

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та
інфраструктури
Кафедра агробіотехнологій

Гаврилишин Ярослав Тарасович

Вплив удобрення на урожайність кукурудзи на зерно
в умовах Лісостепу західного

спеціальність: 201 – Агрономія
освітньо-професійна програма – Агрономія

Кваліфікаційна робота

Виконав ст. групи АГРм-22
Я.Гаврилишин

Науковий керівник:
Д. с.-г. наук
І.І.Сеник

Кваліфікаційну роботу допущено
до захисту

« ____ » _____ 2023 р.

Завідувач кафедри

_____ А. М. Шувар

ТЕРНОПІЛЬ - 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ЗЕНОВОЇ ПРОДУКТИВОСТІ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ (огляд літератури).....	6
1.1. Динаміка виробництва зерна кукурудзи.....	6
1.2. Ботанко-біологічні особливості кукурудзи.....	10
1.3 Роль удобрення у формуванні урожайності кукурудзи.....	15
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
2.1 Ґрунтово – кліматичні умови місця проведення досліджень	21
2.2. Програма та методика проведення досліджень.....	25
2.3 Агротехніка вирощування кукурудзи в дослідіах.....	26
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ.....	28
3.1. Вплив удобрення на тривалість вегетації кукурудзи.....	28
3.2. Висота рослин кукурудзи залежно від удобрення.....	29
3.3. Динаміка формування фотосинтетично-активної поверхні	35
3.4. Вміст хлорофілу в листках кукурудзи.....	39
РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ.....	42
4.1. Структура врожаю кукурудзи залежно від удобрення.....	42
4.2. Урожайність зерна кукурудзи залежно від способів	44
4.3. Якісні показники врожаю кукурудзи.....	47
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ	50
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДОГО СЕРЕДОВИЩА.....	52
ВИСНОВКИ.....	57
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59

ВСТУП

Кукурудза є однією із ключових сільськогосподарських культур високої продуктивності та багатовекторного використання [38].

Внаслідок великої кількості різносторонніх дослідів із кукурудзою, було доведено, що її потенційно можлива урожайність знаходиться на рівні близько 22 т/га, тим часом як середня урожайність в Україні останніми роками в незначній мірі перевищує 7 т/га [40].

У зв'язку з цим надважливим є детальний аналіз чинників формування урожайності та розробка технологічних заходів поетапного підвищення її урожайності. Серед заходів, які впливають на зернову продуктивність кукурудзи ключова роль належить добривам.

Питаннями удобрення кукурудзи займалися багато науковців, зокрема С.М. Каленська, В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, і їхніми дослідженнями встановлено, що гібриди кукурудзи інтенсивного типу необхідно висівати після кращих попередників, так як вони краще реагують на підвищений фон мінерального живлення, генеруючи більший урожай [43, 55, 58].

У зв'язку з цим, такі гібриди забезпечують вищу економічну ефективність навіть при більших витратах на мінеральне живлення. В той же час, як вважають дослідники, більш адаптивні гібриди можна вирощувати після гірших попередників, так як вони стійкіші до несприятливих факторів.

Проте вітчизняні аграрії зазвичай не покладають надії на отримання максимальної врожайності під час вирощування адаптивних гібридів. Тому що навіть вони для формування урожайності потребують певного удобрення. А це, відповідно, ставить більш високі вимоги до системи живлення кукурудзи в технологіях вирощування. У зв'язку з цим дослідження питання удобрення кукурудзи в умовах Лісостепу західного стало передумовою вибору теми кваліфікаційної випускної роботи.

Актуальність теми. Селекційні досягнення сучасної науки в створенні гібридів кукурудзи з високим потенціалом урожайності – основа до

отримання значних валових зборів зерна, які забезпечують продовольчу та енергетичну безпеку людства. Проте, за виробництва кукурудзи в Україні та світі, через вплив ряду чинників на формування урожайності, досягти стабільної урожайності зерна за роками та реалізації генетичного потенціалу сучасних гібридів досить складно. Тому, розробка технології вирощування гібридів інноваційними заходами зумовлює необхідність проведення досліджень в західному Лісостепу України, як потенційному регіоні для збільшення обсягів вирощування кукурудзи [55].

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та практичне вирішення важливих питань щодо дослідження закономірностей росту, розвитку та формування урожайності зернової кукурудзи залежно від способу удобрення.

Для досягнення поставленої мети, програмою досліджень визначено такі **завдання**:

- встановити вплив удобрення на тривалість вегетаційного періоду кукурудзи;
- дослідити особливості лінійного росту рослин і формування асиміляційної поверхні посівів кукурудзи, залежно від способу удобрення
- встановити ефективність впливу способів удобрення на величину показників площі листкової поверхні;
- дослідити вплив удобрення на формування елементів структури урожаю, урожайності, якості зерна кукурудзи;

Об'єкт дослідження – процес формування зернової продуктивності кукурудзи залежно від способів удобрення.

Предмет дослідження – гібрид кукурудзи ЛГ30315, мінеральні добрива, мікродобрива Найс Цинк та Найс Кукурудза; урожайність, якість зерна, економічна ефективність.

Методи дослідження. У процесі виконання науково-дослідної роботи застосовували спеціальні методи дослідження:

- польовий – для моніторингу росту та розвитку рослин кукурудзи і формуванням їх зернової продуктивності; фенологічні спостереження та біометричні вимірювання;
- лабораторний – для дослідження хімічного складу зерна, біометричних параметрів рослини, площі листкової поверхні, вмісту хлорофілу в листках, показників якості зерна;
- математично-статистичний – для оцінки статистичної достовірності отриманих результатів досліджень;
- розрахунково-порівняльний – для визначення економічної ефективності способів удобрення кукурудзи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше в умовах західного Лісостепу України встановлено вплив способів удобрення на проходження процесів росту, розвитку та формування зернової продуктивності агроценозів кукурудзи.

Практичне значення одержаних результатів полягає в аргументуванні, розробленні та впровадженні у виробництво способів удобрення кукурудзи. Все це здатне забезпечити урожайність культури на рівні 14 т/га, підвищити валовий збір зерна та покращити фінансовий стан агроформувань регіону.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаної літератури. Загальний обсяг роботи становить 68 сторінок. Кваліфікаційна робота містить 11 таблиць. У списку використаних джерел 85 найменувань, з них 8 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ЗЕНОВОЇ ПРОДУКТИВOSTІ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ (огляд літератури)

1.1 Значення кукурудзи та обсяги виробництва зерна в Україні та світі

Зерно кукурудзи дуже важливе в зміцненні економіки держави. Воно є одним із товарів, які визначають співвідношення не тільки в аграрному секторі, а й в економіці України загалом. Вирішення багатьох завдань аграрного виробництва нерозривно пов'язане саме з даним продуктом, як базою розвитку виробництва та основним джерелом поліпшення ресурсних можливостей та розвитку експортного потенціалу [3, 4].

Кукурудза – одна із ключових сільськогосподарських культур в Україні та світі. Сьогодні на світовому ринку кукурудзи намітилася стійка тенденція: її вирощування зосереджено в розвинених країнах. В той же час багато інших держав, що розвиваються, не здатні вирішити власні продовольчі проблеми, тож змушені звертатися до суттєвого імпорту зерна. Цим і зумовлене зростання світової торгівлі та її вирощування. Протягом останніх десятиків років Україна покращила свої положення на міжнародному зерновому ринку та впевнено знаходиться в провідній десятці зерновиробників. Вона належить до трійки країн експортерів зерна, поступаючись лише Сполученим Штатам Америки та Європейському Союзу. Слід зазначити, що, основні експортні поставки українського агросектору – це кукурудза, пшениця і ячмінь, які в загальному підсумку складають майже 1/3 всього зернового експортного потенціалу держави [27].

Аналізу ринку зернових культур присвячено велику кількість досліджень науковців. Це спричинене тим, що він займає важливе місце в структурі аграрного виробництва, та є одним із головних показників

ефективності функціонування аграрного сектора загалом. Проте, є нерозв'язані завдання, пов'язані зі створенням належних умов реалізації кукурудзи, щоб забезпечили задоволення потреб споживачів та продавців даного сегменту [27].

Світова політична криза негативно впливає й на глобальний ринок зернових культур. Зростання цін на пальне, електроенергію, добрива, ЗЗР та інші матеріально-технічних ресурсів – все це і в перспективі підвищуватиме собівартість виробництва аграрної продукції та навіть може зумовити зменшення обсягів її вирощування у майбутні роки. Згідно прогнозів ФАО ООН, світове виробництво зернових у наступні роки перевищить прогнозовані дані за попередній маркетинговий рік на 19,3 млн т (0,7%) [36].

За попередніми прогнозами дослідників, передбачається, що в Україні в 2023/24 м. р. виробництво зернових мало б зростати на 26,6% до 81,8 млн т внаслідок досить суттєвого нарощування виробництва кукурудзи, пшениці та ячменю. За обсягом вирощування і споживання кукурудза займає перше місце в світі серед зернових культур. Передбачається, що у 2023/24 роках її світове вирощування становитиме близько 1,2 млрд т [27].

