лісостепу.

Збирання врожаю здійснювали поділяночно методом прямого комбайнування, з попереднім відбором модельних рослин для визначення біологічної врожайності та аналізу структури врожаю.

Методичною основою виконання експериментальних робіт слугували класичні та сучасні наукові розробки, зокрема: «Методика полевого опыта»

Б.А. Доспехова; «Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» за редакцією В.В. Вовкодава; «Основи наукових досліджень в агрономії» В.Ф. Мойсейченка та ін.

У процесі досліджень виконували комплекс фенологічних, морфологічних, фізіолого-біохімічних, агрометеорологічних та економічних спостережень і розрахунків.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин кукурудзи проводили відповідно до «Методики Державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Початок кожної фази розвитку фіксували за настання її у 15 % рослин, масове проходження – у 75 % рослин [108, 46].

Оцінку агрометеорологічних умов здійснювали шляхом розрахунку коефіцієнта суттєвості відхилень елементів погоди від середньобагаторічних значень за формулою:

$$Kc = \frac{(Xi - \bar{X})}{\sigma}$$, де (формула 1)

Кс – коефіцієнт суттєвості відхилень;

Хі – елементи поточної погоди;

$\bar{X}$ - показник середньої багаторічної величини;

σ - середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:

$К_с < |1|$ – умови близькі до звичайних;

$К_с = |1 \div 2|$ – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;

$К_с > |2|$ – умови наближені до рідкісних.

Залежно від величини коефіцієнта умови класифікували як близькі до звичайних, суттєво відмінні або наближені до рідкісних.

Густоту стояння рослин, виживаність та продуктивність рослин визначали згідно з методикою державного сортовипробування. Дослідження кореневої системи гібридів кукурудзи проводили у дві фази розвитку: у фазу 8 листків та у фазу викидання волоті. Для цього викопували траншеї

відповідних розмірів із подальшим відмиванням кореневої системи водяним струменем. Після цього визначали масу коренів, кількість вузлових коренів, їх довжину, а також співвідношення між підземною та надземною масою рослин. Вегетативну масу визначали шляхом зважування 10 типових рослин з кожного варіанту досліду.

Площу листкової поверхні обчислювали лінійним методом за довжиною та шириною листків з використанням поправочного коефіцієнта для кукурудзи (0,75).

$$S = k \times l \times n, \qquad \text{(формула 2)}$$

де S - площа листка , см 2 , k – середній поправочний коефіцієнт (0,75 для кукурудзи); l - довжина листка, см; n – ширина листка у найширшому місці, см;

Лабораторні дослідження посівних якостей насіння проводили в лабораторії кафедри рослинництва ПДУ . Травмованість насіння визначали методом фарбування індигокарміном згідно з вимогами ISTA (2014), а лабораторну схожість і енергію проростання – відповідно до ДСТУ 4138-2002.

Вирівняність рослин за висотою та висотою прикріплення качана розраховували за формулою Пірсона з використанням максимальних і мінімальних значень обліків.

$$\boldsymbol{Q = 0{,}26 \times (Xmax - Xmin),} \qquad \text{(формула 3)}$$

де: Q – вирівнянність, см;

0,26 – коефіцієнт Пірсона для розрахунку наближеного значення середнього квадратичного відхилення за вибіркою з 25 спостережень;

Xmax, min – максимальне та мінімальне значення обліків по гібриду.

Структуру врожаю аналізували на основі 10 модельних рослин із кожного варіанта. Врожайність основної та побічної продукції визначали методом суцільного обліку з урахуванням вологості та засміченості зерна. Фізичні показники якості зерна оцінювали відповідно до ДСТУ 4138-2002.

Хімічний склад зерна (вміст протеїну, жиру, золи тощо) визначали методом інфрачервоної спектрометрії на аналізаторі NIP Scanner 4250.

Економічну ефективність досліджуваних технологій обчислювали згідно з чинними методичними рекомендаціями та типовими технологічними картами. Статистичну обробку результатів виконували методом дисперсійного аналізу, а енергетичну ефективність технологічних прийомів визначали за методиками І.А. Васька, А.В. Яковенка, Г.І. Романова та Ю.О. Тараріко.

2.3. Схема дослідів та об’єкти досліджень

З метою всебічного вивчення особливостей формування урожайності кукурудзи та встановлення закономірностей її залежності від густоти стояння рослин, рівня забезпеченості елементами мінерального живлення й біологічних особливостей гібридів було проведено комплекс польових, лабораторних і виробничих досліджень. Експериментальні роботи виконувалися упродовж вегетаційного періоду в умовах науково-виробничої бази приватного підприємства «Леон-Агро 2011», розташованого в селі Ходорівці Кам’янець-Подільського району Хмельницької області, а також у профільних наукових лабораторіях.

Дослідні ділянки були закладені на чорноземах типових, які характеризуються високою природною родючістю, значним вмістом гумусу та сприятливими агрофізичними властивостями, що створює оптимальні умови для вирощування кукурудзи. Ґрунтово-кліматичні умови регіону є типовими для південно-західної частини Лісостепу України, що дозволяє вважати отримані результати репрезентативними та придатними для практичного впровадження у виробництво.

Для реалізації поставленої мети було закладено двофакторний польовий дослід, спрямований на оцінку реакції різних гібридів кукурудзи на зміну норми висіву насіння. У якості фактора А виступали гібриди кукурудзи різного походження та селекційних програм, які відрізняються морфо-

біологічними особливостями, рівнем продуктивності, типом розвитку кореневої системи та адаптивністю до умов вирощування. До досліду було включено такі гібриди: Дніпровський 257 СВ, Сігма, RAGT Олександра, Гарант, Кубус, Москіто, Сенсор та КВС 381. Залучення до дослідження гібридів з різним генетичним потенціалом дало змогу глибше проаналізувати їхню реакцію на загущення посівів та умови живлення.

Фактором В у досліді була норма висіву насіння, яка визначала густоту стояння рослин у посівах. Для оцінки впливу цього чинника застосовували дві контрастні норми висіву – 60 та 90 тис. схожих насінин на 1 гектар. Обрані рівні густоти дозволили дослідити як умови відносно розріджених посівів, так і варіант інтенсивного загущення, що є характерним для сучасних технологій вирощування кукурудзи. Це дало можливість встановити оптимальні параметри густоти стояння рослин для кожного гібриду з урахуванням їхніх біологічних особливостей та потенціалу продуктивності.

Схема досліду

Гібриди	Група стиглості	Густота стояння рослин, тис. шт./ га
Дніпровський 257	*ср*	60
Сігма	*ср*	
Гарант	*ср*	
Ражт Алекксандра	*сс*	
Кубус	*сс*	90
Москіто	*сс*	
Сенсор	*сс*	
КВС 381	*сс*	

Таким чином, закладений двофакторний польовий дослід дозволив комплексно оцінити взаємодію генетичних особливостей гібридів кукурудзи та елементів технології вирощування, зокрема норми висіву, у формуванні

урожайності та її структурних компонентів, а також забезпечив наукове підґрунтя для розробки практичних рекомендацій щодо оптимізації густоти посіву кукурудзи в умовах південно-західного Лісостепу України.

Для виконання дипломної роботи використано польовий метод досліджень, проведені фенологічні, біометричні, фізіологічні та статистичні спостереження та обліки.

2.4. Характеристика досліджуваних гібридів

Дніпровський 257 СВ — середньоранній простий модифікований гібрид кукурудзи зернового напряму використання, створений для вирощування в умовах Лісостепу та Степу України. За класифікацією стиглості належить до групи ФАО 290, що забезпечує оптимальне поєднання скоростиглості та високого рівня реалізації генетичного потенціалу продуктивності.

Рослини гібрида характеризуються помірно високим габітусом: середня висота становить 200-210 см, що є сприятливим показником для формування стабільних посівів і зменшує ризик вилягання. Висота прикріплення качана – 80-90 см, що забезпечує зручність механізованого збирання врожаю та знижує втрати зерна. Стебло міцне, добре виповнене, з високою стійкістю до механічних пошкоджень і несприятливих погодних чинників.

Качан циліндричної або слабко конічної форми, добре озернений по всій довжині, довжиною 18-20 см. Кількість рядів зерен коливається в межах 16–18, а кількість зерен у ряду – 36-40, що формує високий потенціал індивідуальної продуктивності рослини. Зерно зубоподібного типу, вирівняне, з високими показниками виповненості, що позитивно впливає на вихід кондиційного зерна та його технологічні властивості. Маса 1000 насінин становить 280–300 г, що свідчить про добру крупність зерна та його високу посівну і кормову цінність.

Гібрид Дніпровський 257 СВ відзначається підвищеною стійкістю до вилягання, що особливо важливо за інтенсивних технологій вирощування та підвищених норм висіву. Також характеризується доброю посухостійкістю, що дає змогу стабільно формувати врожай у роки з дефіцитом вологи, та холодостійкістю, завдяки чому можливі ранні строки сівби без істотного ризику зрідження сходів.

Гібрид добре реагує на покращення умов мінерального живлення та оптимізацію густоти стояння рослин, що робить його придатним для використання в інтенсивних та середньоінтенсивних технологіях вирощування. За сприятливих ґрунтово-кліматичних умов і дотримання рекомендованих агротехнічних заходів потенційна врожайність зерна становить 11,5-12,0 т/га.

Завдяки поєднанню стабільної продуктивності, високої адаптивності до різних умов вирощування та добрих агротехнічних характеристик, гібрид Дніпровський 257 СВ є надійним компонентом сортового складу кукурудзи для господарств різного рівня інтенсифікації виробництва.

ЕС Сігма — це середньоранній трьохлінійний гібрид кукурудзи, який відноситься до групи ФАО 280, що визначає його скоростиглість і терміни дозрівання в межах оптимального вегетаційного періоду для вирощування у Лісостеповій та північній Степовій зонах України. Гібрид створений для забезпечення високої врожайності зерна та силосу, поєднуючи стабільність продуктивності з підвищеною адаптивністю до різних агрокліматичних умов.

Рослини гібрида мають середньовисокий габітус, середня висота становить 287 см, що забезпечує достатній запас фотосинтетичної площі для формування великого та добре заповненого качана, а також дозволяє отримувати високу надземну масу для силосного використання. Висота прикріплення качана – 125 см, що зручне для механізованого збирання та зменшує ризик ушкодження зерна при збиранні. Качан добре заповнений, з 14 рядами зерен, у кожному з яких формується 29 зерен, що створює високий потенціал продуктивності окремої рослини. Зерно має кремнисто-

зубовидний тип, що поєднує твердість та поживну цінність, забезпечує високу технологічну придатність для виробництва кормів і зберігання. Маса 1000 насінин становить 360 г, що свідчить про значну крупність і добрі посівні якості.

Гібрид ЕС Сігма вирізняється ремонтантними властивостями, тобто здатністю формувати нові бокові пагони та листкову масу навіть за несприятливих умов, що сприяє стабільності урожайності і підвищує його пластичність у різних агротехнічних системах. Гібрид придатний для вирощування як на зерно, так і на силос, що робить його універсальним для господарств із комбінованим напрямом використання кукурудзи.

Потужна і добре розвинена коренева система забезпечує високу стійкість до вилягання, що особливо важливо за інтенсивної технології вирощування та підвищених норм висіву. Гібрид добре реагує на внесення мінеральних добрив, оптимізацію густоти посіву та інші агротехнічні заходи, демонструючи високу ефективність використання ресурсів ґрунту та води.

Завдяки поєднанню високої потенційної продуктивності, ремонтантності, стабільності та універсальності використання, ЕС Сігма є надійним гібридом для інтенсивних і середньоінтенсивних технологій вирощування, забезпечуючи господарствам стабільний врожай зерна та високоякісного силосу.

ЕС Гарант – це середньоранній трьохлінійний гібрид кукурудзи зернового напрямку використання, віднесений до групи ФАО 300. Гібрид розроблений для забезпечення високої продуктивності в умовах різних агрокліматичних зон України – від Полісся до Лісостепу і Степу, зокрема для регіонів із потенційно нестійкими гідротермічними умовами. Завдяки поєднанню високого генетичного потенціалу та стабільності продуктивності, ЕС Гарант підходить для інтенсивних технологій вирощування з оптимізацією густоти посіву та мінерального живлення.

Рослини гібрида характеризуються потужним габітусом і високою рослинністю – середня висота становить 313 см, що забезпечує значну листкову поверхню для фотосинтезу та формування великих качанів. Висота прикріплення качана – 125 см, що робить його зручним для механізованого збирання та знижує ризик пошкодження зерна. Качани гібрида добре заповнені, мають 16–18 рядів зерен, у кожному з яких формується 29–30 зерен, що дозволяє досягати високої індивідуальної продуктивності рослини. Зерно гібрида характеризується оптимальною масою 1000 насінин – 319 г, що забезпечує добру крупність і високу посівну цінність.

ЕС Гарант відзначається швидкою віддачею вологи, що дозволяє прискорити збирання врожаю та знизити втрати при механізованому обмолоті. Гібрид має високу стійкість до вилягання, що є критично важливим для забезпечення стабільної врожайності у роки з несприятливими погодними умовами. Крім того, він резистентний до фузаріозу качанів, що підвищує якість зерна та зберігає його технологічні властивості при тривалому зберіганні.

Потенційна врожайність гібрида становить 14,5 т/га, що відображає його високий продуктивний потенціал навіть за середньоінтенсивних умов вирощування. ЕС Гарант добре реагує на агротехнічні заходи: внесення мінеральних добрив, оптимізацію густоти посіву та системи захисту рослин, що робить його універсальним і надійним вибором для господарств із різними технологіями ведення посівів.