За даними аналітиків, в 2022/23 роках провідними виробником кукурудзи у світі були США з обсягом виробництва близько 384 млн т або це склало третину умовно світового виробництва кукурудзи. Ключовими країнами-виробниками кукурудзи в світі в 2022/23 рр. були: США (31,1%); Китай (23,4%); Бразилія (9,07%); ЄС (6%); Аргентина (4,5%); Україна (3,2%); Індія (2,6%); Мексика (2,25%); ПАР (1,46%), а 16,5% припадає на інші виробників [55].

Протягом останніх десяти років середня ціна зерна кукурудзи в світі варіювала від 193 доларів за тонну в 2014 році та до 155 доларів за тонну – 2017 року. Однак, в 2021 році вартість зросла до 250 доларів за тонну. Тому лишається тенденція до зростання ціни або утримання на цьому значенні. Аналітики озвучили прогноз світового виробництва кукурудзи в 2024/25 маркетинговому році на рекордному значенні – 1,193 млрд т проти 1,139

млрд т у поточному році. Проте, зростання виробництва зернової продукції передбачається в США до 384 (+23,7) млн т на рік, Китаї – до 267,3 (+6,6) млн т, Бразилії – до 105,8 (+3,3) млн т, країнах Європейського Союзу – до 65,1 (+0,3) млн т і Україні – до 37,3 (+7,3) млн т. [55]

Прогнозується, що світовий експорт кукурудзи в наступному сезоні вище за очікуваний показник – на рівні 186,8 млн т (+1,2 млн т за рік). Ймовірно зростання відвантажень прогнозується для України до 30,5 (+6,5) млн т і країн ЄС – до 3,1 (+0,9) млн т. [10]

Найбільшим глобальним виробником кукурудзи є США. Основну частину врожаю вони використовують для внутрішнього використання і лише близько 17% – експорту. Другим провідним виробником кукурудзи є Китай: у 2022/23 МР було зібрано близько 278,5 млн т. Проте, щодо експортних ринків, то тут ситуація прямо протилежна американській: китайську кукурудзу не продають взагалі, її всю споживає населення. Крім того, Китай лідирує за обсягами закупівлі кукурудзи [55].

Також, третім світовим лідером з виробництва кукурудзи є Бразилія. Вона також належить у перелік ключових експортерів культури. У 2022/23 маркетинговому році виробництво кукурудзи в Бразилії сягнуло 89,6 млн т. Більше 1/4 відправилося на експорт [10].

Провідні фахівці зернової індустрії зробили свої висновки та прогнози щодо обсягів вирощування та продуктивності кукурудзи в глобальному контексті сезону 2022/23 МР. Вони зазначають, що наявні кліматичні зміни в Європі зумовили те, що світ став очікувати значного зниження виробництва кукурудзи в Європі. Також отримано позитивні прогнози щодо виробництва в північній та південній Америці [14].

В ЄС передбачається, за даними аналітиків, найнижчий врожай кукурудзи з 2018 року. Причина – засуха, з якою стикнулися основні країни-виробники кукурудзи: Румунія, Болгарія та Угорщина. Аналітики відмічають, що глобальне виробництво кукурудзи на 2022/23 рр. прогнозується на рівні 1,179 млн т, що приблизно на 0,06 млн т менше, ніж

очікувалося місяцем раніше. Експерти сільського господарства США збільшують прогноз на врожай кукурудзи в Україні до 30 млн т, що орієнтовно на 5 млн т більше, ніж передбачається у липні.

На планетарному ринку кукурудзи Україна займає 15%. У 2021/22 маркетинговому році у грошовому еквіваленті отримали виручку 5,1 млрд дол. Українським виробникам відкриваються суттєві перспективи у цій сфері. Оскільки експортні потреби щороку збільшуються [55].

Слід відмітити, що тільки 3–5% української кукурудзи генно-модифіковані. Україна зайняла своє постійне місце на світовій карті кукурудзи – це ті території, які надають перевагу кукурудзі без генетично-модифікованих організмів. І саме тут українські виробники створили свій бренд [55].

Дослідженнями встановлено, що останніми роками в Україні відмічається зміна векторності структури вирощування зернових культур в напрямку кукурудзи. Так як кукурудза є високоврожайною, стійкою до погодних умов і користується неабияким попитом на міжнародних аграрних ринках то це і спричинило зміну пріоритетів у зерновому господарстві [12].

Через складні реалії, посівна кампанія 2022 року, у зв'язку із війною, зазнала певної реструктуризації змін з точки зору важливості культур. Перевагу вітчизняні виробники надали тим культурам, що дають більшу дохідність з однієї тонни, а це насамперед олійні культури. Тому, обсяги вирощування кукурудзи знизилися з 5,3 у 2021-му до 4,6 млн т у 2022 році. Детальний аналіз даних по продуктивності кукурудзи в Україні, вказує на те, що вона досить відрізняється та змінюється за роками. Так, мінімальною за останнє десятиріччя вона була у 2020 році та становила 4,6 т/га. В наступні роки агрокліматичні умови, створення нових урожайних гібридів та покращення матеріально-технічного стану сприяло підвищенню середньої врожайності кукурудзи по Україні [64].

Погодні умови вегетаційного періоду 2018 року були досить сприятливими оскільки було досягнуто найвищого рівня урожайності

кукурудзи – 7,69 т/га. Урожайність кукурудзи в Україні 2022 року склала 25,5–26,5 млн т, що майже на 33% нижче, порівняно до минулого сезону (близько 40 млн т) [64].

Таке зменшення обсягів урожаю позначиться на ринку кукурудзи. На думку фахівців, з початку повномасштабної війни кукурудза є провідною культурою за експортом. Це зумовлено тим, що саме її європейці використовують для свого споживання, на відміну від пшениці та ячменю, що здебільшого проходять транзитом через ЄС або використовуються для внутрішнього використання лише у рідших випадках

1.2. Ботанко-біологічні особливості кукурудзи

Zea mays L., як повідомляють ботаніки це однорічна роздільностаттева, перехреснозапильна, рослина, класу однодольних родини тонконогових (Poaceae), роду *Zea* підродини [55].

На сьогоднішній день за існуючою класифікацією виділяють 8 вона 8 підвидів: розлусна (*everta* Sturt.); крохмалисії підвидів, які широко використовуються в різних галузях промисловості, а також на кормові цілі та для виробництва продуктів харчування. Виділяють зокрема, крохмалисту, зубоподібну, кременисту цукрову, воскоподібну, крохмалисто-цукрову та плівчасту [38].

Кукурудза, враховуючи свої біологічні особливості суттєво відрізняється від інших своїх родичів із родини тонконогових. Все це завдяки кращому розвитку своїх вегетативних органів – стебел, листків, коріння [40, 55].

Щодо кореневої системи кукурудзи, то вона як і в усіх злакових культур – є мичкуватою, дуже добре розвинутою, та може проникати в ґрунт на досить значну глибину – до 1м, іноді – до 1,5-2 м. Як і увсіх злаків відсутній центральний корінь. Необхідно зазначити, що як повідомляють науковці, скоростиглі гібриди кукурудзи є низькорослими і відповідно

кореневу систему розпускають на значно меншу як глибину так і ширину, ніж високорослі і відповідно пізньостиглі гібриди [58].

Харктерною особливістю кукурудзи є те, що у неї з підземних вузлів формуються первинні корінці, як відповідно формуються безпосередньо з насіння, утворюючи таким чином первинну кореневу систему. В той же час, корінці, які формуються у вузлі кушення утворюють таким чином вторинну кореневу систему [40, 55, 58].

Слід зазначити, що вторинна коренева система кукурудзи характеризується доброю реакцією на зовнішні умов вирощування, перш за все на глибину орного шару ґрунту. Причиною цього ймовірно є те, що засвоєння елементів живлення та води проходить за допомогою корневих волосків, які розташовані безпосередньо на первинних корінцях [40].

Як і всіх злаків, стебло кукурудзи називається соломиною. Воно пряме, проте на відміну від хлібів першої групи заповнене всередині губчатою паренхімою, дуже соковитою та солодкою, оскільки містить до половини цукру від своєї маси. Висота стебла – визначається біологічними особливостями гібридів і може знаходитися на рівні від 70 см у гібридів із коротким вегетаційним періодом, до 4-5 метрів у більш пізньостиглих. На стеблі кукурудзи, формується від 8 до 40 листків і їхня чисельність залежить від особливостей гібриду [58].

Листя кукурудзи – основний, проте не єдиний орган фотосинтезу. За формою вони видовженої форми, формуються по одному з кожного вузла з двох протилежних сторін стебла. Слід зазначити, що з нижнього боку листки не опушені, з верхнього – опушені [55].