Завдяки поєднанню високої продуктивності, стабільності, швидкої віддачі вологи та стійкості до хвороб, ЕС Гарант є оптимальним гібридом для вирощування на зерно в регіонах Полісся, Лісостепу та Степу України, забезпечуючи високоякісний та стабільний урожай у широкому діапазоні кліматичних умов.

РАЖТ Алекксандра – середньостиглий простий зубовидний гібрид кукурудзи, розроблений французькою насіннєвою компанією RAGT Semences. Гібрид відноситься до групи ФАО 350, що характеризує його середньостиглі терміни дозрівання та дозволяє оптимально реалізувати генетичний потенціал продуктивності у середньому та південному Лісостепу та Степу України. РАЖТ Алекксандра поєднує високий потенціал врожайності, адаптивність до абіотичних стресів і технологічну пластичність, що робить його універсальним для інтенсивних і середньоінтенсивних систем вирощування.

Рослини гібрида низькорослі, середня висота становить 280 см, що створює оптимальні умови для стабільного формування качанів і зменшує ризик вилягання за сильних вітрів або інтенсивних опадів. Висота прикріплення качана – 110 см, що забезпечує зручність збирання врожаю та знижує механічні втрати зерна. Качани циліндричної форми, добре заповнені, містять 16–18 рядів зерен, у кожному з яких формується 28–32 зерна, що забезпечує високу індивідуальну продуктивність рослини. Зерно зубоподібного типу, крупне, з масою 1000 насінин 330–350 г, що свідчить про високу посівну якість, енергію проростання та технологічну придатність зерна для зберігання та переробки.

Гібрид відзначається високою продуктивністю та стійкістю до стресових факторів, включно з посухою та низькими температурами, що робить його придатним для вирощування в різних кліматичних умовах. Особливою перевагою є швидка віддача вологи, що дозволяє скоротити терміни збирання врожаю та зменшити ризик пошкодження зерна при високих температурах. Крім того, РАЖТ Алекксандра стійкий до вилягання,

що зменшує втрати продукції під час сильних вітрових навантажень, та має резистентність до фузаріозу качанів, що забезпечує високу якість зерна навіть у роки з підвищеним ризиком ураження хворобами.

Листкова система гібрида характеризується нахилом листків вниз, що сприяє кращому використанню світлового ресурсу та полегшує проникнення дощової води у міжряддя, підвищуючи ефективність фотосинтезу та водопостачання рослин.

Потенційна врожайність гібрида становить до 14,5 т/га, що робить його високопродуктивним варіантом для вирощування як на зерно, так і на силос. Рекомендована густота стояння рослин залежно від агрокліматичних умов: оптимальні умови — 75–85 тис. рослин/га, посушливі умови — 73–76 тис. рослин/га, що дозволяє гібриду ефективно використовувати доступні ресурси ґрунту та вологи.

РАЖТ Алекксандра поєднує високу стабільність урожайності, пластичність до агротехнічних прийомів, адаптивність до посухи та холоду, що робить його надійним гібридом для господарств з різними технологіями вирощування і широким спектром агрокліматичних умов.

ЕС Кубус — це середньостиглий простий гібрид кукурудзи, віднесений до групи ФАО 310, що дозволяє йому оптимально реалізовувати потенціал продуктивності в умовах Полісся, Лісостепу та Степу. Гібрид розроблений з

урахуванням потреб сучасного зерновиробництва і відзначається високою пластичністю до агротехнічних заходів, що забезпечує стабільну врожайність у різних кліматичних і ґрунтових умовах.

Рослини ЕС Кубус мають середню висоту 290 см, що дозволяє формувати потужну листкову поверхню для ефективного фотосинтезу та оптимального живлення качанів. Висота прикріплення качана – 130 см, що забезпечує зручність збирання врожаю, мінімізує механічні пошкодження зерна та знижує ризик вилягання рослин у полі.

Качани гібрида характеризуються повним заповненням зернами, що забезпечує високу індивідуальну продуктивність рослини. Кількість рядів зерен варіює від 16 до 18, а кількість зерен у ряду – 33, що робить качани великими, рівномірними та придатними для збирання як на зерно, так і на кормові цілі. Зерно кремнисто-зубовидне, маса 1000 насінин – 340 г, що свідчить про високу посівну цінність, крупність і хорошу технологічну придатність для подальшого зберігання та переробки.

ЕС Кубус відзначається стійкістю до вилягання, що забезпечує стабільність урожайності навіть у роки з несприятливими погодними умовами, зокрема сильними вітрами або дощами під час дозрівання. Гібрид також проявляє адаптивність до різного рівня зволоження ґрунту, що робить його придатним для вирощування як у більш вологих умовах Полісся, так і у відносно посушливих регіонах Лісостепу та Степу.

Серед ключових переваг гібрида: високий потенціал урожайності, пластичність до технологічних прийомів, оптимальна архітектоніка рослини для механізованого збирання, стабільне заповнення качанів зерном та крупність зерна, що забезпечує високу продуктивність і якість врожаю.

ЕС Кубус рекомендується для вирощування за інтенсивною та середньоінтенсивною технологією, з можливістю оптимізації густоти посіву та внесення мінеральних добрив, що дозволяє повністю реалізувати генетичний потенціал гібриду і отримати стабільні високі врожаї зерна в широкому спектрі агрокліматичних умов.

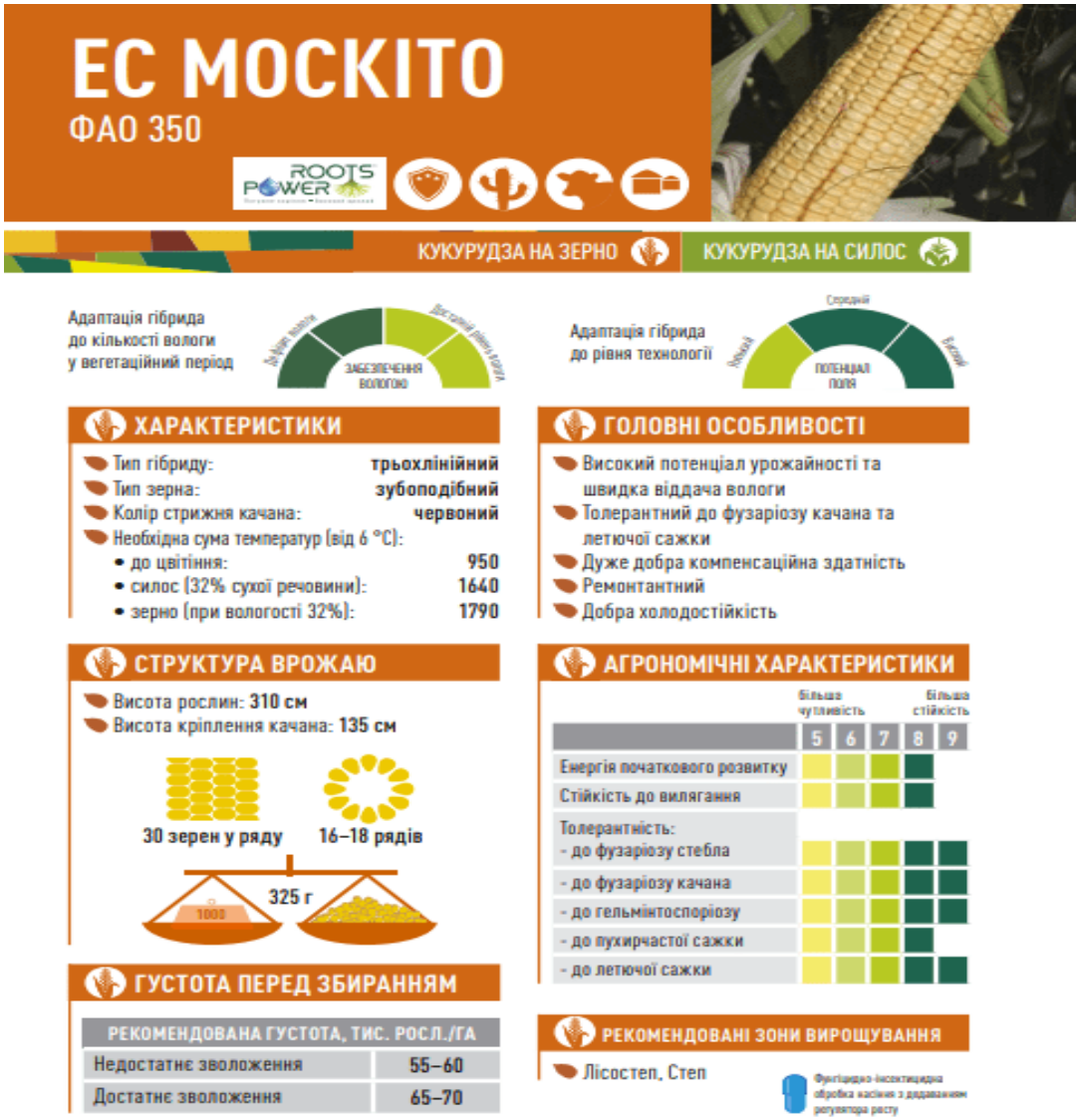
ЕС Москіто – це середньостиглий трьохлінійний гібрид кукурудзи, віднесений до групи ФАО 350, що характеризує його оптимальні строки дозрівання для зон Лісостепу та Степу України. Гібрид створений з урахуванням сучасних потреб зерновиробництва та кормового виробництва, поєднуючи високий потенціал врожайності, стійкість до хвороб та стресових абіотичних факторів, таких як посуха та вилягання.

Рослини гібрида вирізняються потужною висотою – до 310 см, що забезпечує значну листкову поверхню для ефективного фотосинтезу та оптимальне живлення качанів. Висота кріплення качана – 135 см, що створює зручні умови для механізованого збирання врожаю, зменшує втрати зерна під час збирання та знижує ризик ушкодження качанів.

Качани ЕС Москіто мають велику продуктивну потужність: 16–18 рядів зерен, у кожному з яких формується 35 зерен. Зерно зубоподібне, маса 1000 насінин становить 345 г, що забезпечує високу якість посівного матеріалу, крупність зерна і придатність для зберігання та переробки.

Гібрид стійкий до вилягання, що підвищує надійність врожаю навіть у роки з несприятливими погодними умовами, а також резистентний до фузаріозу, що гарантує високу якість зерна та кормів. ЕС Москіто придатний для вирощування як на зерно, так і для силосоутворення, завдяки потужній

надземній масі та оптимальній архітектоніці рослини, яка забезпечує високу продуктивність зеленої маси.



Серед ключових переваг гібрида: потужна коренева система, яка зменшує ризик вилягання та забезпечує стабільний доступ до вологи і поживних речовин; стійкість до хвороб; висока листкова поверхня та швидка віддача вологи; можливість використання як зернового та силосного гібрида.

EC Москіто показує високу адаптивність до різних агротехнічних прийомів, оптимальної густоти посіву та внесення мінеральних добрив, що дозволяє повністю реалізувати його генетичний потенціал у регіонах Лісостепу та Степу, забезпечуючи стабільну та високу врожайність зерна та кормової маси.

ЕС Сенсор – це середньостиглий трьохлінійний гібрид кукурудзи, віднесений до групи ФАО 370, що забезпечує його високу продуктивність та оптимальні строки дозрівання для зон Лісостепу та Степу. Гібрид розроблений для сучасного інтенсивного зерновиробництва, поєднуючи високу врожайність із стійкістю до абіотичних та біотичних стресів, таких як посуха, вилягання та ураження хворобами.

Рослини ЕС Сенсор характеризуються помірною висотою – 260 см, що робить їх менш схильними до вилягання, водночас дозволяє формувати потужну листкову поверхню для інтенсивного фотосинтезу та повноцінного живлення качанів. Висота прикріплення качана становить 120 см, що полегшує збирання та зменшує механічні пошкодження зерна під час обмолоту.

Качани гібрида мають великий потенціал продуктивності: 16-18 рядів зерен у кожному з яких формується 36 зерен, зерно зубоподібне, маса 1000 насінин – 345 г, що забезпечує високу якість посівного матеріалу, крупність зерна, його технологічну придатність для зберігання та подальшої переробки.

ЕС Сенсор демонструє стійкість до вилягання, що дозволяє рослинам зберігати вертикальне положення навіть за несприятливих погодних умов, а також стійкість до хвороб, що гарантує високі показники продуктивності та якості зерна.

Гібрид характеризується високою адаптивністю до рівня вологості ґрунту, що відображається у рекомендованих густотах посіву: при недостатньому зволоженні оптимальна густота перед збиранням – 55-60 тис. рослин/га, а за достатнього зволоження – 60-70 тис. рослин/га. Ця властивість дозволяє ефективно формувати врожай навіть у посушливі роки, оптимізуючи використання наявної вологи та поживних речовин.

Серед ключових переваг ЕС Сенсор: високий потенціал врожайності зерна, стабільність формування качанів у різних агрокліматичних умовах, ефективне використання води та елементів живлення, стійкість до вилягання

і хвороб, а також можливість адаптації густоти посіву залежно від забезпеченості вологою.