Кукурудза, на відміну від інших злаків – рослина з роздільним суцвіттям. Чоловіче суцвітття кукурудзи називається волоть, а жіноче – качан. Слід зазначити, що на кожній рослині формується від одного до трьох-чотирьох качанів, різних за величиною й формою. Форма качанів частіше циліндричної або слабо-конусоподібної. Важливим моментом є те, чисельність рядів зерен є завжди парним і знаходиться в інтервалі від 8 до 20,

проте інколи досягає й 30. Чисельність зерен у качані варією в досить широкому діапазоні – від 400 до 800 [55].

Плід кукурудзи – односімядольна зернівка, яка складається із зародку, ендосперму і плодової та насінневої оболонки. Маса 1000 насінин у кукурудзи становить 100-150 г у дрібнонасінних гібридів та 300-400 г крупнонасінних [1, 40]. Колір зернівки залежить від ботанічної групи та особливостей і може бути білим, кремовим, жовтим, оранжевим, червоним

У онтогенезі кукурудзи виділяють наступні декілька основних фенологічних фаз росту і розвитку: проростання насіння, поява сходів, формування 3-го листка, 11-13-й листок, який у інших злаків співпадає із фазою трубкування, формування волотей, цвітіння, формування і досягання зерна [55].

В світі існує європейська та американська шкала розвитку кукурудзи. Вони мають свої відмінності, що потрібно враховувати при її вирощуванні, зокрема особливо для оптимізації живлення рослин, щоб у найбільш критичні фази агроценози не відчували дефіциту елементів живлення.

У американській класифікації фенологічних фаз росту та розвитку кукурудзи розрізняють вегетативні та репродуктивні стадії. Вегетативні позначаються буквою V і тривають від моменту появи сходів до викидання волотей. Репродуктивні позначаються буквою R1 і вони тривають від моменту утворення зернівок і до настання фізіологічної стиглості зерна, яка в кукурудзи проявляється так званою «чорною точкою».

За тривалістю вегетаційного періоду всі гібриди кукурудзи поділяються на п'ять груп і кожній групі присвоєне своє число ФАО. За цим показником і підбирають гібриди для тієї чи іншої зони вирощування. Ранньостиглі гібриди мають вегетаційний період 90-100 днів і ФАО 100-200, середньоранні – 105-115 днів; ФАО 201-300, середньостиглі – 115-200 днів та ФАО 301-400, середньопізні 120-130 днів – ФАО 401-500, пізньостиглі (135-140 днів – ФАО 501-600) [55].

Щодо своїх біологічних особливостей, то кукурудза – теплолюбива культура. Оптимальною температурою для проростання насіння та появи сходів є 10,0-12,0°C. Слід зазначити, що із підвищенням температурного режиму ґрунту поява сходів прискорюється. Так, наприклад за РТР 7,0-11,0°C сходи з'являються на 15-17 днів, а при температурі 12,0-15,0°C сходи з'являються вже через 10-12 днів. В той же час, за температури 14,0-15,0°C інтенсивність росту сповільнюється, а при 10°C – ріст припиняється [58].

За відношенням до вологості кукурудзу одні науковці відносять до групи вологолюбивих, а інші до посухостійких. Доведено, що рослини кукурудзи можуть тривалий час знаходитись в стані втрати тургору, проте після покращення зволоження можуть відновлювати нормальну життєдіяльність, можуть та економно витратити воду на утворення одиниці сухої речовини [55].

Встановлено, що утворення 1 кг сухої речовини кукурудза витрачає 250-400 кг води, тоді як інші культури зернової групи в рази більше – 600-800 кг. Дослідивши реакцію культури на нестачу вологості, встановлено, що найбільш критичною для кукурудзи є довготривала посуха в період до генеративної фази [58].

Дефіцит вологості в період вегетації кукурудзи спричиняє в'янення рослин, зниження асиміляційної активності, передчасне відмирання листків, порушення процесів запилення, а також формування зерна.

Джерелом вологості для кукурудзи зазвичай є атмосферні опади та вологість повітря. Крім цього значну роль у вологозабезпеченні кукурудзи відіграють запаси ґрунтової вологості [55, 58].

Не менш важливою іншою біологічною особливістю кукурудзи є її вимоги до світла. Як зазначають дослідники, кукурудза – світлолюбна культура, і активно користується світлом від початку вегетації. Слід зазначити, що на 1 га посіву кукурудзи формується 20000-50000 м² асимілюючої фотосинтетичної поверхні, на яку падає сонячне світло. Встановлено, що величина площі фотосинтезу зростає відповідно до

інтенсивності сонячного освітлення, що зумовлено з одночасним зростанням температури. Розвиток фотосинтетичної площі посіву також залежить особливостей функціонування кореневої системи. Недостатня її активність, спричинений, і як наслідок недостатнє засвоєння поживних речовин та вологи негативно відображується і на формуванні інших органів культури – як вегетативних так і генеративних [58]

Оптимальний рівень освітленості позитивно впливає на ферментну активність в рослинному організмі. Для оптимального росту та розвитку кукурудзи тривалість світлового дня для кукурудзи повинна становити 12-14 годин. Проте, оскільки кукурудза є рослиною короткого дня, то найшвидше зацвітає за його тривалості 8-9 годин. Через суттєву вимогливість до світла, в умовах надмірного загущення посівів чи їхньої забур'яненості, урожайність зерна різко знижується. Нестача світла, навіть за оптимального поєднання інших факторів, значно знижує зернову продуктивність агроценозів кукурудзи та подовжує її вегетацію [55].

Щодо ґрунтових умов, то найвищі врожаї зерна досліджувана нами культура формує на родючих ґрунтах. Оптимальне значення рН ґрунту 5,5-7,0. Непридатні для вирощування досліджуваної нами культури важкі глинисті, холодні заболочені, кислі та засолені ґрунти [58].

Кукурудза є дуже вимогливою до умов мінерального живлення. Ключову роль у формуванні її високої урожайності відіграє азот. При чому, як встановлено багаточисельними дослідженнями, нітроген має особливий вплив на початкових етапах вегетації кукурудзи. За його дефіциту сповільнюються процеси росту та розвиток рослин. Максимальне засвоєння нітрогену рослинами кукурудзи спостерігається за 2-3 тижні перед викиданням волоті [17-20].

Фосфор, на відміну від нітрогену, особливо потрібний на початку росту рослин, оскільки в цей час закладаються майбутні суцвіття – це фаза 4-6 листків. Нестача його в цей період спричиняє недостатній розвиток качанів і вони формують неправильні ряди зерен [37, 41, 42].

Оптимальне забезпечення рослин фосфором сприяє розвитку кореневої системи, покращує посухостійкість, прискорює формування качанів та досягання урожаю. Максимальне засвоєння фосфору рослинами кукурудзи співпадає із періодом формування зерна і триває фактично до настання його фізіологічної стиглості [42].

При дефіциті калію сповільнюється транспортування асимілянтів, погіршується синтетичне функціонування листя, послаблюється розвиток кореневої системи і зменшується стійкість рослин до вилягання. Калій починає інтенсивно засвоюватися рослинами кукурудзи уже з перших днів життя. До початку генеративної фази своєї вегетації рослини поглинають до 90% калію, а через деякий часпісля закінчення цвітіння, споживання його рослинами припиняється [49].

Таким чином, із наведених фактів, можна зробити висновок, що кукурудза є дуже вимогливою до умов вирощування. Однак, завдяки здатності ефективно використовувати ґрунтово-кліматичні ресурси і за умов правильного підбору гібридів із врахуванням усіх їхніх особливостей та забезпечує високу зернову продуктивність.

1.3 Роль удобрення у формуванні урожайності кукурудзи

Науковцями встановлено, що максимальні врожаї кукурудзи можна отримувати за умови внесення достатньої кількості поживних речовин. Це зумовлено тим, кукурудза на відміну від інших зернових культур використовує їх значно більше та значно інтенсивніше. Це зумовлено, перш за все, більш розтягнутим вегетаційним періодом, а також здатністю рослин засвоювати елементи живлення від початку вегетаційного періоду і аж до завершення досягання зерна [5, 9, 13, 16]

Споживання елементів живлення відбувається протягом всього життя рослин кукурудзи та закінчується із фізіологічної стиглості зерна. Саме до цього часу рослини кукурудзи вже засвоїли 90% елементів живлення.

Встановлено дослідженнями, що одна тона біомаси листків та стебел кукурудза засвоює 16–35 кг нітрогену, 7–13 – фосфору та 20– 35 кг калію [41].

Завдяки оптимізації внесення мінеральних добрив та фоліарного чи ґрунтового підживлення протягом всієї вегетації, рослин кукурудзи можуть забезпечити високу зернову продуктивність. Це зумовлено тим, що всі необхідні речовини та елементи надходять безпосередньо до стебла саме з коренів за весь період вегетації [21, 22, 26, 78-85].

Насьогоднішній день розрізняють декілька способів внесення добрив, наприклад основний, передпосівний, та підживлення [41, 76].

Слід зауважити, що як встановлено багаточисельними науковими дослідженнями, ключовими поживними елементами кукурудзи є: азот, фосфор, калій, магній, сірка, цинк, бор та мідь [6-8, 39, 44].