Гібрид рекомендується для вирощування за інтенсивною та середньоінтенсивною технологією у регіонах Лісостепу та Степу, забезпечуючи стабільну і високу врожайність зерна та можливість отримання якісної кормової продукції, що робить його універсальним для сучасного агровиробництва.КВС 381. Високоврожайний середньостиглий, пластичний гібрид. ФАО – 350. Добра компенсаційна здатність завдяки формуванню великого качана. Рослина ремонтантна з еректоїдним типом листків. Зерно зубовидне. Вологовіддача середня. Висота рослин – 290-300 см, висота кріплення качана – 110-120, кількість зерен у ряду – 36-40, кількість рядів зерен – 14-16, маса 1000 насінин – 350 - 360 г. Стійкий до вилягання та хвороб. Потенціал урожайності зерна – 16 т/га; зеленої маси – 80 т/га. Напрям використання – зерно, силос, біогаз.

Кукурудза від КВС 381 вирощується за інтенсивної та екстенсивної технології. Даний гібрид відрізняється високим потенціалом урожайності. За відповідних умов вирощування та оптимальної густоти стояння продуктивних стебел під час збирання він може спокійно давати високий урожай.

Кукурудза КВС 381 демонструє всі бажані показники, що й імпортні гібриди. Вона стійка до несприятливих погодних умов та стресових умов. Для розкриття потенціалу гібрида необхідно максимально ефективно провести посів насіння. щільність, що рекомендується, на час збирання кукурудзи повинна становити: для регіону з достатнім зволоженням – 70-80 тис./га, для регіону з дефіцитом вологи – 55-60 тис./га. Важливим технологічним елементом у вирощуванні кукурудзи КВС 381 є захист від бур'янів. Для підвищення врожайності гібрида необхідно забезпечити відсутність забруднення. Для цього доцільно скористатися різними засобами захисту рослин: інсектицидам и та іншими препаратами.

РОЗДІЛ 3
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

3.1. Ріст та розвиток рослин кукурудзи

Здатність рослин до захисту від дії несприятливих чинників довкілля є однією з фундаментальних властивостей будь-яких живих організмів. Ця здатність виникла одночасно з появою перших живих форм і в процесі еволюції поступово удосконалювалася, формуючи механізми адаптації до різних стресових умов. Надійність рослин проявляється в ефективності їхніх захисних пристосувань і стійкості до впливу різноманітних стресорів, включаючи абіотичні та біотичні фактори, що безпосередньо впливають на їхній ріст, розвиток і продуктивність.

Сучасна стратегія адаптивної інтенсифікації рослинництва передбачає комплексне використання потенціалу агрофітоценозу, що включає не лише генетичну адаптивність культур, але й можливості селекції, регуляцію фізіологічних реакцій рослин за допомогою екзогенних факторів та оптимізацію умов зовнішнього середовища. Основною метою є створення високопродуктивних та екологічно стійких агрофітоценозів, які здатні підтримувати стабільну продуктивність за різних кліматичних і агротехнічних умов. Сорт або гібрид вважається стабільним, якщо він демонструє високий рівень врожайності в широкому діапазоні умов довкілля, тобто здатен протистояти як тимчасовим, так і систематичним стресовим впливам.

Підвищення потенційної продуктивності окремих сортів або агрофітоценозів – це лише один із шляхів інтенсифікації рослинництва. Найбільш надійним критерієм ефективності є стабільний ріст середньої врожайності культур упродовж багаторічного періоду, що дозволяє

прогнозувати продуктивність за мінливих кліматичних та агротехнічних умов.

Інтенсивність росту та розвитку рослин є ключовим показником формування продуктивності як окремих рослин, так і всього посіву загалом. Висота рослин, хоча і є генетично закріпленою ознакою, суттєво залежить від умов вирощування, зокрема від забезпеченості рослин водою, елементами живлення, теплом та іншими чинниками навколишнього середовища.

За результатами проведених нами досліджень було встановлено, що на фазі розвитку 8 листків висота рослин варіювалася в межах від 41,2 до 53,5 см, що свідчить про значний вплив агротехнічних факторів на лінійний ріст. Особливо важливою виявилася густота стояння рослин, яка безпосередньо впливала на інтенсивність росту. Для всіх досліджуваних гібридів позитивна реакція на підвищену густоту (90 тис. рослин/га) була очевидною: рослини демонстрували активніше наростання вегетативної маси, кращу структурну організацію стебла та листкової поверхні, що, у свою чергу, сприяло формуванню більш продуктивних рослин та підвищенню потенційної врожайності посіву в цілому. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Висота рослин та діаметр стебла кукурудзи у фазу 8 листків, см

Гібрид	Густота рослин, тис. штук /га	
	60	90
Дніпровський 257	42,7	43,4
Сігма	43,9	47,2
Ragt Олександра	48,2	50,1
Гарант	46,6	53,4
Кубус	52,3	52,8
Москіто	42,5	53,5
Сенсор	43,3	51,7
КВС 381	41,4	43,2

Таким чином, висока адаптивність і здатність рослин до ефективного росту в умовах підвищеної густоти стояння є важливим компонентом

стратегії інтенсифікації вирощування кукурудзи, оскільки забезпечує стабільне використання ресурсів ґрунту та води і сприяє максимальному реалізації генетичного потенціалу гібридів

Найвищі показники відмічено у гібридів: Москіто – 53,5 см Гарант – 53,4 та Кубус 52,8 см, за густоти рослин 90 тис. шт./га, відповідно. Висота рослин для всіх гібридів збільшувалася за зростання кількості рослин в посіві – навіть в цій фазі росту та розвитку рослин вже відмічалася конкуренція засонячну радіацію. Найнижчі показники у сорту КВС 381 – 43,2 та Дніпровський 257 – 43,4 см. Різниця висоти за крайніми покахниками складала 10 см, що пояснити можна генетичними особливостями гібридів.

За густоти рослин 60 тис. шт./га менша строкатість за висотою рослин, і з найвищими рослинами виділяється гібрид Кубус – 53,2 см. Найменші показники у гібриду КВС 231 – 41,4 смта Москіто – 42,5 см.

3.2. Лінійні розміри листків, площа листкової поверхні рослини та посіву залежно від густоти стояння рослин

Подальше підвищення врожайності кукурудзи у сучасних агротехнологіях можливо здебільшого через нарощування фотосинтетичного потенціалу посіву, оскільки саме фотосинтетично активна листкова поверхня визначає здатність рослин ефективно засвоювати сонячну енергію та трансформувати її у біомасу і продуктивність зерна. Ріст врожайності не обмежується лише покращенням живлення або зволоження ґрунту, адже сучасні гібриди кукурудзи досягають високого генетичного потенціалу продуктивності. У цьому контексті важливим фактором є оптимізація густоти стояння рослин на одиниці площі, оскільки густіші посіви дозволяють максимізувати сумарну листкову поверхню, а отже і фотосинтетичний потенціал агроценозу.(табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Площа поверхні листка та сумарна площа листкової поверхні, см^2/ рослину, фаза 8 листків

Номер листка	Густота рослин, тис. штук /га	Гібрид							
		Дніпровський 257	Сігма	Ragt Олександра	Гарант	Кубус	Москіто	Сенсор	КВС 381
1	60	4,3	4,6	5,4	5,6	4,7	4,5	4,6	5,3
	90	4,1	4,3	4,9	5,3	4,3	4,2	4,3	5,1
2	60	11,7	12,9	10,7	9,7	8,4	10.1	13,4	11,3
	90	11,2	11,1	10,8	9,6	8,2	9,5	10,3	10,8
3	60	18,6	18,6	23,3	23,0	22,5	25,2	28,4	24,6
	90	17,7	16,7	15,6	22,3	22,1	23,9	26,8	23,5
4	60	36,7	32,4	37,8	38,2	36,4	33,7	35,6	33,4
	90	31,2	28,5	35,8	37,4	35,8	31, 4	35,1	33,0
5	60	63,1	66,2	64,8	77,2	71,6	69,4	52,7	63,7
	90	57,7	50,8	67,8	75,9	68,4	66,8	51,1	62,5
6	60	125,4	103,7	149,0	143,0	128,1	111,4	148,7	138,4
	90	120,3	102,0	148,2	140,9	125,9	108,3	138,6	136,7
7	60	169,4	138,5	203,3	210,8	188,4	153,4	235,4	221,7
	90	167.9	141,8	207,8	205,9	195,7	152.7	229,1	119,4
8	60	184,4	192,8	211,6	213,6	208,3	203,2	227,0	227,1
	90	178,2	191,1	210,6	211, 5	205,2	198,7	204,5	222,8

Проведені дослідження та розрахунки свідчать, що для підвищення коефіцієнта використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) до рівня 4–5 % необхідно збільшити фотосинтетичний потенціал посіву кукурудзи до 3,3–4 млн м²·день/га. Досягти такого рівня можна переважно шляхом загущення посіву до 80–100 тисяч рослин на гектар. Загущений агроценоз не лише забезпечує більш високу сумарну листкову поверхню, але й сам

активно впливає на мікрокліматичні умови, інтенсивність обміну речовин та розвиток окремих рослин.

Зі збільшенням густоти стояння рослин загальна площа листкової поверхні посіву зростає порівняно з посівами, де густота становить 60 тис. рослин на гектар. Водночас морфологічні особливості гібридів відіграють ключову роль у формуванні листкової поверхні. Гібриди з еректоїдальним типом листків, розташованих під оптимальним кутом до стебла, навіть при високій густоті не зазнають зменшення лінійних розмірів листків або їх площі, що дозволяє зберігати високий рівень фотосинтетично активної поверхні на одиницю площі посіву.

Такі рослини характеризуються швидким розвитком листкової поверхні, тривалим періодом її функціонування та підвищеною продуктивністю фотосинтезу. У результаті цього спостерігається інтенсивніше накопичення вегетативної маси, що безпосередньо впливає на формування високої врожайності.

Важливим результатом досліджень стала виявлена позитивна кореляція між розмірами та площею листків і кількістю зернівок, що закладаються у качані, а також масою сформованого зерна. Це свідчить про тісний зв’язок між будовою листкової поверхні, фотосинтетичною активністю рослин та потенціалом формування продуктивності. Отже, оптимальне поєднання густоти стояння та морфологічних особливостей гібридів є критично важливим для підвищення ефективності використання сонячної енергії та максимізації врожайності кукурудзи.

3.3. Параметри кореневої системи у гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин

Підземна частина рослини, тобто коренева система, відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні нормального росту та розвитку кукурудзи, особливо в перші етапи вегетації. У перші 20 днів після появи сходів коріння є основним органом, який споживає асиміляти та забезпечує рослину водою і поживними речовинами, тоді як листковий апарат починає відігравати провідну роль у споживанні асимілятів лише після появи 7-го листка (приблизно 20–25-й день від сходів). Цей період є критично важливим для формування потужної і ефективної кореневої системи, яка визначає подальший потенціал росту рослини, розвиток листкової поверхні та продуктивність врожаю.

Реакція гібридів кукурудзи на ущільнення посіву – зміну густоти рослин на гектар – є диференційованою і пов’язана з їхньою здатністю формувати кореневу систему певної морфології. Нами встановлено, що при густоті 60 тисяч рослин на гектар спостерігається тенденція до формування більш потужного коріння у всіх досліджуваних гібридів. У таких умовах коренева система здебільшого забезпечує рослину поживними речовинами з верхніх, легкодоступних шарів ґрунту – так зване «поверхневе живлення», при цьому проникаючи у нижні горизонти лише частково. Це сприяє ефективному використанню доступних ресурсів у межах верхнього ґрунтового профілю та забезпечує оптимальний ріст надземної маси на ранніх етапах розвитку.

Особливу увагу слід звернути на вплив погодних умов, оскільки формування кореневої системи значною мірою визначається водозабезпеченням. Так, 2025 рік характеризувався посушливими умовами, що значно вплинуло на морфологію і глибину проникнення коренів порівняно з попередніми роками. У таких умовах рослини змушені були

більш інтенсивно використовувати верхні шари ґрунту, що змінювало співвідношення між довжиною, масою та розгалуженістю кореневої системи. Ці закономірності підкреслюють важливість врахування як густоти посівів, так і погодних умов при оцінюванні адаптивних властивостей гібридів і плануванні агротехнічних заходів для досягнення максимальної продуктивності кукурудзи. (таб 3.2)

Таблиця 3.2

Сумарна довжина коріння, см/рослину, фаза 8 листків

Гібрид	Густота рослин, тис. штук /га	
	60	90
Дніпровський 257	224	339
Сігма	216	327
Ragt Олександра	189	319
Гарант	243	322
Кубус	233	293
Москіто	259	318
Сенсор	240	369
КВС 381	215	351

За результатами проведених досліджень було встановлено, що сумарна довжина кореневої системи у гібридів змінювалася не лише залежно від конкретного сорту, але й від густоти посіву. Зокрема, у таких гібридів, як ЕС Сенсор, ЕС Москіто та КВС 381, за густоти стояння 90 тисяч рослин на гектар, коренева система формувалася більш активно та інтенсивно порівняно з іншими гібридами. Це свідчить про їхню здатність адаптуватися до високої конкуренції за простір і поживні речовини, що є важливим фактором підвищення продуктивності на щільних посівах.

Найбільшим показником сумарної довжини кореневої системи вирізнявся гібрид КВС 381 – 351 см, що на 33 см перевищувало показники гібрида Москіто (318 см). Це підкреслює високий потенціал КВС 381 до формування глибокого і розгалуженого коріння, здатного ефективно використовувати ресурси ґрунту навіть при інтенсивній конкуренції між рослинами.

Порівняння кореневих систем за різними густотами стояння показало, що загущення посіву до 90 тис. рослин/га сприяло інтенсивнішому росту коренів у глибину. Для гібридів Дніпровський 257, ЕС Сігма, Ragt Олександра, ЕС Гарант та особливо для гібрида Сенсор відзначалася суттєва перевага у лінійних розмірах кореневої системи порівняно з посівами з 60 тис. рослин/га. Це свідчить про здатність цих гібридів мобілізувати ресурс росту коренів за умов більш щільного посіву та конкуренції за елементи живлення.

Водночас гібриди демонстрували різницю у чутливості до густоти посіву. Так, гібрид Кубус формував кореневу систему з найменшою різницею за сумарною довжиною між густотою 60 тис. і 90 тис. рослин/га – лише 60 см, що свідчить про його більш стабільний, менш чутливий до щільності посіву характер росту кореневої системи. Інші гібриди виявляли помітніший приріст лінійних розмірів коренів у щільних посівах, демонструючи більш високу адаптивність до конкурентного середовища.

Таким чином, отримані дані дозволяють зробити висновок, що густота стояння рослин є критично важливим фактором, що визначає не лише морфологію кореневої системи, а й потенційну продуктивність гібридів кукурудзи. Гібриди з більш потужною і глибокою кореневою системою при високих густотах здатні ефективніше використовувати поживні речовини та воду, що безпосередньо впливає на формування врожайності та стабільність продуктивності за умов різних агрокліматичних факторів.

3.4. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин

В умовах Правобережного Лісостепу України, який характеризується помірно теплим кліматом, достатнім, проте нерівномірним зволоженням і родючими ґрунтами, урожайність кукурудзи формується під впливом комплексу агрокліматичних та технологічних факторів. Регіон має сприятливі умови для вирощування кукурудзи, зокрема за рахунок оптимального поєднання тепла, тривалого вегетаційного періоду та достатньої кількості сонячної радіації, що забезпечує ефективний фотосинтетичний потенціал рослин. Проте формування врожайності значною мірою залежить не лише від природних умов, але й від біологічних особливостей конкретних гібридів, а також від застосованих агротехнологій, включаючи норми висіву, систему удобрення, захист від бур'янів та шкідників, строки сівби та особливості догляду за посівами.

Проведені дослідження показали, що урожайність гібридів кукурудзи за різних варіантів густоти стояння рослин демонструвала відносно стабільні показники, хоча й відчутно коливалася залежно від умов вирощування та специфіки окремого гібриду. Так, у межах досліджуваного періоду коливання врожайності варіювалося від 5,08 до 8,16 т/га, що свідчить про значну роль як технологічних заходів, так і внутрішньої продуктивної здатності гібридів у формуванні високого і стабільного врожаю.

Особливе значення мала густота посіву, яка безпосередньо впливає на конкурентні взаємовідносини рослин у посіві, формування листкової поверхні та кореневої системи, а також ефективність використання світла, води та елементів живлення. Гібриди по-різному реагували на зміни густоти стояння, що відображалося у варіаціях врожайності, продуктивності окремих рослин та масі качанів. Додатково, вплив кліматичних умов конкретного року, зокрема кількість опадів та температурний режим, також визначав

інтенсивність формування врожаю, підкреслюючи важливість адаптивності гібридів до абіотичних стресів.

Таким чином, результати досліджень демонструють комплексний вплив природних умов, біологічних особливостей гібридів та технологічних прийомів на формування урожайності кукурудзи у Правобережному Лісостепу, підтверджуючи необхідність оптимізації густоти посіву та підбору високопродуктивних та стійких до стресових умов гібридів для досягнення максимальної ефективності агровиробництва. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, т/га

Гібрид	Урожайність, т/га		Пластичність		Стабільність	
	Густота рослин, тис. штук /га					
	60	90	60	90	60	90
Дніпровський 257	5,08	6,34	1,16	1,79	0,11	0,22
Сігма	5,66	7,88	0,87	1,66	0,13	0,29
Ragt Олександра	5,10	6,85	0,96	1,44	0,10	0,20
Гарант	5,12	6,54	0,92	1,43	0,14	0,22
Кубус	5,34	6,65	0,85	1,62	0,12	0,24
Москіто	5,32	5,86	0,82	1,00	0,10	0,16
Сенсор	6,12	8,16	0,95	1,44	0,16	0,7
КВС 381	5,48	8,01	0,72	1,39	0,12	0,23
НІР $_{0,95}$, т/га: для чинників: А – 0,06;;В – 0,04						

За умов значного перевищення середньої добової температури та дефіциту вологи в ґрунті сформувалися стресові умови, при яких основні параметри росту та розвитку рослин перебували на межі критичних значень. Особливо це проявилося у фазі цвітіння, коли максимальні температури

повітря на окремих ділянках перевищували 40°C. Такі екстремальні температури негативно впливали на процес запилення та запліднення, що призводило до неповного формування качанів або значної пустозерності на окремих рослинах. Ці фактори вказують на критичну роль погодних умов у реалізації потенціалу врожайності кукурудзи.

Водночас, при густоті посіву 90 тис. рослин на гектар високопродуктивні гібриди змогли реалізувати свій потенціал на високому рівні. Наприклад, гібрид Сенсор продемонстрував урожайність 8,16 т/га, а КВС 381 – 8,01 т/га. За меншої густоти посіву, 60 тис. рослин на гектар, урожайність всіх гібридів була нижчою на 1,2–2,2 т/га, що свідчить про значний вплив щільності рослин на продуктивність.

Дослідження підтвердили, що гібриди різняться за своєю реакцією на погодні умови та технологічні фактори. Найвищий рівень адаптивності серед вивчених гібридів проявив Сенсор, який формував стабільно високий рівень урожайності – 6,12–6,16 т/га навіть за умов конкурентної взаємодії з іншими гібридами. Інші гібриди також демонстрували певну пластичність, проте реакція на ущільнення посіву була різною: кількість рослин на одиницю площі прямо впливала на формування морфології кореневої системи.

За високої густоти посіву (90 тис. рослин/га) рослини формують більш об’ємну кореневу систему — при цьому діаметр коренів може бути меншим, але загальна довжина скелетного коріння та бічних корінців різних порядків значно збільшується. Це дозволяє рослинам ефективніше освоювати глибші горизонти ґрунту, забезпечуючи доступ до вологи та поживних речовин, що критично важливо для підтримки високої продуктивності в умовах посухи та високих температур. Такий підхід демонструє, що для прогнозування врожайності важливо оцінювати не просто площу посіву, а об’єм ґрунту, який освоює коренева система.

Стабільність гібридів у різних умовах є відносним показником. Деякі гібриди, навіть за меншої абсолютної урожайності, демонструють високу

стабільність. Наприклад, ЕС Москіто при густоті 90 тис. рослин/га показав високу стабільність урожайності – 0,00210, з пластичністю до 0,88. Це свідчить про те, що гібрид здатний ефективно адаптуватися до змінних умов вирощування, зберігаючи стабільно високий рівень продуктивності навіть за стресових умов, таких як підвищена температура та дефіцит вологи.

Таким чином, результати досліджень підкреслюють комплексну взаємодію генетичного потенціалу гібридів, щільності посіву та умов довкілля у формуванні урожайності кукурудзи. Гібриди з потужною і глибокою кореневою системою, здатні до пластичного реагування на ущільнення посіву та стресові умови, демонструють високу продуктивність і стабільність, що є ключовим для ефективного та надійного виробництва у змінних кліматичних умовах.

Таблиця 3.4

Урожайність, пластичність та стабільність гібридів за густоти 60 тисяч рослин / га

Гібрид	Урожайність Рік			$\bar{Y}_i$	Пластичність b_i	Стабильність $\bar{\sigma}_d^2$
	I	II	III			
Дніпровський 257	4,61	5,68	4,95	5,08	1,37	0,00004
Сігма	5,35	5,96	5,67	5,66	0,93	0,00166
Ragt Олександра	5,15	4,75	5,41	5,10	1,09	0,00035
Гарант	4,72	5,58	5,06	5,12	1,03	0,00072
Кубус	4,94	6,01	5,07	5,34	0,93	0,00049
Москіто	5,12	6,24	4,61	5,32	0,88	0,00210
Сенсор	5,82	6,43	6,11	6,12	1,03	0,00096
КВС 381	5,28	6,04	5,12	5,48	0,73	0,00235
Індекс умов I_j	-0,56	0,98	-0,42			

Як відомо, показником пластичності роду виступає коефіцієнт регресії b_i. Практичні польські асоціації сорта зміні умов вирощування (b_i=1)

показали сорта Ragt Олександра, Гарант, Сенсор. Найбільшою відгукністю на зміну зовнішніх умов, то є тривимірна агротехніка, показана в серії «Дніпр 257» (b_i=1.37). Сорт «КВС 381» (b_i<1) при зміні зовнішнього середовища реагує слабше.

3.5. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів

Індекс урожайності (ІУ), який у науковій літературі також відомий як збиральний індекс (ЗІ) або коефіцієнт господарської ефективності (Кгосп), є важливим інтегральним показником продуктивності рослин. Він відображає співвідношення маси господарсько цінного органу рослини до загальної надземної біомаси у фазі збирання стиглості. Насамперед ІУ характеризує здатність рослин акумулювати асимілянти в генеративних органах, тобто у зерні, і є показником ефективності використання фотосинтезованих продуктів для формування економічно цінної продукції. Співвідношення маси зерна до загальної маси надземної частини рослини дозволяє оцінити спрямованість асиміляційної діяльності рослин і рівень їх фізіологічної ефективності.

Результати численних селекційних і агрономічних досліджень підтверджують, що індекс урожайності відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності культур. Так, у пшениці озимій досягнення генетичного прогресу за врожайністю зерна було забезпечено переважно через підвищення збирального індексу без значного збільшення загальної біомаси рослин. Це свідчить про важливість саме направленого перерозподілу асимілятів у бік формування зернової продукції для підвищення економічної ефективності агровиробництва. Крім того, ЗІ використовується як показник адаптивності сортів і гібридів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, що дозволяє відібрати найбільш пластичні та продуктивні варіанти для певних зон вирощування.

За останні півстоліття спостерігається тенденція до систематичного зростання індексу урожайності у культурних рослин унаслідок селекційної роботи. Наприклад, у європейських країнах збиральний індекс пшениці озимої підвищувався одночасно зі зростанням зернової продуктивності та зменшенням маси соломи. Згідно з оцінками, підвищення потенційної продуктивності на 82 % було обумовлене саме збільшенням індексу урожайності, тоді як лише 18 % – приростом стеблової маси. Аналогічна тенденція спостерігалася і в Мексиці, де за 20 років ІУ пшениці зріс з 0,33 до 0,46, хоча з подальшим підвищенням продуктивного потенціалу відзначалося його дещо зниження.

У сучасних сортах зернових культур ІУ значно перевищує показники їхніх диких та стародавніх форм і досягає значень 0,51–0,55. Серед польових культур помітні дві протилежні закономірності: високий індекс урожайності властивий культурам із домінантним ростом одного запасаючого органу, наприклад зернових, тоді як у рослин, у яких формування врожаю відбувається тривалий час із паралельним ростом інших органів, цей показник може бути нижчим.

Величина індексу урожайності істотно варіює залежно від виду культури: у пшениці, кукурудзи, бобових і сорго він коливається від 0,22 до 0,55; у сої – 0,25–0,35; у соняшнику – 0,30–0,35; у маніоку – 0,42–0,60; у каучуконосних і кавових дерев – близько 0,013; у какао – 0,012; у чаю – 0,014–0,048. Щодо кукурудзи, то індекс урожайності на силос за даними Шпаара Д. дорівнює 1, тоді як для зернової кукурудзи він варіює в межах 0,38–0,42, що відображає співвідношення між загальною вегетативною масою і масою зерна.

Досліди, проведені в різних регіонах Румунії з використанням змінних технологічних факторів, продемонстрували широку варіабельність індексу урожайності кукурудзи: від 0,20 до 0,56 залежно від погодних умов, типу ґрунту, зрошення або богарних умов, норми висіву та ширини міжрядь.

Аналогічні результати отримано і в південних регіонах Австралії, де ІУ змінювався від 0,43 у богарних умовах до 0,60 за зрошення, при цьому значною мірою він залежав від забезпечення рослин азотом.

В наших дослідженнях також спостерігалася суттєва різниця у значеннях індексу урожайності серед гібридів кукурудзи та комбінацій технологічних чинників. Ці результати підтверджують важливість врахування біологічних особливостей гібридів, щільності посіву, живлення та умов вирощування для ефективного використання асимілятів і формування високопродуктивного зернового врожаю. Індекс урожайності виявився ключовим показником для оцінки фізіологічної ефективності гібридів та визначення їх здатності до трансформації накопиченої сухої речовини в економічно цінну продукцію.

Співвідношення урожайності зерна та побічної продукції, яке виражається Індексом урожайності є відносним показником. За зростання урожайності зерна відповідно збільшується і маса побічної продукції. Проте , залежно від погодних умов, в першу чергу забезпечення вологою, формується різне співвідношення, яке може бути індикатором оцінки забезпечення рослин чинниками довкілля (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Маса побічної продукції за вирощуванза гібридів кукурудзи, т/га

Гібрид	Густота рослин, тис. штук /га	
	60	90
Дніпровський 257	7,98	10,2
Сігма	8,12	12,9
Ragt Олександра	7,66	10,2
Гарант	7,44	9,52
Кубус	8,68	9,98
Москіто	7,89	8,82
Сенсор	8,04	11,9
КВС 381	8,12	11,9

Так 2025 рік , був несприятливим як за забезпеченням вологою так і високими температурами впродовж вегетації культури і особливо критично високими в фазу цвітіння – більше 40 ˚С, що обумовило стерилізацію пилку і порушення процесів формування зернівки. За таких умов на окремих рослинах не сформувалися генеративні органи – качани або відмічалася значна череззерниця. Через що, за низької врожайності та непропорційно високій біомасі , ІУ в 2025 був найнижчим порівняно з іншими роками – 0,36 – 0,43.