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи рослин, стимулює цвітіння та впливає також і на якість зерна. За його нестачі сповільнюється або навіть зовсім припиняється ріст рослин. Доведено, що найвища ефективність фосфорних та калійних доюрив спостерігається при їхньому внесенні під основний обробіток ґрунту, тим часом як нітроген – все ж таки краще вносити навесні, під час передпосівного обробітку ґрунту. Вважається, що під час сівби необхідно вносити невелику кількість добрив, оскільки на початкових етапах своєї вегетації вона повільно росте. Тому під час сівби рекомендують вносити невелику кількість даного елемента живлення лише в межах 5–8 кг на 1 гектар [61].

Слід зазначити, що нестача елементів живлення може негативно відобразитися на подальших етапах росту і розвитку кукурудзи. У зв'язку з цим потрібно згадати про нітроген, як ключовий елемент, який необхідний кукурудзі у всі фази, зокрема і період дозрівання. Саме азот має високий вплив величину виробництва зерна і вегетативної маси рослини. Дослідниками встановлено, що норма мінерального азотного живлення на 1 га поля не повинна перевищувати 125 кг. Ефективність нітрогену особливо

актуальна у період 4–6 листків. Для оптимізації азотного живлення кукурудзи також крім передпосівного практикують і позакореневе внесення азоту по– 5 кг на гектар [41].

Фізіологічна роль калію полягає в тому, що він відповідає за обмін поживних речовин у рослині. При його дефіциті рослина засихає. Завдяки даному елементу досліджувана нами культура стійка до великої кількості гнилей та здатна легше переносити нестачу вологи. Цинк та магній підвищують стійкість рослин та нівелюють різні коливання температури. Сірка, поряд із нітрогеном, сприяє синтезуванню білка в рослині. Бор та мідь відповідають за накопичення цукрів та аскорбінової кислоти [6-8, 60, 63].

Встановлено, що оптимальними дозами мінерального удобрення кукурудзи для зони Полісся та Лісостепу є: нітроген 80–140 кг д./га, фосфор 90–120 кг д./га, калій: 60–136 кг д./га; для Степу – нітроген 90–120 кг д./га, фосфор: 60–90 кг д./га, калій 20–40 кг д./га [28, 34, 50-52]

Дослідження, проведені в наукових установах, вказують на те, що найбільше засвоєння елементів живлення із ґрунту для формування максимальної зернової продуктивності та листостеблової маси зафіксовано у середньостиглих гібридів кукурудзи, а мінімальне – у середньоранніх. В той же час, застосування мінеральних добрив сприяло зростанню зазначеного показника у 1,5 рази. Слід зазначити, що найбільше посівами використовувався нітроген (44%), потім калій (30–31), а найменше – фосфор (25–26%) [54, 57, 59].

Внесення добрив – ефективний, а іноді і ключовий фактор ітенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур в цілому і кукурудзи зокрема. Доведено, що завдяки їх застосуванню не лише зростає урожайність, а й покращується якість вирощеної продукції. Завдяки добривам можна регулювати процеси обміну речовин і сприяти кращій асиміляції в рослинах життєво необхідних для людей поживних речовин. Покращення якісних показників зерна кукурудзи має бути направлене перш за все на зростання

вмісту в ньому азотовмісних речовин. Цього можна досягти покращенням нітрогенного живлення рослин [61, 65-68]

Необхідно зазначити, що потреба кукурудзи в поживних речовинах у різних агрокліматичних зонах України є різною та суттєво залежить від біотичних, абіотичних та антропогенних чинників

Характерною особливістю кукурудзи є те, що вона використовує елементи живлення протягом всього періоду вегетації – майже до настання фізіологічної стиглості зерна. Однак, слід зазначити, що рослини кукурудзи в процесі свого росту і розвитку змінюють свою потребу в макроелементах по етапах онтогенезу. Так, наприклад, найкраще їх засвоєння відмічається в період інтенсивного росту, оскільки за порівняно короткий проміжок часу відбувається стрімке наростання вегетативної маси [70, 72, 75].

У зв'язку з цим, одноразовим внесенням однієї норми добрив, неможливо оптимізувати потребу рослин у всіх необхідних мікроелементах в період вегетації. У зв'язку з цим, крім основного внесення добрив обов'язково необхідно планувати також інші способи їх внесення, а саме: інкрустацію насіння мікроелементами та позакореневі підживлення.

Збільшення валових зборів зерна кукурудзи було і залишається ключовим завданням аграрного виробництва України [33].

Враховуючи це, постає потреба не лише в збільшенні площ під кукурудзою, але й у зростанні її продуктивності. Доведено, що максимальна реалізація генетичного потенціалу високоінтенсивних гібридів кукурудзи потребує розробки таких технологічних заходів, які б враховували як ґрунтово-кліматичні умови вирощування так і біологічні особливості самих гібридів [35, 38].

Багаторічними дослідженнями виявлено, що вирощування високих, стабільних та якісних врожаїв досліджуваної культури в умовах заходу України можливо лише при застосуванні добрив. Завдяки цьому досягається за оптимальне поєднання факторів впливу на продукційні процеси кукурудзи [67-68, 73-74].

Необхідно зазначити, що основним завданням сільського господарства України є прискорене та стійке збільшення виробництва зерна. В цьому контексті провідна роль належить кукурудзі. Оскільки в групі зерових культур вона є найпродуктивнішою культурою багатопрофільного використання. Для вирішення цього завдання надважливим є оптимізація система удобрення кукурудзи, зокрема і через застосування мікродобрив [41].

Необхідно зазначити, що мікродобрива є важливим резервом зростання зернової продуктивності та якості вирощеної продукції кукурудзи. Багаточисельними дослідженнями встановлено, що найоптимальнішим способом забезпечення рослин мікроелементами є позакореневе підживлення. Роль даного технологічного заходу особливо є актуальною в період інтенсивного росту і розвитку. В цей час поживні речовини засвоюються рослиною у значних кількостях. Враховуючи той факт, що коренева система рослин не завжди може засвоїти їх у потрібній кількості, виникає необхідність додаткового їх внесення. Слід зазначити, що у несприятливих умовах (дефіцит вологи, низькі температури тощо) фоліарне підживлення – надійний спосіб забезпечення рослин мікроелементами [18, 41].

За даними багатьох наукових досліджень, тільки 25–70% елементів живлення, внесених із мінеральними добривами у ґрунт, можуть засвоюватись рослинами. Поживні речовини, що наносяться на рослину фоліарно у розчиненому стані, можуть поглинатися з ефективністю понад 80% [18].

У зв'язку з цим, останнім часом у технологіях вирощування сільськогосподарських культур все частіше приділяється увага власне фоліарному підживленню агрофітоценозів протягом вегетації рослин.

Доведено, що при вирощуванні високих та сталих врожаїв агрокультур, крім основних макроелементів (N, P, K, Ca, Mg, S), ключове значення в живленні рослин відіграють ще мікроелементи [18]. Так, пріоритетними серед них є шість – B, Mn, Cu, Zn, Co, Mo. У зв'язку з тим, що їх вміст у

рослинах і ґрунтах дуже малий (0,01–0,001% на суху речовину), вони тому і називаються мікроелементами. Позитивна дія зазначених елементів на рослини пояснюється тим, що вони приймають участь в окислювальновідновлювальних процесах органічнихсполук, покращують живлення і захист посівів від несприятливих біотичних та абіотичних факторів, активізують і підтримують надзвичайно важливі процеси фотосинтезу та азотфіксації. Крім цього, застосування мкродобрив, підвищує ефективність макродобрив, та крім цього створюється антистресовий ефект під час використання ЗЗР, збільшується кількість та якість урожаю. Збалансоване живлення, як доведено дослідженнями, забезпечує приріст врожайності на 15–20% [41].

Необхідно зазначити, що у 80-х роках минулого століття способом забезпечення рослин мікроелементами були органічні добрива. Сьогодні їх застосування дуже скоротилось через відсутність або занепад тваринницької галузі. У зв'язку з цим, на сьогодні актуальним є питання усунення дефіциту мікроелементів у ґрунті і для рослин. Основний шлях вирішення цієї проблеми – внесення мікродобрив [18].

Науковцями доведено, що зернова кукурудза дуже вимоглива до мікроелементів. Тож, їх використання (можлива навіть передпосівна обробка насіння) є обов'язковим при вирощуванні даної культури. Крім того, невідємним елементом сучасних технологій є фоліарне підживлення агроценозів упродовж вегетації. Встановлено, що в процесі онтогенезу агроценози кукурудзи засвоюють 800 г/га марганцю, 350 г/га цинку, 70 г/га бору, 50–60 г/га міді. Критичним мікроелементом для кукурудзи є цинк. Дещо менша фізіологічна роль належить бору та міді, а на лужних ґрунтах – до марганцю [41].

Таким чином, проведений огляд літературних джерел, свідчить про ключову роль удобрення у формуванні зернової продуктивності кукурудзи.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Грунтово – кліматичні умови місця проведення досліджень

Дослідження із вивчення питання впливу удобрення на формування зернової продуктивності кукурудзи проводилися на чорноземі опідзоленому у 2023 році у товаристві з обмеженою відповідальністю «Аграрна Марка» Тернопільського району Тернопільської області, яке знаходиться в Лісостепу західному [25].

Товариство з обмеженою відповідальністю «Аграрна Марка» створене у 2015 році у с. Соколів і основним напрямом діяльності господарства є вирощування польових культур.

Аналізуючи розміри землекористування товариства з обмеженою відповідальністю «Аграрна Марка» можна зробити висновок, що відмічається тенденція до збільшення розмірів землекористування господарства в сотанні роки господарювання, таблиця 2.1. Це зумовлено орендою нових земельних паїв у їх власників

Таблиця 2.1.

Розмір і структура земельних угідь господарства

Показники	Роки					
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
	площа, га			% у структурі		
Площа загального землекористування, га	250	290	310	100	100	100
в.т.ч. сільськогосподарські угіддя	250	290	310	100	100	100
рілля	250	290	310	100	100	100
багаторічні насадження	-	-	-	-	-	-
сінокоси і пасовища	-	-	-	-	-	-
Інші землі	-	-	-	-	-	-

Із наведених в таблиці 2.1 інформаційних матеріалів видно, що в структурі земельних земель ТОВ «Аграрна марка» основу становить рілля. Вона займає 100% або всю площу 310 га. Сінокоси і пасовища, а також землі несільськогосподарського призначення у господарстві відсутні.

Зважаючи на невелику площу землекористування, в господарстві присутні тільки два типи ґрунтів – чорноземи опідзолені та темно-сірі опідзолені. Із цих типів ґрунтів найбільші площі займають чорноземи – 250 га, в той же час площа темносірих опідзолених ґрунтів – 60 га. Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства

Повна назва ґрунту	Площа, га	рН ґрунту	Вміст в ґрунті			
			гумусу, %	N, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Чорноземи опідзолені	250	6,5	3,5	92	134	152
Темно-сірі опідзолені	60	6,3	3,5	89	125	142

Аналізуючи агрохімічні показники ґрунтів господарства можна зробити висновок, що вони відзначаються середніми показниками родючості. У зв'язку з цим при вирощуванні сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями необхідно використовувати органічні та мінеральні добрива.

За даними Тернопільського обласного центру гідрометеорології погодні умови 2023 року були відрізнялися від середніх багаторічних показників за кількістю опадів та температурним режимом. Безсніжна і тепла зима вплинула на хід весняно-польових робіт. Дощова погода, розпочалися з другої половини квітня і супроводжувалася одночасним похолоданням.

Травень відзначився як помірним зволоженням Весняні процеси поточного року відзначались нестійким термічним режимом з частими заморозками.

У першій і третій декаді місяця температура повітря була нижчою середньої багаторічної на $0,8-1,9^{\circ}\text{C}$. У квітні випала надмірна кількість опадів. Їх сума склала 73 мм проти багаторічної норми 41 мм.

В травні вдмічалася переважно суха погода із поривчастим вітром та короткочасними проливними дощами. Термічний режим на початку місяця (час сівби кукурудзи) був нижчим норми на $0,8^{\circ}$. В другій та третій декадах температурні значення підвищились, відхилення середньодобових температур знаходилося на рівні $+1,6-0,9^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за травень виявилась значно меншою за багаторічні показники.

Середня місячна температура повітря червня була близькою до кліматичної норми. Розподіл опадів був неоднаковим, у третій декаді випало 44 мм проти норми 28. Завдяки цьому рослини були повністю забезпечені ґрунтовою вологою.

Підвищений термічний режим у липні–серпні сприяв зменшенню тривалості міжфазних періодів розвитку рослин.

Липень відзначився теплою та дощовою погодою. Температурні показники переважно знаходились в межах багаторічних показників. Найтеплішою була середина місяця – відхилення середньодобових значень температури $+2,2^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура липня місяця становила $33,1^{\circ}\text{C}$ була зафіксована 17 липня. В решту днів температура становила $22-29^{\circ}$ тепла. Режим атмосферного зволоження був рівномірним. Стан посівів був добрий, процес цвітіння кукурудзи пройшов, в сприятливих погодних умовах.

Серпень 2023 року відзначився температурними рекордами – було сухо та спекотно. Максимальна температура повітря досягала максимальних показників в період з 26 по 29 серпня, повітря прогрівалось до $+32-36^{\circ}\text{C}$. У третій декаді серпня спостерігалось найбільше відхилення $23,2^{\circ}$ при нормі $17,4^{\circ}\text{C}$.

В першій декаді серпня з дощами випала достатня кількість опадів, яка перевищила середню багаторічну на 5 мм, це сторило сприятливі умови формуванню, наливу зерна кукурудзи. Проте, третя декада місяця відмічена значним недобором по опадах.

У вересні відмічена висока середньомісячна температура повітря. Найбільш жаркою була перша декада – різниця між фактичною температурою і багаторічною нормою склала 3,7°C, така особливість зберігалась до кінця місяця. Високий температурний режим у вересні місяці сприяв швидкому дозріванню гібридів усіх груп стиглості досліджуваної культури. В цьому місяці відмічено найменшу кількість опадів 4 мм проти 54 багаторічної. У першій декаді опадів не було.

Як уже зазначалося, дослідження із вивчення продуктивності кукурудзи на зерно в залежності від удобрення проводилися в польових умовах на темно-сірому опідзоленому ґрунті, будова ґрунтового профілю якого має наступні горизонти: [2, 53]

He /0 – 36 см. Гумусово-ілювіальний горизонт, сірого кольору, слабо структурний, грубо грудкуватий. Відзначається відсутністю включень, наявністю коренів рослин, чітким переходом до наступного горизонту.

НН₁ / 36-63 см. Гумусово-ілювіальний горизонт. Забарвлення темно-сіре, структура грудчुकувато-горіхова, щільна, видимі сліди коренів, перехід до нижніх горизонтів чіткий.

I₂ 63-115 см – ілювіальний горизонт. Забарвлення коричнево-буре, легко глинистий, структура горіхувато-призматична. Щільність висока, перехід чіткий.

Рі / 115-127 см. Слабо ілювіальний лес. Забарвлення буро-палеве, легкосуглинковий. Структура грудчुकувато-призматична, яка поступово переходить у стовпчасту, перехід чіткий.

Рк / 127-200 см. бурувато-палевий кабонатний лес.

Ґрунт дослідного поля характеризується низьким вмістом цинку, бору, молібдену, сірки, фосфору.

За агрофізичними властивостями ґрунт дослідного поля глинисто-мулистий суглинок. Вміст фізичного піску становить 10,5%, мулу – 60,5 %, глини – 29%.

В цілому ж, як свідчать результати агрохімічного обстеження ґрунтів господарства вказують на їх придатність для вирощування кукурудзи на зерно.

2.2. Методика проведення досліджень

Виходячи із мети поставлених перед собою досліджень, вирішення намічених програмою завдань здійснювалося в польовому досліді, де у 2023 році вивчалися способи удобрення кукурудзи.

Дослідження проводилися у двофакторному досліді.

Фактор А – Удобрення:

1. Контроль; 2. N₉₀P₄₈K₄₈; 3. N₁₂₀P₄₈K₄₈; 4. N₁₅₀P₄₈K₄₈;

Фактор В – позакореневе підживлення:

1. Контроль – без підживлення;
2. Найс кукурудза;
3. Найс цинк;

Дослідження проводилися над гібридом кукурудзи ЛГ 30315

ЛГ30315. ФАО 280. Середньоранній гібрид із зубовидним типом зерна. Високотолерантний гібрид до умов нестачі вологи. Відзначається стабільною урожайністю за роками вирощування. Йому притаманна швидка вологовіддача та стійкість до летючої сажки. Середня висота рослин 250 см. В качані формується 14-16 рядів, а в кожному ряду в ряду 35 насінин, маса 1000 зерен 250 г

Площа облікової ділянки 120 м², повторність триразова.

Програмою наших досліджень передбачалось вивчення впливу способів удобрення на зернову продуктивність кукурудзи. Польовий дослід

зкладали методом розщеплених ділянок, де ділянками першого порядку були способи удобрення, другого — позакореневі підживлення.

Під час проведення досліджень із кукурудзою виконувалися наступні спостереження та аналізи:

- біометричні вимірювання та фенологічні спостереження проводилися на всіх варіантах дослідів.
- визначення структури урожаю у фазі повної стиглості
- урожайність зерна кукурудзи визначалась у всіх варіантах дослідів та повтореннях
- урожайні дані обробляли методом дисперсійного аналізу.
- економічну оцінку способів удобрення кукурудзи здійснювали на основі прямих витрат з технологічних карт загальноприйнятої форми. Вартість насіння, добрив, пального взято по ринкових цінах станом на 01.11 2023 року.