3.6. Хімічний склад зерна гібридів кукурудзи

Одним з основних напрямів селекції кукурудзи – є селекція на якість зерна: вміст білка, олії, жирних кислот, незамінних амінокислот, вуглеводів. Зелена маса кукурудзи повинна відрізнятися підвищеним вмістом протеїну, каротину і зольних елементів. Селекція відіграє першочергову роль у підвищенні якості зерна кукурудзи і спрямована на зменшення вмісту кількості вологи в зерні, на період збирання і збільшення вмісту білка та олії. Вміст в зерні кукурудзи олії досить низький і складає залежно від генотипових особливостей і умов вирощування 3-5%.

Дослідженнями встановлено, що хімічний склад зерна кукурудзи істотно залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування. За підвищених температур повітря процеси накопичення білкових сполук у зерні відбуваються інтенсивніше. У посушливі роки пізньостиглі гібриди і сорти формують зерно з вищим вмістом білка порівняно з роками з оптимальним рівнем зволоження.

Теоретично поєднання високого вмісту білка та жиру в зерні є можливим, однак практична реалізація такого поєднання супроводжується значними селекційними труднощами. У зв’язку з цим зростає актуальність розвитку олійного напряму селекції зернової кукурудзи, який передбачає одночасне підвищення врожайності, що дозволяє уникнути зменшення збору

білка з одиниці площі. Водночас встановлено, що підвищена олійність зерна має тісний кореляційний зв'язок з подовженням тривалості вегетаційного періоду.

Для селекційного добору на високу олійність доцільно використовувати генотипи, у яких вміст жиру характеризується відносною стабільністю в роки, несприятливі для його накопичення. Оцінку та відбір форм із потенційно високою олійністю доцільніше здійснювати в умовах достатнього зволоження, за яких повніше проявляється максимальний рівень накопичення олії, а також на фоні застосування підвищених доз фосфорних добрив (Марченко Т.Ю., 2014).

Таблиця 3.6

Хімічний склад зерна кукурудзи

Гібрид	Вміст крохмалю, %		Вміст протеїну,%		Жиру, %	
	Густота рослин, тис. шт./га					
	60	90	60	90	60	90
Дніпровський 257	68,3	67,7	6,2	6,1	3,36	3,38
Сігма	72,1	71,4	6,4	6,5	3,58	3,61
Ragt Олександра	75,3	74,8	6,8	6,9	3,88	3,86
Гарант	70,9	68,5	6,7	6,6	4,26	4,28
Кубус	74,7	72,3	7,3	7,4	4,66	4,61
Москіто	72,5	71,1	7,4	7,5	4,89	4,81
Сенсор	74,2	73,3	7,8	7,7	5,25	5,28
КВС 381	75,5	74,2	7,9	7,8	5,32	5,34

Основними компонентами хімічного складу зерна кукурудзи є вуглеводи, ліпіди та білкові речовини. Частка крохмалю в сухій речовині зерна становить у середньому 60-70 %, вміст білка коливається в межах 10–

16 %, а кількість жиру – 4-7 %. Білкова фракція зерна характеризується переважанням зеїну – малобіологічно цінного білка з недостатнім вмістом незамінних амінокислот, зокрема лізину та триптофану. Водночас у результаті селекційної роботи створено високолізинові гібриди кукурудзи, у зерні яких вміст лізину досягає 4,5–5,0 %, що істотно перевищує показники звичайних гібридів (2,0-2,5 %). Використання таких гібридів у сільськогосподарському виробництві дає змогу підвищити кормову цінність зерна та зменшити потребу у додатковому збагаченні раціонів білковими компонентами.

Жирнокислотний склад зерна кукурудзи характеризується вмістом лінолевої, олеїнової, пальмітинової, ліноленової та стеаринової кислот у різних пропорціях. Кукурудзяна олія у 2,5 рази калорійніша за крохмаль, тому високоолійні гібриди становлять великий інтерес як високоенергетичні корми для тваринництва і птахівництва.

Якість зерна кукурудзи оцінюється відповідно до вітчизняного стандарту ДСТУ 4525:2006. Визначення хімічногого складу зерна проводили з розрахунку на 14% вологи в зерні. Хімічний склад зерна гібридів кукурудзи є генетично обумовленою ознакою. Проте, особливо за рахунок норм добрив та відносно густоти стояння рослин, можна змінювати хімічний склад зерна.

Крохмаль є завершальною формою накопичення вуглеводів в зерні. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи досліджуваних гібридів в загальному залежала від їх біологічних особливостей і в меншій мірі густоти посіву. Цей показник знаходився в межах 68,3% у гібриду Дніпровський 287 до 75,5% у гібриду КВС 381, відповідно.

Вміст протеїну несуттєво різнився в зерні гібридів кукурудзи. Корелятивні залежності між урожайністю кожного гібриду та вмістом протеїну в зерні певного гібриду є позитивними, так як всі гібриди є високоврожайними.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Економічна ефективність технології вирощування кукурудзи – це співвідношення між результатами виробництва (вартість отриманого врожаю) та витратами, понесеними на його отримання. Вона показує, наскільки доцільно та прибутково використовується конкретна технологія.

Загальна сума витрат на вирощування кукурудзи на 1 га є високою і коливалася у діапазоні 35-45 тис. грн/га, залежно від регіону, застосованої технології та цін на матеріальні ресурси

Визначення ефективності густоти стояння рослин на посівах кукурудзи восьми гібридів, найвищий рівень прибутку було отримано у гібридів Сігма – 70880, Ragt Олександра – 61520, Кубус 61280 грн /га, які вирощувалися за густоти стояння 90 тисяч рослин/га.

За густоти стояння рослин 60 тисяч рослин/га прибуток був дещо меншим і становив у гібридів Гарант – 45360, Ragt Олександра – 45520, Дніпровський 257 – 46640 грн /га, відповідно.

Прибуток інших гібридів кукурудзи в середньому на варіанті за густоти стояння 90 тисяч рослин/га змінювався від 51200 до 59520 грн/га. Аналогічні результати досліджень було отримано за густоти стояння 60 тисяч рослин/га.

Аналізуючи собівартість 1 т насіння кукурудзи, слід зазначити, що найвищі показники у досліджуваних гібридів були у варіанті з густотою стояння рослин 60 тисяч рослин/га.

Найбільшою вона була у гібридів Гарант – 39,020 грн/т, Ragt Олександра 39,104 грн/т. з густотою стояння рослин 60 тис. рослин/га.

Рівень прибутку найвищим був у за густоти стояння 90 тисяч рослин/га, і становив у гібридів КВС 381 – 42182 грн/га, Сігма – 42441 грн/га, Сенсор 40373 грн./га (таб. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування кукурудзи

Гібрид	Густота рослин, тис. штук /га	Урожайність, т/га	Всього витрат, грн	Вартість валової продукції, грн	Собівартість 1 т, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Дніпровський 257	60	5,08	22415	46640	38,448	24225	108
	90	6,34	26280	59520	35,323	33240	126
Сігма	60	5,66	22978	49600	37,061	26622	116
	90	7,88	28439	70880	32,098	42441	149
Ragt Олександра	60	5,10	22202	45520	39,020	23318	105
	90	6,85	26660	61520	34,669	34860	131
Гарант	60	5,12	22172	45360	39,104	23188	105
	90	6,54	26219	59200	35,432	32981	126
Кубус	60	5,34	22415	46640	38,448	24225	108
	90	6,65	26615	61280	34,745	34665	130
Москіто	60	5,32	22339	46240	38,649	23901	107
	90	5,86	24699	51200	38,592	26501	107
Сенсор	60	6,12	23738	53600	35,429	29862	126
	90	8,16	27907	68080	32,793	40173	144
КВС 381	60	5,48	22552	47360	38,095	24808	110
	90	8,01	28378	70560	32,175	42182	149

Аналізуючи рівень рентабельності, ми можемо зробити висновок, що відповідно до прибутку, змінювався рівень рентабельності.

Найвищий рівень рентабельності 149 %, при затратах 28378 грн/га становив у гібриду КВС 381, при затратах 28439 у гібриду Сігма за густоти стояння рослин 90 тисяч рослин/га.

Найменші показники рентабельності за вирощування гібриду кукурудзи Гарант при густоті стояння рослин 60 тисяч на рівні – 105 % при затратах 22202 грн/га.

Отже, за результатами проведених досліджень, ми можемо стверджувати, що в умовах Лісостепу України за рівнем прибутку та рентабельності,гібриди Сігма і КВС 381 виявився більш ефективним.

РОЗДІЛ 5
ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РІСТ, РОЗВИТОК І ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

Організація раціонального використання природних ресурсів, надійного захисту навколишнього середовища, забезпечення правильних взаємовідносин суспільства та біосфери – одна з глобальних соціально-політичних проблем. Вплив пестицидів на ґрунт є складною екологічною проблемою, яка охоплює як безпосередню токсичну дію на біоту, так і трансформацію самих хімічних сполук у ґрунтовому середовищі.

Пестициди, потрапляючи в ґрунт, піддаються низці процесів, що визначають їхню подальшу долю:

- Адсорбція (поглинання): Хімічні речовини поглинаються ґрунтовими частками.
- Високий вміст органічної речовини та глини збільшує адсорбцію, зменшуючи ризик вимивання, але підвищуючи ризик накопичення.
- У піщаних ґрунтах адсорбція менша, тому пестициди можуть легше проникати до підземних вод.
- Трансформація (руйнування): Розкладання пестицидів відбувається переважно через:
- Біодеградацію: Руйнування під впливом ґрунтових мікроорганізмів (бактерій, грибів).
- Хімічний та фотохімічний розпад: Розкладання під впливом вологості, темпертури, pH та сонячного світла.

Накопичення та персистентність (Стійкість): Деякі пестициди (наприклад, ДДТ та деякі їхні продукти деградації) мають тривалий час напіврозпаду (до 10-20 років). Вони можуть накопичуватися, особливо за систематичного застосування.

Ґрунтові мікроорганізми є основою родючості, оскільки відповідають за:

- Цикл азоту (фіксація, нітрифікація, денітрифікація).
- Розкладання органічної речовини.
- Біодеструкцію токсичних сполук.

Вплив пестицидів має два аспекти: Пестициди можуть змінювати структуру мікробних ценозів (спільнот), зменшуючи чисельність чутливих видів і стимулюючи розвиток стійких.

Це може призвести до порушення біохімічних процесів у ґрунті (наприклад, зниження швидкості нітрифікації), що негативно відбивається на доступності поживних речовин для рослин.

Мікроорганізми можуть розвивати стійкість до пестицидів і посилювати їх біодеструкцію.

Пестициди можуть пригнічувати активність ґрунтових ферментів (наприклад, каталази, дегідрогенази), які є індикаторами біологічної активності та здоров'я ґрунту.

При розкладанні деяких пестицидів можуть утворюватися стабільні проміжні продукти деградації, які іноді є більш токсичними, ніж вихідні пестициди. Накопичення цих метаболітів посилює довгостроковий негативний вплив.

Шляхи зменшення негативного впливу пестицидів на ґрунт

1. Впровадження Інтегрованої системи захисту рослин (ІСЗР)

Інтегрована система (англ. IPM - Integrated Pest Management) – це наріжний камінь сучасного агрономії. Вона передбачає поєднання різних методів боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами, зводячи використання хімічних пестицидів до економічно та екологічно виправданого мінімуму.

Економічні пороги шкодочинності. Обробка проводиться лише тоді, коли чисельність шкідників або поширення хвороби перевищує певний

економічний поріг. Запобігає зайвим хімічним обробкам, знижуючи загальне пестицидне навантаження. Агротехнічні заходи: сівозміна, оптимальні строки сівби та збирання, правильний обробіток ґрунту, знищення пожнивних решток.Забезпечує природне оздоровлення ґрунту та зменшує резервації інфекцій. Біологічні методи. Використання природних ворогів (хижаків, паразитів) та біопрепаратів (бактеріальних та грибкових) для контролю шкідливих організмів. Нульовий або мінімальний токсичний вплив, сприяє розвитку корисної ґрунтової мікрофлори. Стійкі сорти та гібридиВирощування рослин, генетично стійких до поширених у регіоні шкідників та хвороб. Усуває необхідність застосування хімічних засобів захисту.

2. Оптимізація Застосування Хімічних Засобів

Якщо застосування хімічних пестицидів неминуче, необхідно мінімізувати їхній вплив:Вибір екологічно безпечних препаратів: Перевагу слід надавати пестицидам, що мають короткий період напіврозпаду у ґрунті (низьку персистентність) і низьку токсичність для ґрунтової біоти.Точне землеробство: Використання GPS-навігації та картографування полів для:

Змінної норми внесення (VRA): Обробка лише тих ділянок, де це справді необхідно (наприклад, вогнищеве внесення гербіцидів), а не суцільне покриття поля.

Точного дозування: Запобігання перевищенню рекомендованих норм.

Локальне внесення: Застосування гранульованих інсектицидів або фунгіцидів в рядок під час сівби, що значно зменшує площу контакту хімікату з усім орним шаром ґрунту.

3. Заходи щодо покращення здоров'я ґрунту та біоремедіації

Здоровий, активний ґрунт здатний швидше самоочищуватися від забруднень.

Мінімізація обробітку ґрунту (No-till/Strip-till):

Збереження ґрунтової структури та органічної речовини сприяє стабільності та чисельності ґрунтової мікрофлори, яка є головним деструктором пестицидів.

Внесення органічних добрив: Органічна речовина (гній, сидерати) слугує адсорбентом для пестицидів, запобігаючи їхньому вимиванню, а також є джерелом живлення для мікроорганізмів-деструкторів.

Біологічна ремедіація:

Біостимуляція: Внесення препаратів, що активізують життєдіяльність природних ґрунтових мікроорганізмів, які вже є в ґрунті.

Біоаугментація: Штучне внесення спеціалізованих мікроорганізмів (бактерій або грибів), здатних ефективно розкладати конкретні види пестицидів

4. Контроль та моніторинг.

Регулярний моніторинг залишків: Систематичне визначення вмісту пестицидів та їхніх метаболітів у ґрунті дозволяє оцінити накопичення і, за необхідності, скоригувати сівозміну або технологію.

Контроль параметрів ґрунту: Підтримання оптимального рівня pH та вологості, оскільки ці фактори впливають на швидкість хімічного та біологічного розкладання пестицидів.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Небезпеки і шкідливості, що виникають під час вирощування кукурудзи

Вирощування кукурудзи, як і будь-яка сільськогосподарська діяльність, пов'язане з низкою небезпек (ризики для здоров'я і життя людини, ризики пошкодження техніки) та шкідливостей (негативний вплив на врожай та якість продукції).

Таблиця 6.1

Небезпеки та шкідливості, пов'язані з агротехнікою

Етап	Небезпеки (для людини/техніки)	Шкідливості (для навколишнього середовища/продукції)
Внесення ЗЗР (гербіциди, інсектициди, фунгіциди)	Токсичний вплив хімікатів на працівників (отруєння, опіки, алергії) при порушенні техніки безпеки.	Хімічне забруднення ґрунту та водойм. Фітотоксичність (хімічний опік) рослин при неправильному дозуванні чи фазі внесення.
Робота з технікою (сівба, обробіток ґрунту, збирання)	Травматизм: заплутування одягу, падіння, контузії, порізи під час роботи, ремонту чи очищення машин (особливо при збиранні та очищенні качанів).	Переущільнення ґрунту важкою технікою, що погіршує його структуру та аерацію.
Зберігання	Ризик вибуху/загоряння зернового пилу на елеваторах.	Погіршення якості зерна через високу вологість, температуру або неправильну аерацію.
Загальні	Вплив шуму, вібрації, пилу на операторів с/г машин. Погодні ризики (удар блискавки, тепловий удар).	-

Шкідливості, пов'язані з біологічними факторами (для врожаю)

Це основні фактори, що знижують урожайність та якість зерна:

1. Хвороби:

- Сажкові хвороби (пухирчаста та летюча сажка): знижують урожай та якість зерна.
- Гнилі (фузаріоз, диплодіоз, нігроспороз, кореневі та стеблові гнилі): призводять до загнивання качанів та стебел.
  - Небезпека: Багато з цих грибів виробляють мікотоксини (наприклад, фумонізини, диплодієві мікотоксини), які є дуже небезпечними для здоров'я тварин і людини при споживанні зараженого корму/зерна.
- Бактеріози, вірусні хвороби (наприклад, вірус мозаїки кукурудзи, які переносять шкідники).

2. Шкідники:

- Стебловий кукурудзяний метелик та бавовникова совка: їхні гусениці пошкоджують стебла та качани, що відкриває шлях для грибкових інфекцій.
- Ґрунтові шкідники (дротяники, личинки хрущів): пошкоджують насіння та корені, що призводить до зрідження сходів.
- Наземні шкідники (довгоносики, цикадки, попелиці): пошкоджують сходи та вегетативну масу, є переносниками вірусів.

3. Бур'яни:

- Конкуренція: забирають вологу, поживні речовини та світло, що значно знижує врожайність.
- Сприяння шкідникам: Засміченість полів може створювати сприятливі умови для розмноження шкідників (наприклад, совок).

Шкідливості, пов'язані з абіотичними факторами (для врожаю)

- Погодні ризики:
  - Заморозки (особливо на ранніх сходах).
  - Посуха (дефіцит вологи в критичні фази розвитку).

- Град та сильний вітер (пошкодження рослин, вилягання).

- Нестача поживних речовин: Дефіцит макро- та мікроелементів (наприклад, азоту, цинку, фосфору) призводить до затримки росту та низької врожайності.

- Неправильна густота стояння: Надто густі посіви посилюють конкуренцію за ресурси і роблять рослини більш сприйнятливими до хвороб.

Таким чином, комплексний підхід до вирощування кукурудзи вимагає контролю як шкідливих організмів (інтегрований захист), так і технологічних небезпек (охорона праці).

Якщо вас цікавить більш детальна інформація про заходи безпеки при роботі з хімікатами чи технікою, можу їх надати.

6.2. Вимоги виробничої санітарії та особистої гігієни при вирощуванні кукурудзи

Охорона праці є обов'язковою для всіх працівників агропромислового комплексу. Дотримання цих правил мінімізує ризики травматизму, отруєнь та пошкодження обладнання.

1. Загальні вимоги безпеки

Допуск до роботи: До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд, інструктаж з охорони праці (вступний та первинний на робочому місці) та навчання пожежній безпеці.

Спецодяг: Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодяг, спецвзуття, рукавиці. Під час роботи з хімікатами обов'язково використовувати респіратори, захисні окуляри та хімічно стійкі рукавички.

Алкоголь та Наркотики: Категорично забороняється перебувати на робочому місці у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

Повідомлення про небезпеку: При виявленні несправності обладнання, інструментів або виникненні небезпечної ситуації негайно повідомити керівника робіт.

2. Безпека при роботі з сільськогосподарською технікою

Перевірка: Перед початком роботи обов'язково перевірити справність усіх вузлів трактора/комбайна, наявність та цілісність захисних кожухів, гальмівної системи, освітлення та сигналізації.

Запуск: Запуск двигуна здійснювати лише після впевненості у відсутності людей у небезпечній зоні.

Обслуговування: Ремонт, регулювання та очищення робочих органів техніки (особливо сівалок, культиваторів та кукурудзозбиральних комбайнів) проводити лише при повністю вимкненому двигуні та зупинених рухомих частинах.

Транспортування: Категорично заборонено перевозити людей на причіпному обладнанні (крім обладнаних місць), у кузові трактора або на навісних машинах.

Робота на схилах: Під час роботи на схилах дотримуватися рекомендованого кута нахилу для уникнення перекидання техніки.

3. Безпека при застосуванні засобів захисту рослин (ЗЗР)

Роботи із ЗЗР (пестицидами, гербіцидами) є найбільш небезпечними через ризик хімічного отруєння.

Підготовка: Змішування та приготування робочих розчинів проводити на спеціально обладнаних майданчиках, захищених від вітру, з використанням повного комплекту ЗІЗ (протигаз/респіратор, окуляри, гумові чоботи, прогумований фартух).

Особиста гігієна: Після закінчення роботи зняти ЗІЗ, прийняти душ. Заборонено їсти, пити чи палити під час роботи з хімікатами.

Маркування: Використовувати хімікати лише у заводській тарі з чітким маркуванням.

Авіаобробка: Обробку поля авіаційним методом проводити лише за умови погодження зони обробки з урахуванням відстані до житлових масивів та водойм.

4. Безпека при збиранні та зберіганні врожаю

Комбайнування: Оператор комбайна повинен уважно стежити за роботою жатки та механізмів обмолоту. Не можна залишати комбайн із працюючим двигуном без нагляду.

Елеватори та Склади: При роботі з зерном, що зберігається, існує ризик задухи внаслідок обвалу зернової маси у силосах. Забороняється спускатися у ємності без страхувального пояса та контролюючих осіб.

Слід запобігати утворенню значної концентрації зернового пилу, оскільки він є вибухонебезпечним.

Протипожежна безпека: Наявність первинних засобів пожежогасіння (вогнегасники, пісок, лопати) на техніці та складах є обов'язковою, особливо під час жнив, коли сухі рослинні рештки легко займаються.

Порушення вимог цієї інструкції тягне за собою відповідальність згідно з чинним законодавством України.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі наведено рішення важливої наукової задачі щодо реалізації потенціалу кукурудзи на основі особливостей гібридів, густоти стояння та ресурсного забезпечення технологій в умовах ПП «Леон-агро 2011» с. Ходорівці, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

1. Високопродуктивні гібриди здатні формувати більшу урожайність за ущільнення посівів – вищих нормах висіву за рахунок формування в цілому вужчої кореневої системи, але з більшою кількістю тонких корінців та скелетних коренів , яке проникає глибше в грунт.

2. Найвищий рівень адаптивності проявив сорт Сенсор, формуючи найвищий рівень урожайності – 6,12-8,16 т/га за рівних умов з іншими гібридами.

2. Рівень прибутку найвищим був у за густоти стояння 90 тисяч рослин/га, і становив у гібридів КВС 381 – 42182 грн/га, Сігма – 42441 грн/га, Сенсор 40373 грн./га.

3. Найвищий рівень рентабельності 149 %, за густоти стояння рослин 90 тисяч рослин/га при затратах: 28378 грн./га становив у гібриду КВС 381; 28439 у гібриду Сігма.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Стабілізація та подальше зростання виробництва зерна кукурудзи в умовах південної частини Західного Лісостепу України можлива лише за поєднання досягнень селекції – вибір гібридів з удосконаленою архітектонікою рослини та оптимальною комбінацією густоти стояння рослин.

Для досягнення урожайності кукурудзи на рівні 8,16 т/га рекомендуємо вирощувати за норми висіву 90 тис. шт./га високоврожайний гібрид ЄС Сенсор. За показником рентабельності 149% гібриди: Сігма і КВС 381.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т.І. Використання моделі продуктивності для оцінки умов вирощування та прогнозування середньообласного урожаю кукурудзи. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. 2004. Вип. 7. С. 160-165.

2. Адаменко Т.І. Чисельні експерименти з оцінки впливу агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність посівів кукурудзи . Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2004. Вип. 48. С. 213-218.

3. Андрієнко А. Л. Основні заходи сортової агротехніки гібридів кукурудзи різних груп стиглості в північному Степу України : автореф. дис... канд. с.-г. наук:06.01.09 / А. Л. Андрієнко; Інститут зернового господарства УААН, Дніпропетровськ, 2004. – 19 с.

4. Вожегова Р. А. , Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. Вісник аграрної науки. 2016. С. 17-21.

5. Волкодав В.В., Каленська С.М., Бельдій Н.М., Новицька Н.В. Міжнародні правила з тестування насіння: Навчальний посібник (Гриф МОН України, лист № 1/11-7292 від 04.08.2011 р.) / За ред. В. В. Волкодава. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 416 с.

6. Гаркава, О. М. Оцінка та добір селекційного матеріалу кукурудзи на адаптивну стійкість до жари та посухи. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Екологія, рослинництво. 2008. С. 28 – 33.

7. Головчанська, І. О. Нові лінії кукурудзи - донори цінних господарських ознак для селекції / І. О. Головчанська, Н. В. Кузьмишина, В. К. Рябчун . Генетичні ресурси рослин . 2013. - №12. - С. 53-62.

8. Дементьєва О. І. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від якості поливної води . Агроекологічний журнал. 2015. № 3. С. 127-132.

9. Деряга Є.В. Технологічні заходи оптимізації вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в східному Степу : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Є. В. Деряга ; Ін-т зерн. госп-ва УААН. - Д., 2003. - 16 с.

10. Дзюбецький Б. В. , Черчель В. Ю., Боденко Н. А. Нові гібриди кукурудзи Інституту зернового господарства: научное издание. Хранение и переработка зерна: научно - практический журнал. 2010. 45-46.

11. Дзюбецький Б. В. , Черчель В. Ю., Марочко В. А. Формування ознаки "вологість" у скоростиглих гібридів кукурудзи Вісник аграрної науки . № .. 2013. С. 41-44.

12. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. – К: Держстандарт України,1994. – 73 с.

13. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.

14. Жемойда В.Л.,Пархоменко А.К.,Коваленко Т.М. Генетичні основи селекції кукурудзи на ранньостиглість .Науковий вісник Національного Аграрного Університету.№.47.2002. С.96-100

15. Заїка С.І., Л.П. Перевертун. Адаптивний потенціал ранньостиглих гібридів кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2001. №5. 66 -67.

16. Заплітний Я. Д., Лінська М. І., Карп Т. Я., Гордійчук В. О. Підбір гібридів кукурудзи (Zea mays L.) - ефективний захід у забезпеченні стабільних урожаїв . Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2010. С. 4-8.

17. Зубрейчук, М. С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетації / М.С. Зубрейчук, Т. В. Газінська, І. С.

Ткаченко, В. М. Гаврилюк // Насінництво : науково - виробничий журнал. - 2012. - N 3. - С. 7-12.

18. Ільченко, В. Ю. Дослідження енергоємності технологічних операцій догляду за посівами кукурудзи / В. Ю. Ільченко, М. І. Ролдугін, Н. О. Кучмій // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Екологія, рослинництво. - 2009. - С. 85-88.