2.3 Агротехніка вирощування кукурудзи в дослідях

Закладання і проведення польових досліджень, відбір рослинних і ґрунтових зразків, заплановані спостереження і вимірювання проводили у відповідності із загальноприйнятими рекомендаціями, методичними вказівками загальноприйнятих методик [23].

Слід зазначити, що відповідно до запровадженої в господарстві сівозміни кукурудзу висівали після пшениці озимої. Одразу після збирання попередника проводилося дискування стерні на глибину 6-8 см та оранка на 25-27 см. Рано весною закриття вологи та передпосівна культивуація.

Сівба кукурудзи досліджуваного нами гібриду ЛГ 30315 проводилася сівалкою Vaderstad Tempo F6. Норма висіву насіння становила 82 тис/га.

Технологія вирощування кукурудзи включала внесення фосфорно-калійних добрив під основний осінній обробіток ґрунту та азотних під культивуацію згідно розробленої схеми дослідів.

Після сівби вносився ґрунтовий гербіцид Оскар Пауер в нормі 3,0 л/га, а у фазі 3-4 листка страхові гербіциди Хаммер Дуо 0,5 л/га + Альвіус 1,0 л/га

У фазі 4-5 листка кукурудзи (за американською шкалою V4-V5) проводилися позакореневі підживлення добривами Найс кукурудза та Найс цинк.

На початку генеративної фази росту і розвитку кукурудзи – викидання волоті (VT) проводилося внесення інсектициду Кораген (хлорантраніліпрол – 200 г/л) в нормі 0,2 л/га дронами на всіх варіантах дослідів.

Збирання урожаю зерна кукурудзи проводилося у фазі повної стиглості зерна (R6).

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

3.1. Вплив удобрення на тривалість вегетації кукурудзи

Нашими дослідженнями встановлено, що способи удобрення впливали на тривалість фенологічних фаз досліджуваних гібридів кукурудзи.

У ранньостиглого гібриду ДКС 30315 (ФАО 280), вегетаційний період від появи повних сходів до настання фізіологічної стиглості зерна становив 95-110 днів залежно від варіанту удобрення, (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи залежно від способів удобрення

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Тривалість вегетаційного періоду, днів (VE-R6)
Контроль	Контроль	96±2,0
	Найс Кукурудза	96±1,5
	Найс Цинк	96±2,0
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	98±1,3
	Найс Кукурудза	101±1,2
	Найс Цинк	101±2,0
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	106±1,2
	Найс Кукурудза	107±1,2
	Найс Цинк	107±1,0
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	108±1,5
	Найс Кукурудза	111±1,3
	Найс Цинк	111±1,2

Серед досліджуваних варіантів досліду найкоротшим вегетаційним періодом гібриду ЛГ 30315 відзначився контрольний варіант без добрив – 96

днів. Аналогічні результати отримано і на варіантах позакореневого підживлення

Ключову роль у подовженні вегетації кукурудзи досліджуваного гібриду відіграли азотні добрива. Залежно від норми їх внесення та форми нітрогену вегетаційний період становив 98-111 днів. При внесенні мінімальної норми азоту (90 кг/га д.р.) тривалість вегетації досліджуваного гібриду становила 99-101 днів і різниці між позакореновими підживленнями не відмічено.

Підвищення норми внесення нітрогену до 120 кг/га спричинило подовження періоду VE-R6 на 6 днів і він становив 106 днів без позакореневого підживлення та 107 днів із його проведенням.

Зростання кількості внесеного азоту до 150 кг/га спричинило подовження періоду її вегетації до 108-111 днів. Так, на контролі без позакореневого підживлення вегетація кукурудзи тривала 108 днів, а на варіантах із внесенням Найс Цинк та Найс Кукурудза – 111 днів.

Характерною особливістю вегетаційного періоду кукурудзи було те, що основний вплив створювали азотні добрива, тоді як позакореневі підживлення фактично не впливали на тривалість періоду VE-R6

3.2 Висота рослин кукурудзи залежно від удобрення

При вирощуванні сільськогосподарських культур одним із ключових факторів підвищення їх продуктивності є збалансоване їх живлення. Добрива, як органічні так і мінеральні – чи не найефективніше джерело поповнення поживних речовин у ґрунті. Багаточисельними дослідженнями науковців встановлено, що покращення забезпечення поживними речовинами шляхом внесення мінеральних добрив підвищує зернову продуктивність посівів та нарощування зеленої маси. Це відбувається завдяки інтенсивному формуванню фотосинтетично-активної листової поверхні та лінійного росту стебла. Завдяки цьому росини кукурудзи краще

використовують вологу з ґрунту і як наслідок формується кращий урожай [32, 47, 56].

Слід зазначити, що як доведено вченими-аграріями, при застосуванні добрив на ранніх стадіях вегетації кукурудзи відмінності у лінійних розмірах рослини незначні. Проте, у фенологічну фазу цвітіння волоті відмічається суттєве збільшення лінійних розмірів рослин та висоти прикріплення качана [28, 45, 69].

Нашими дослідженнями встановлено, що азотні добрива, які вносилися в досліді впливали на лінійні розміри рослин кукурудзи протягом всього вегетаційного періоду.

На початку вегетації нами не було виявлено суттєвого впливу внесених азотних добрив, (табл. 3.2)

Таблиця 3.2

Висота рослин кукурудзи залежно від удобрення, см

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Фенологічні фази			
		V3	V8	VT	R6
Контроль	Контроль	5,96±0,6	82,3±1,5	230,4±1,2	231,4±1,3
	Найс Кукурудза	5,99±0,2	83,1±1,0	231,7±1,4	232,7±1,1
	Найс Цинк	5,98±0,5	83,6±1,2	232,2±1,2	234,2±0,2
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	6,06±0,6	86,1±1,2	235,1±1,6	236,1±0,6
	Найс Кукурудза	6,03±0,2	86,7±1,5	237,0±1,1	239,0±1,2
	Найс Цинк	6,09±0,5	86,9±1,0	238,2±1,1	240,2±1,1
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	6,18±0,6	88,6±1,2	242,1±1,3	244,1±1,0
	Найс Кукурудза	6,22±0,2	89,3±1,5	244,5±1,5	246,5±0,5
	Найс Цинк	6,22±0,5	89,6±1,0	245,2±1,6	247,2±0,6
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	6,29±0,6	89,6±1,2	265,0±1,4	268,0±1,5
	Найс Кукурудза	6,32±0,2	90,1±1,0	266,3±1,4	269,3±2,4
	Найс Цинк	6,32±0,5	90,6±1,2	268,5±1,0	270,5±1,2

Так, у фазу V3 висота рослин становила 5,96-6,32 см залежно від норм та форм внесених азотних добрив і значного впливу досліджуваного фактора

на лінійні розміри рослин кукурудзи виявлено не було. Вважається, що до фази трьох листків, рослини кукурудзи розвиваються за рахунок запасних поживних речовин які містяться у насініні і тільки пізніше зазначеної фази рослини переходять на автотрофне живлення. Цим і пояснюється відсутність різниці між варіантами дослід у фазу V3.

Після появи третього листка у рослин кукурудзи починає інтенсивно розвиватися коренева система і вона починає поглинати самостійно поживні речовини. У цей період уже проявився вплив внесених мінеральних добрив на лінійний ріст рослин.

Найбільшою висотою рослин у фазі V8 відзначилися варіанти, на яких було внесено 150 кг/га д.р. азоту та проведено позакореневе підживлення мікродобривами Найс Цинк та Найс Кукурудза – 89,6-90,6 см. Різниці між варіантами позакореневого підживлення при цьому відмічено не було.

Зменшення норми внесення мінерального азоту зумовило зниження висоти рослин. Так, при застосуванні 120 кг/га мінерального нітрогену лінійні розміри рослин кукурудзи становили 88,6-89,6 см. Достовірної різниці між варіантами позакореневого підживлення не виявлено, проте між контролем та досліджуваними препаратами вона була.

Подальше зменшення норми внесення азоту спричинило зменшення лінійних розмірів рослин досліджуваної культури, які становили при цьому 84,1-86,9 см. Відмічено достовірне збільшення висоти рослин від застосування позакорневих підживлень. Проте між досліджуваними препаратами Найс Цинк та Найс Кукурудза її не було.

Найменша висота рослин кукурудзи спостерігалася на контролі без добрив – 82,3-83,6 см. Слід відмітити, що на зазначеному варіанті дослід не спостерігалася достовірної різниці біометричних показників на варіатах позакореневого підживлення та без його проведення.

Вважається, що висота рослин кукурудзи найбільше зростає до фази викидання волотей, а потім темпи лінійного росту суттєво сповільнюються. Нами встановлено, що найбільшою висотою рослин у фазі VE відзначилися

варіанти, на яких було внесено 150 кг/га д.р. азоту та проведено позакореневе підживлення мікродобривами Найс Цинк та Найс Кукурудза – 265,0-269,5 см. Встановлено достовірну статистично доведену різницю між варіантами позакореневого підживлення.

Як і у попередній фенологічній фазі, спостерігається закономірність, при якій зменшення норми внесення мінерального азоту зумовило зниження висоти рослин. Так, при застосуванні 120 кг/га мінерального нітрогену лінійні розміри рослин кукурудзи становили 242,1-246,2 см. Виявлено достовірну різницю між варіантами позакореневого підживлення та контрольним варіантом.

Подальше зменшення норми внесення азоту спричинило зменшення лінійних розмірів рослин досліджуваної культури, які становили на варіанті внесення 90 кг/га д.р. нітрогену 235,1-239,2 см. Відмічено достовірне збільшення висоти рослин від застосування позакорневих підживлень та між досліджуваними препаратами Найс Цинк та Найс Кукурудза.

Найменша висота рослин кукурудзи спостерігалася на контролі без добрив – 230,4-232,2 см. Слід відмітити, що на зазначеному варіанті досліду не спостерігалася достовірної різниці біометричних показників на варіантах позакореневого підживлення та без його проведення.

Нашими дослідженнями підтверджена думка багатьох науковців, про те, що після викидання волотей темпи лінійного росту рослин кукурудзи суттєво сповільнюються. Нами встановлено, що найбільшою висотою рослин у фазі R6 відзначилися варіанти, на яких було внесено 150 кг/га д.р. азоту та проведено позакореневе підживлення мікродобривами Найс Цинк та Найс Кукурудза – 268,0-270,5 см. Не встановлено достовірної статистично доведеної різниці між варіантами позакореневого підживлення.

Спостерігається закономірність, при якій зменшення норми внесення мінерального азоту зумовило зниження висоти рослин. Так, при застосуванні 120 кг/га мінерального нітрогену лінійні розміри рослин кукурудзи

становили 244,1-247,2 см. Виявлено достовірну різницю між варіантами позакореневого підживлення та контрольним варіантом.

Як і в попередній фенологічній фазі, спостерігається подальше зменшення лінійних розмірів рослин досліджуваної культури із зменшенням норми внесення азоту. Так, на варіанті внесення 90 кг/га д.р. нітрогену висота досліджуваної культури становила 236,1-240,2 см. Відмічено достовірне збільшення висоти рослин від застосування позакорневих підживлень, проте та між досліджуваними препаратами Найс Цинк та Найс Кукурудза.

Найменша висота рослин кукурудзи спостерігалася на контролі без добрив – 233,4-234,2 см. Слід відмітити, що на зазначеному варіанті досліду не спостерігалася достовірної різниці біометричних показників на варіатах позакореневого підживлення та без його проведення.

Використовуючи метод кореляційно-регресійного аналізу нами виявлено залежності висоти рослин кукурудзи від кількості внесених азотних добрив, (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Кореляційні зв'язки та рівняння регресії між нормою внесення азотних добрив та висотою рослин кукурудзи

Удобрення	Фенологічні фази	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції (r)	Ймовірність нульової гіпотези (p)
Контроль	V3	$Y=64,31+0,0780*X$	0,2624	0,3125
	V8	$Y=65,99+0,0697*X$	0,9552	0,0020
	VT	$Y=63,66+0,9559*X$	0,9159	0,0010
	R6	$Y=62,61+0,8554*X$	0,9329	0,0015
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	V3	$Y=74,37+0,095*X$	0,3153	0,3295
	V8	$Y=71,84+0,054*X$	0,9273	0,0115
	VT	$Y=70,81+0,0607*X$	0,9036	0,0201
	R6	$Y=72,51+0,0629*X$	0,8036	0,0221
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	V3	$Y=70,61+0,0697*X$	0,4860	0,2246
	V8	$Y=64,79+0,0923*X$	0,9522	0,0024
	VT	$Y=70,14+0,054*X$	0,9047	0,0108
	R6	$Y=66,79+0,0133*X$	0,9112	0,0020
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	V3	$Y=76,61+0,0567*X$	0,4060	0,2146
	V8	$Y=66,89+0,0063*X$	0,9022	0,0021
	VT	$Y=70,04+0,1554*X$	0,9247	0,0128
	R6	$Y=68,79+0,2433*X$	0,8112	0,0420

Встановлено, що на всіх варіантах удобрення існує пряма кореляційна залежність між кількістю внесеного азоту та висотою рослин у всі фази росту і розвитку, за винятком V3. Коефіцієнти кореляції на всіх варіантах досліджу знаходяться вище рівня 0,7. Рівняння регресії достовірно описують зазначені залежності, оскільки ймовірність нульової гіпотези (p) менше 0,05.

Важливим показником для кукурудзи є висота прикріплення качана. Водночас встановлено особливості впливу мінеральних азотних добрив на висоту прикріплення нижнього качана кукурудзи. Важливо зазначити, що висота прикріплення качана змінювалася відповідно до лінійних розмірів рослин (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Висота прикріплення качана кукурудзи залежно від удобрення, см

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Висота прикріплення качана, см
Контроль	Контроль	114,2±0,9
	Найс Кукурудза	116,3±1,0
	Найс Цинк	116,5±1,1
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	116,5±0,6
	Найс Кукурудза	118,6±0,9
	Найс Цинк	119,1±1,2
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	118,9±1,1
	Найс Кукурудза	120,5±1,3
	Найс Цинк	122,3±0,3
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	119,3±0,6
	Найс Кукурудза	121,1±0,9
	Найс Цинк	123,9±1,0

Порівняльна оцінка норм внесення мінерального азоту вказує на те, що зростання її кількості зумовлює збільшення відстані від поверхні ґрунту до місця прикріплення качана. Так, найвищою вона була при внесенні

максимальних норм азоту – 150 кг/га д.р. і становила 119,3-123,9 см залежно від позакорневих підживлень. Встановлено достовірну різницю між варіантами позакореневого підживлення.

Зменшення норми застосування азоту висота кріплення качана закономірно зменшувалася і становила 118,9-122,3 см при внесенні 120 кг/га д.р. нітрогену, 116,5-119,1 см на варіанті із 90 кг/га д.р. і 115,2-116,5 см на контрольному варіанті залежно від позакорневих підживлень

Слід зазначити, що на контрольному варіанті без добрив не встановлено достовірної різниці між позакорневими підживленнями. В той же час на варіантах внесення мінерального азоту така відмінність була встановлена.

3.3 Динаміка формування фотосинтетично-активної поверхні посівів залежно від удобрення

Фотосинтетична продуктивність листя залежить від фенологічної фази вегетації та умов вирощування. Найпродуктивніша діяльність листків кукурудзи спостерігається у період цвітіння – викидання волотей та наливу зерна. Неприятливі метеорологічні умови (особливо засуха) негативно позначаються на асиміляції органічних речовин. Оптимальне забезпечення посівів елементами живлення в критичні фази інтенсивного засвоєння їх посівами, є передумовою реалізації генетичного потенціалу кукурудзи та отримання високоякісної продукції [28, 45, 69].

Слід зазначити, що кукурудза належить до культур інтенсивного типу і для вирощування високих врожаїв, окрім макроелементів, потрібно додатково вносити мікроелементи (S, Ca, Mg, Zn). Саме магній і цинк забезпечують стійкість рослин до несприятливих абіотичних чинників, впливають на урожайність, виповненість качана і кількість зерен в ньому, а також на якісні показники продукції. Завдяки сірці формуються складні сполуки з органічними речовинами – протеїнами, вуглеводами та жирами.

Застосування азоту та сірки, завдяки синергізму, взаємодоповнює ефективність один одного, а нестача останньої блокує засвоєння нітрогену. Mg відповідає за синтез хлорофілу та підвищення фотосинтетичної діяльності листкового апарату, завдяки покращеному засвоєнню поживних речовин з ґрунту. Нестачу магнію можна компенсувати внесенням добрив з його наявністю [18].

Zn – це один із ключових мікроелементів у системі живлення кукурудзи. Він покращує засвоєння фосфору, що надважливо у початковий період вегетації культури у весняний період за низьких температур. Крім цього він є активатором ферментів, впливаючи на фотосинтез, обмін білків. Ознака його нестачі – поява фіолетового забарвлення на листках. Позакореневе підживлення цинком по листу забезпечує синтез амінокислот, сприяє синтезу цукрів і крохмалю, азотовмісних речовин, надаючи рослинам стресостійкості [41].

B – це елемент, який відповідає за формування фітогормонів і білкові процеси у рослинах, утворення репродуктивних органів [41].

Фотосинтетична діяльність листової поверхні гібридів кукурудзи є найважливішим процесом, від якого в значній мірі залежить функціонування рослин та їх продуктивність. Найкращі умови для отримання високопродуктивних посівів польових культур створюються в тому разі, якщо площа фотосинтетично-активної листової поверхні посіву перевищує площу поля в 4–6 разів. При збільшенні норм добрив азотних добрив урожай зерна кукурудзи збільшується. Між розміром фотосинтетично-активної поверхні та величиною урожаю існує певна залежність [28, 45, 69].

Завдяки внесенню добрив можна збільшити як розмір, так і продуктивність фотосинтетично-активної поверхні рослин. Застосування нітратних добрив своєю чергою збільшує площу поверхні фотосинтезу і фотосинтетичного потенціалу посівів досліджуваної культури.