19. Каленська С. М., Єременко О. А., Таран В. Г. , Крестьянінов Є.В., Риженко А.С. Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2017. Вип. 25. С. 48–57.

20. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов Таврійський науковий вісник. № 101. 2018

21. Каменщук Б.Д. Агроекологічний вплив умов вирощування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Корми і кормовиробництво. 2006. Вип.56. 16 – 21.

22. Кирпа М.Я. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи / М.Я.Кирпа, Н.О. Пащенко // Бюл. Ін-ту зерн. гос-ва. — 2011. — № 40. — С. 14–20.

23. Кирпа, М. Я. Термостійкість насіння гібридів кукурудзи та особливості їх післязбиральної обробки / М. Я. Кирпа, М. О. Стюрко, Л. М. Бондарь // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету : науково-теоретичний, науково-практичний журнал. - 2015. - №3 (37). - Сільськогосподарська екологія. Рослинництво. Землеробство. Селекція. Зоотехнічні науки. Ветеринарні науки. - С. 58-63

24. Кордін О.І. Технологічні заходи вирощування холодостійких гібридів кукурудзи різних груп стиглості: дис.. …канд.. с.-г. наук:06.01.09. Дніпропетровськ , 2006, 189 с.

25. Крамарьов, С. М. Водоспоживання гібридів кукурудзи та їх батьківських форм у залежності від строків сівби, густоти рослин і мінеральних добрив в умовах північного Степу України : [наукове видання] / С. М. Крамарьов, С. В. Краснєнков, П. В. Писаренко, А. Л. Андрієнко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. - 2009. - №4. - С. 23-32.

26. Лавриненко Ю.О. , В.Г. Найдьонов Параметри адаптивності нових гібридів кукурудзи . Зрошуване землеробство. 2007. № 48. С. 42-46. 4. Лавриненко Ю.О., Маслова Л.Г., Польський В.Я., Туровець В.М. Селекція гібридів кукурудзи ФАО 400–600 для умов зрошення. Зрошуване землеробство. 2009. №52. С.85-90.

27. Лебідь Є.М., Дзюбецький Б.В., Циков В.С. та інші. Енергозбережна і ресурсоощадна технологія вирощування кукурудзи. Дніпропетровськ, 2006,34 с.

28. Марченко Т.Ю., Лавриненко О.О., Глушко Т.В., Гож О.А. Селекція кукурудзи на покращення показників якості зерна в умовах достатнього зволоження. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 21, 2014: 51-58

29. Методика Державного сортовипробування с.-г. культур / під редакцією В.В.Вовкодава

30. Мокрієнко В.А., Гудзовата О.М., Таран В.Г., Приндюк Я.А. Особливості формування оптимальної передзбиральної густоти стояння рослин кукурудзи в умовах ризикованого землеробства

31. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Вплив строків сівби , густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. №11. 2016. 31-38

32. Новицька Н. В. Шляхи зниження негативних наслідків травмування насіння // Науковий вісник НУБіП України / Серія «Агрономія». – К., 2012. – Вип. 176. – С.40-45.

33. Присяжнюк Л. М. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (Zea mays L.) в умовах Полісся та Степу України : науково-практичний журнал / Л. М. Присяжнюк, О. О. Шовгун, Л. В. Король // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2016. - С. 16-21.

34. Солян М. Я.Технологічні заходи вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу: автореф. дис... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 / М. Я. Солян ; Ін-т зернового госп-ва УААН. - Дніпропетровськ, 2009. - 18 с.

35. Таран В. Г. Індекс врожайності гібридів кукурудзи Міжнародна науково-практична конференція «Вплив змін клімату на онтогенез рослин» 03 – 05 жовтня 2018 р. С. 84 - 86

36. Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи в Правобережному Лісостепу України. Інновації в освіті,науці та виробництві. Перша міжнародна он-лайн конференція, Київ - Мукачево, 23 – 24 листопада 2017 року:тези доповідей. Мукачево, 2017.С.84 – 85.

37. Таран В.Г., Каленська С.М., Антал Т.В. Роль кореневої системи гібридів кукурудзи залежно від норм добрив та густоти стояння рослин на чорноземах типових. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “ Цілі сталого розвитку третього тисячоліття:виклики для університетів наук про життя ”. К.2018.Т.2. С. 283-284

38. Ткаліч І.Д. Олексюк М.О. Вплив способів сівби, густоти стояння рослин на формування кореневої системи , водоспоживання та врожайність гібридів соняшника. Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України. Дніпропетровськ.2000.№12-13.18-22

39. Ткаліч Ю.І., Ткаліч І.Д. Результати дослідження кореневих систем пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику і гречки в Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України 8, 2015. 56 - 65.

40. Ткаліч, Ю. І. Ріст, розвиток та продуктивність гібридів кукурудзи різного морфотипу залежно від густоти стояння рослин у північній частині Степу України : автореф. дис... канд. с.-г. наук / Інститут зернового господарства УААН ; Ін-т зерн. госп-ва УААН. – Д., 2000. - 16 с.

41. Трубілов, О. В. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на обробіток грунту і мінеарльне живлення / О. В. Трубілов // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Агроекологія та рослинництво. Біогеоценологія, охорона довкілля та збаласоване природоористування. Сільськогосподарські меліорації. Ветеринарна медицина. Зоотехнія : науково-теоретичний, науково-практичний журнал. - 2011. - №1. - С. 43-46.

42. Хамуда Ахмед Або Ель Фетух Мохамед. Продуктивність гібридів кукурудзи в залежності від добрив і густоти стояння рослин в умовах Єгипту.– Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. – Національний аграрний університет, Київ, 2004.17с.

43. Циков В. С. Особливості технології вирощування кукурудзи в умовах недостатнього й нестійкого зволоження степової зони України // Пропозиція. – 2000. – №4. – С. 39-41.

44. Шпаар, Д. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Д. Шпаар, К.Гінапп, Д. Дрегер, А.Захаренко, С. Каленська та інші .- К.: Альфа-стевія ЛТД, 2009. – 396 с.

45. Штукін, М. О. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України / М. О. Штукін, В. І. Оничко // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія і біологія : науково-методичний журнал. - 2013. - №11. - С. 213-217.

46. Якунін О.П. Економічна і біоенергетична ефективність вирощуванння гібридів кукурудзи в у мовах північної підзони Степу України : науково-теоретичний, науково-практичний журнал / О. П. Якунін // Вісник

Дніпропетровського державного аграрного університету. Екологія, рослинництво, землеробство. 2010. №1. С. 7-10.

47. Якунін О.П., Ткаліч Ю.І. Коренева система та продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ.1999.№9.С.35-38

48. Birch, C., McLean, G., and Sawers, A. (2006). Analysis of high yielding maize production – A study based on a commercial crop. In‘‘Water to Gold’’ 6th Triennial Conference’’(E. Humphreys, K. O’Keefe, N. Hutchins, and R. Gill, Eds.), pp. 55–65. Maize Association of Australia, Griffith.

49. Birgit W. Hütsch, Sven Schubert. Chapter Two - Harvest Index of Maize (Zea mays L.): Are There Possibilities for Improvement? Advances in Agronomy V. 146, 2017, 37-82 https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.07.004

50. Bohm W. Methods of studying root systems / Ecological Studies, Springer – Verlag. Berlin Heidelberg New York. V.33.1979. 179 p.

51. Boote K.J., Sinclair T.R.. Crop Physiology: Significant Discoveries and Our Changing Perspective on Research. Crop Sci. 2006.Vol.46. P.2270-2277.

52. Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89: 1-16.

53. Chakwizira E., Teixeira E.I., Ruiter J.M. , Maley S. George M.J. Harvest index for biomass and nitrogen in maize crops limited by nitrogen and water. Proceedings of the 2016 International Nitrogen Initiative Conference, "Solutions to improve nitrogen use efficiency for the world", 4 8 December 2016,Melbourne,Australia.www.ini2016.com http://www.ini2016.com/pdf-papers/INI2016_Chakwizira_Emmanual.pdf

54. Climate Change : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and A. Reisinger (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.2007

55. Collins N.C., Tardieu F., Tuberosa R.. Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress: where do we stand? Plant Physiol. 2008.Vol.147. P.469-486.

56. Corrales I, Amenós M, Poschenrieder C, Barceló J. 2007. Phosphorus efficiency and root exudates in two contrasting tropical maize varieties. Journal of Plant Nutrition 30:887–900.

57. Desheva G., Petrova S., Deshev M. Germinability of soybean seeds stored more than 30 years in the Bulgarian national seed genebank. World Scientific News. V. 69. 2017. P. 29-46.

58. Dil M. 2011. The Effects of nitrogen-enriched biochar on maize (Zea mays) productivity and soil organic carbon. M.Sc. thesis, University of Waterloo, ON. 124 p.

59. Durieux R. P., Kamprath E. J., Jackson W. A., Moll R. H.. 1994. Root Distribution of Corn: The Effect of Nitrogen Fertilization. Agron. J. 86:958-962. https://doi.org/10.2134/agronj1994.00021962008600060006x

60. Duvick D.N., Cassman K.Y. Post - green revolution trends in yields potential of temperate mais in the north-central USA. Crop Science.39.1999.1622 – 1630

61. Dwven L. M., SrBweRr D. W., Balchtn D. Rooting characteristics of corn, soybeans and barley as a function of available water and soil physical characteristics Can. J. Soil Sci. 1988. V.68. P. l2l-132.

62. Early development and gravitropic response of lateral roots in Arabidopsis thaliana S. Guyomarc'h, S. Léran, M. Auzon-Cape, F. Perrine-Walker, M. Lucas, L. Laplaze // Phil. Trans. R. Soc. B 2012 367 1509-1516; https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0231

63. Eberthart S.A., Russel W.Q. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966. №6. P.1- 22

64. Evans L.T. Crop evolution , adaptation and yield. Cambridge:Cambridg University Press.1996. 500p.

65. Jonathan P. Lynch, Kathleen M. Brown New roots for agriculture: exploiting the root phenome // Phil. Trans. R. Soc. B 2012 367 1598-1604; https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0243

66. Kalenska S., D. Rahmetov, O.Yeremenko; N. Novytska; A. Yunyk; L. Honchar, T. Stolayrchuk, V. Taran, A. Rigenko, V. Goenko. Biodiversity of field crops in conditions of climate changing . SEAB – 2018

67. Kalenski V., Kalenska S., Kachura I., Gonchar L., Matvienko A.. Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield Beiträge zur, 65 ISBN: 978-3-86011-069-0

68. Kawano K., Harvest index and evaluation of major food crop cultivars in the tropics. Euphytica, 46:195- 202 (1990).

69. Kemanian, A. R., Stöckle, C. O., Huggins, D. R., & Viega, L. M. (2007). A simple method to estimate harvest index in grain crops. Field Crops Research, 103(3), 208-216. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.06.007

70. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N., Effects of Drought Stress on Yield and Yield Components in Maize Cultivars (Zea mays L.). International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol. 4 (4):809-812 (2013).

71. King, J., Gay, A., Sylvester-Bradley, R., Bingham, I., Foulkes,J., Gregory, P. & Robinson, D. (2003). Modelling cereal root systems for water and nitrogen capture: towards an economic optimum. Annals of Botany 91, P.383-390

72. Lambers H, Shane MW, Cramer MD, Pearse SJ, Veneklaas EJ. 2006. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits. Annals of Botany 98:693–713.

73. Li Z, Xu C, Li K, Yan S, Qu X, Zhang J. 2012. Phosphate starvation of maize inhibits lateral root formation and alters gene expression in the lateral root primordium zone. BMC Plant Biology 12:89..

74. Paponov IA, Engels C. 2003. Effect of nitrogen supply on leaf traits related to photosynthesis during grain filling in two maize genotypes with different N efficiency. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166:756–763.

75. Pierson, Warren, The effects of starter fertilizer on root and shoot growth of corn hybrids and seeding rates and plant-to-plant variability in growth and grain yield (2013). Graduate Theses and Dissertations. 13330. https://lib.dr.iastate.edu/etd/13330

76. Plénet D, Mollier A, Pellerin S. 2000. Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency. II. Radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components. Plant and Soil 224:259–272.

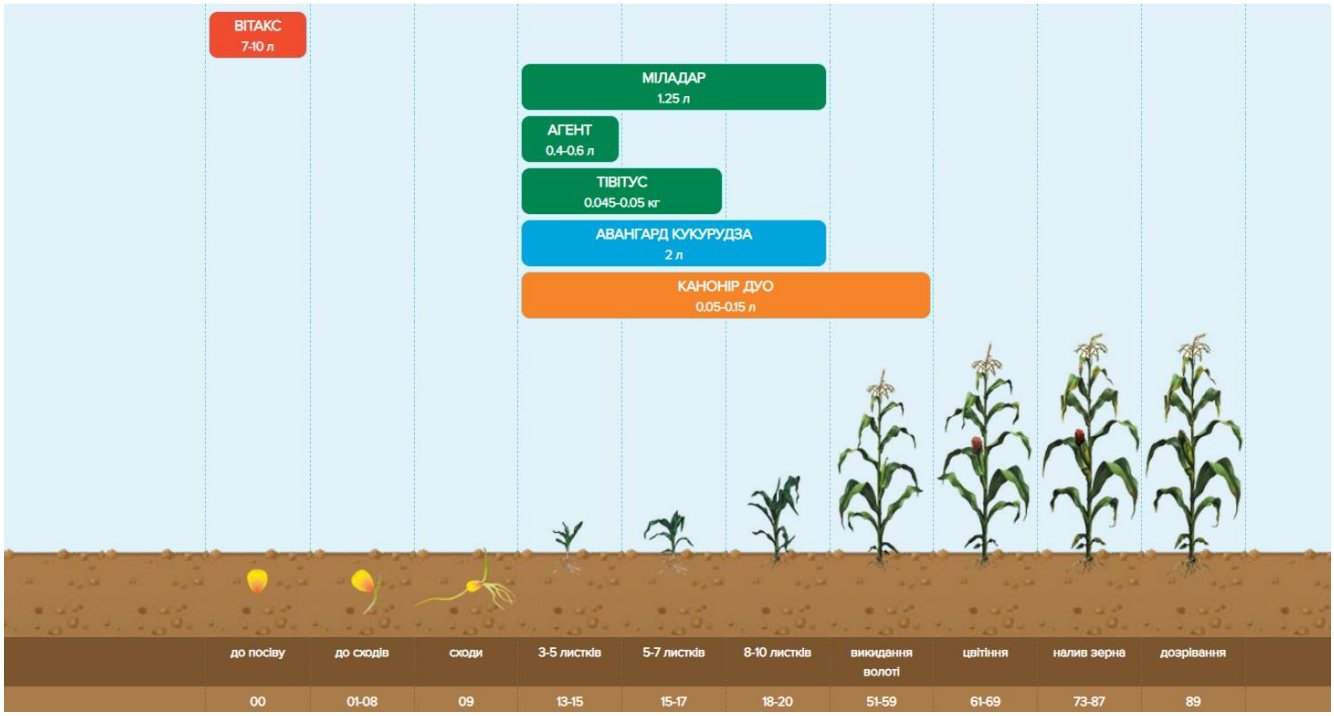
77. Yu P, Li X, Yuan L, Li C. 2013. A novel morphological response of maize (Zea mays) adult roots to heterogeneous nitrate supply revealed by a split-root experiment. Physiologia Plantarum 150:133–144.

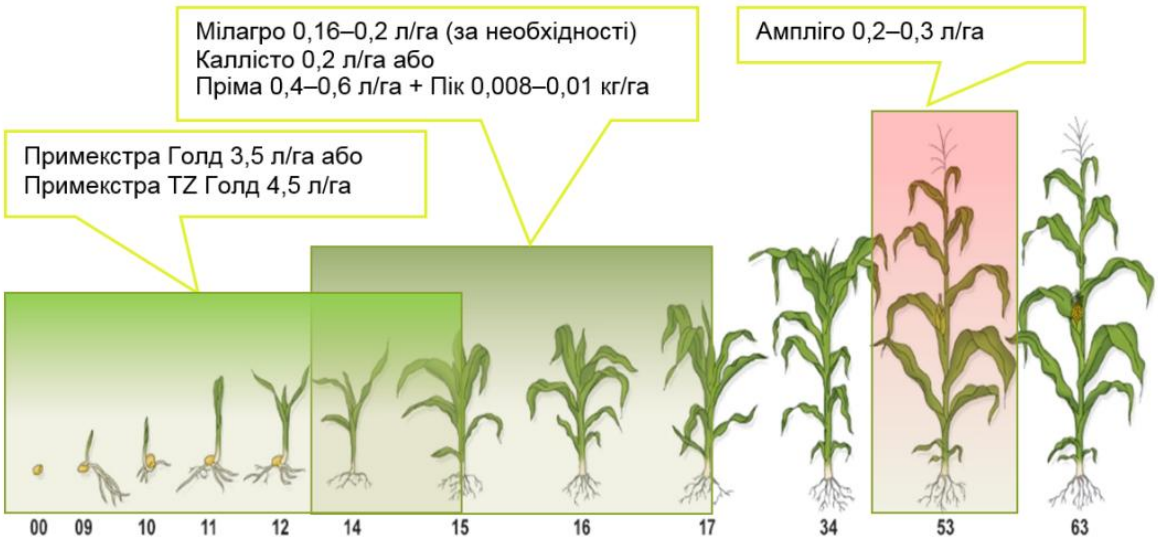
78. Yvonne Stahl, Rüdiger Simon Peptides and receptors controlling root development *Phil. Trans. R. Soc.* 2012 367 1453 - 1460;
https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0235

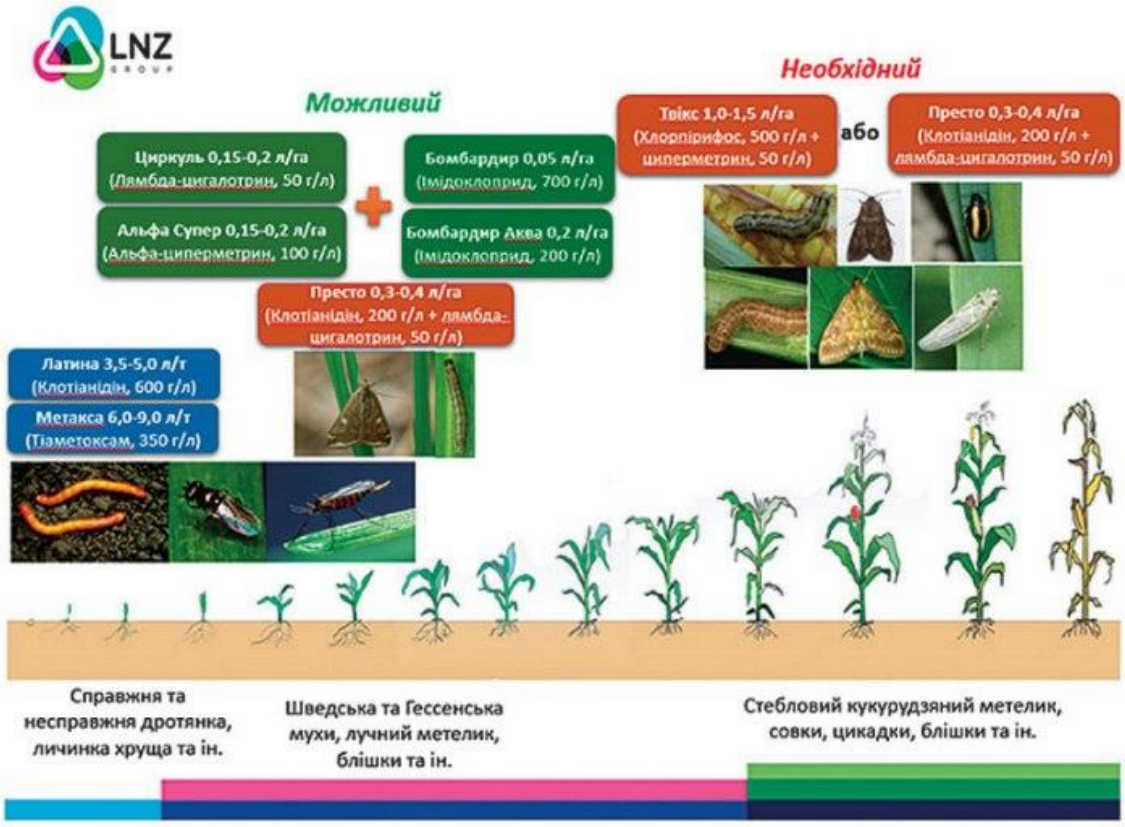
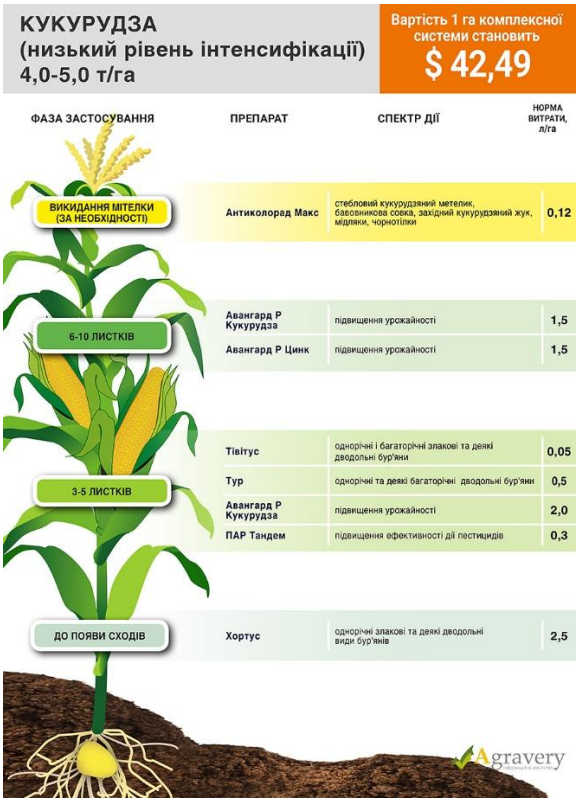
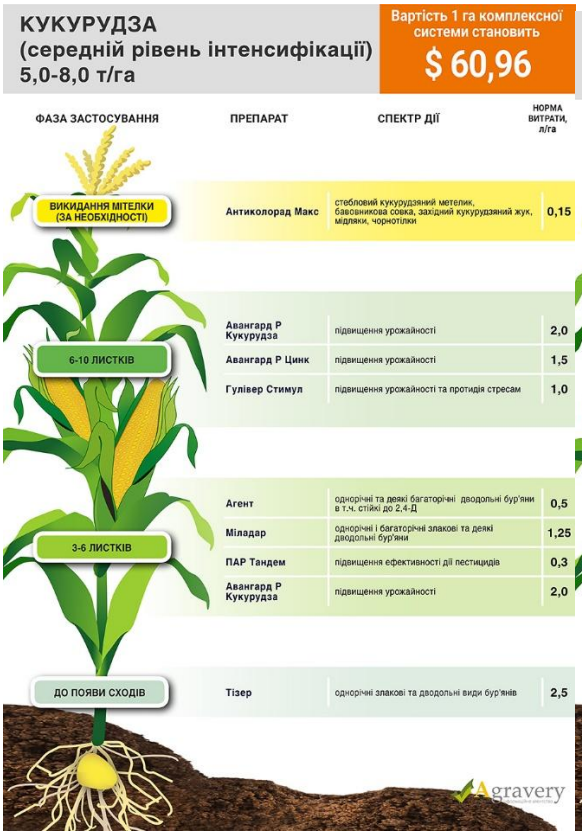
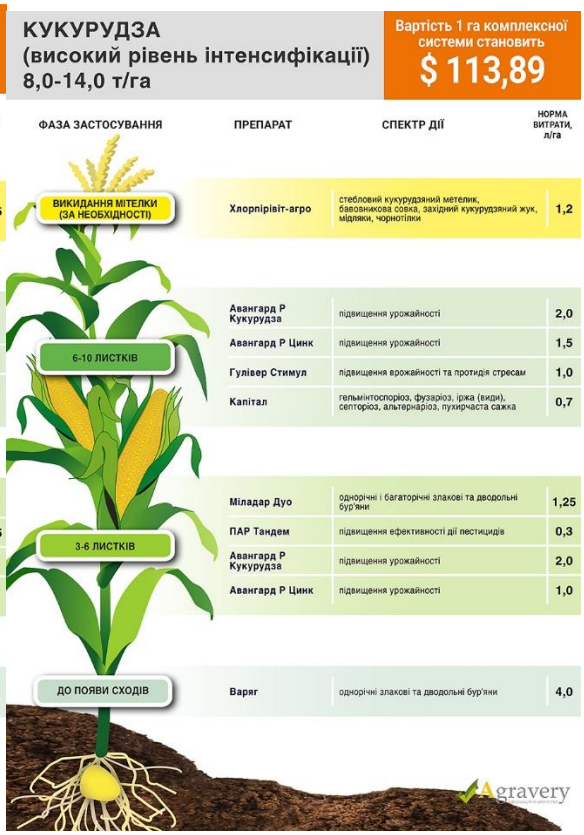
79. Zhang Y, Yu P, Peng Y, Li X, Chen F, Li C. 2012. Fine root patterning and balanced inorganic phosphorus distribution in the soil indicate distinctive adaptation of maize plants to phosphorus deficiency. Pedosphere 22:870–877.

ДОДАТКИ

Системи захисту кукурудзи




Мілагро 0,16–0,2 л/га (за необхідності)
Каллісто 0,2 л/га або
Пріма 0,4–0,6 л/га + Пік 0,008–0,01 кг/га
Ампліго 0,2–0,3 л/га
Примекстра Голд 3,5 л/га або
Примекстра TZ Голд 4,5 л/га
00 09 10 11 12 14 15 16 17 34 53 63


LNZ GROUP
Можливий
Необхідний
Циркуль 0,15-0,2 л/га (Лямбда-цигалотрин, 50 г/л)
Бомбардир 0,05 л/га (Імідоклоприд, 700 г/л)
Альфа Супер 0,15-0,2 л/га (Альфа-циперметрин, 100 г/л)
Бомбардир Аква 0,2 л/га (Імідоклоприд, 200 г/л)
Твікс 1,0-1,5 л/га (Хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л)
або
Престо 0,3-0,4 л/га (Клотіанідін, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л)
Престо 0,3-0,4 л/га (Клотіанідін, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л)
Латина 3,5-5,0 л/т (Клотіанідін, 600 г/л)
Метакса 6,0-9,0 л/т (Тіаметоксам, 350 г/л)
Справжня та несправжня дротянка, личинка хруща та ін.
Шведська та Гессенська мухи, лучний метелик, блішки та ін.
Стебловий кукурудзяний метелик, совки, цикадки, блішки та ін.

Різнобюджетний захист кукурудзи