Позитивна дія азотних добрив на інтенсивність формування листового апарату рослин кукурудзи позначилася на розмірах площі листової

поверхні. Збільшення площі фотосинтетично-активної поверхні рослин під впливом добрив відмічалось ще до початку появи волотей, причому її величина залежала від норми азотних добрив [28, 45, 69].

Нашими дослідженнями встановлено, що внесені добрива позитивно впливали на площу листової поверхні посівів кукурудзи, забезпечуючи її зростання. Максимальних розмірів листкова поверхня досягла в період викидання волотей, (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Площа листової поверхні кукурудзи залежно від удобрення, тис. м²/га

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Фенологічні фази			
		V3	V8	VT	R4
Контроль	Контроль	0,46	11,2	34,5	33,2
	Найс Кукурудза	0,47	12,9	36,2	33,5
	Найс Цинк	0,46	13,2	36,5	33,9
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	0,53	15,4	35,9	34,6
	Найс Кукурудза	0,53	16,1	37,2	36,0
	Найс Цинк	0,54	16,5	37,6	36,2
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	0,55	16,9	36,8	35,1
	Найс Кукурудза	0,56	17,6	38,6	37,8
	Найс Цинк	0,56	18,0	39,5	38,2
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	0,58	17,4	37,4	36,0
	Найс Кукурудза	0,58	18,0	39,1	38,0
	Найс Цинк	0,59	18,9	39,9	38,5

У фазу трьох розвинутих листків (V3), не зафіксовано суттєвих відмінностей між досліджуваними варіантами удобрення і площа листової поверхні становила 0,46-0,59 тис. м²/га залежно від удобрення.

На час проведення спостережень та обліків у фазі восьми листків уже відмічено вплив досліджуваних технологічних заходів вирощування на площу листової поверхні кукурудзи. Так на контролі без добрив сумарна площа листків на 1 га становила 11,2-13,2 тис. м²/га залежно від фоліарного

підживлення. Найменшою вона була без підживлень, в той же час між досліджуваними препаратами різниці не було.

Застосування мінеральних добрив позитивно позначилося на проходженні процесів формування фотосинтетично-активної листової поверхні. При застосуванні 90 кг/га д.р. азоту вона становила 15,4-16,5 тис. м²/га, при внесенні 120 кг/га д.р. азоту – 16,9-18,0 тис. м²/га і на варіанті із 150 кг/га д.р. нітрогену – 17,4-18,9 тис. м²/га.

Нашими дослідженнями встановлено, що між варіантами азотного живлення існує достовірна різниця, так само як і між контролем та позакореневим підживленням. В той же час, не встановлено достовірної різниці між досліджуваними препаратами фоліарного внесення.

Максимальна площа листової поверхні посівів кукурудзи відмічена при внесенні 150 кг/га д.р. нітрогену і становила 17,4-18,9 тис. м²/га. Між досліджуваними препаратами Найс Цинк та Найс Кукурудза достовірної різниці виявлено не було.

Найбільша площа листової поверхні посівів кукурудзи була відмічена у фазі викидання волотей 34,5-39,9 тис. м²/га.

Характерною особливістю формування площі листків було те, що на контрольному варіанті та при внесенні невисоких норм мінеральних добрив вона закономірно зростала. В той же час, при застосуванні 150 кг/га д.р. азоту на фоні посушливих умов другої половини вегетаційного періоду спостерігалось її зменшення.

Так, на контролі без добрив у фазу VT на 1 га сформувалося 34,5-36,2 тис. м² листків, при внесенні 90 кг/га д.р. нітрогену зазначений показник ставив 35,9-37,6 тис. м². Аналогічна тенденція відмічена і при застосуванні 120 кг/га нітрогену – 37,4-39,9 тис. м²/га. Проте, збільшення норми азоту до 150 кг/га негативно позначилося на площі листків, зумовивши тенденцію до її зменшення і вона при цьому становила 36,8-39,5 тис. м²/га.

Слід відмітити, що між досліджуваними препаратами фоліарного внесення достовірної різниці не виявлено. В той же час між контрольним варіантом та позакореневим підживленням вона була.

Репродуктивна фаза росту і розвитку кукурудзи спричинила зменшення площі її листової поверхні. Так, у фазу молочно-воскової стиглості на 1 га посівів кукурудзи нараховувалося 33,2-33,9 тис. м²/га листків на контролі без добрив, 34,6-36,2 тис. м²/га при внесенні 90 кг/га д.р. азоту, 36,0-38,5 тис. м²/га при застосуванні 120 кг/га нітрогену та 35,1-38,2 тис. м²/га із внесенням 150 кг/га азоту.

3.4. Вміст хлорофілу в листках кукурудзи

Фотосинтетично-активна листова поверхня – це одна із ключових ознак біологічних особливостей, цінна у розвитку та формуванні зернової продуктивності рослин кукурудзи [18].

Зазначений біометричний показник є одним із головних критеріїв, які описують можливість культури засвоювати активну радіацію і асимілювати органічну речовину. Листкова поверхня рослин – це головний орган, який забезпечує умови для проходження процесу асиміляції органічних речовин. В листках містяться спеціальні утворення – хлоропласти, як становлять понад 1/4 маси листка. У хлоропластах вищих рослин містяться два види хлорофілу “а” і хлорофіл “b”.

Крім хлорофілу в листках містяться також інші пігменти – каротиноїди. Хлорофіл і каротиноїди – ключові компоненти фотосинтетичного апарату листя. За своєю природою хлорофіл є складним ефіром дикарбонової кислоти. Ключове місце у молекулі хлорофілу займає Mg.

Вміст хлорофілу в листках рослин значною мірою залежить від макро- і мікроелементів. Так зокрема, азот та магній – безпосередньо містяться в ньому. Інші мікроелементи впливають на процес хлорофілоутворення опосередковано, зокрема через регулятивні функції. Фізіологічна роль

мікроелементів відіграє важливу роль у біохімічних процесах, які проходять в клітинах рослин. Вони приймають участь у окислювальновідновлюваних процесах та включені до складу ферментів, вітамінів. Більшість із поживних елементів підвищує вміст хлорофілу в листках і, таким чином, покращує функціонування асиміляційної поверхні рослин. Із загального вмісту рослинних пігментів найбільшу частину займає хлорофіл “а”. Оскільки саме він міститься в основі у пігментної системи [18, 41, 71]. Нашими дослідженнями встановлено, що способи удобрення впливали на пігментний склад рослин кукурудзи, (табл. 3.6)

Таблиця 3.5

**Пігментний склад рослин кукурудзи залежно від удобрення,
тис. м²/га**

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Фенологічні фази		
		Хлорофіл “а”	Хлорофіл “b”	Сума “а і b”
Контроль	Контроль	17,2	2,8	20,0
	Найс Кукурудза	17,8	3,2	21,0
	Найс Цинк	18,3	3,3	21,6
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	18,9	3,0	21,9
	Найс Кукурудза	19,5	3,5	23,0
	Найс Цинк	19,8	3,6	23,4
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	19,3	3,5	22,8
	Найс Кукурудза	19,9	3,8	23,7
	Найс Цинк	20,1	3,9	24,0
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	20,7	3,8	24,5
	Найс Кукурудза	21,1	4,0	25,1
	Найс Цинк	21,5	4,0	25,5

Нашими дослідженнями встановлено, що мінеральні добрива та позакореневі підживлення позитивно впливали на вміст хлорофілу в листках. Так, на варіанті із внесенням 90 кг/га д.р. азоту вміст хлорофілу “а” становив 18,9-19,8 мг, із 120 кг/га нітрогену – 19,3-20,1 мг і при 150 кг/га – 20,7-21,5 мг.

По вмісту хлорофілу "б" ситуація виглядає аналогічною. На контролі без добрив його концентрація становила 2,8-3,3 мг, при внесенні 90 кг/га азоту – 3,0-3,6 мг. Подальше зростання норми нітрогену спричинило відповідне зростання накопичення вмісту хлорофілу, якого при застосуванні 120 кг/га азоту містилося в листках 3,5-3,9 мг, а при 150 кг/га – 3,8-4,0 мг.

Позакореневе підживлення фоліарними добривами Найс Цинк та Найс Кукурудза сприяли зростанню вмісту хлорофілу в листках.

РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ

4.1. Структура врожаю кукурудзи залежно від удобрення

Ключові елементи структури врожаю кукурудзи утворюються залежно від багатьох чинників, провідна роль серед яких належить технологічним заходам вирощування, поряд з кліматичними та добором гібридів [22, 28, 38].

Дослідженнями багатьох вчених кукурудзководів встановлено, що внесенням добрив можна впливати на формування елементів структури урожаю і таким чином регулювати його величину [77].

Елементи структури урожаю – невід’ємна складова продуктивності агроценозів сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи. Слід зазначити, що вплив будь-якого технологічного заходу спочатку відображається на цих показниках, а потім уже через них транслюється на саму урожайність [22, 23, 28, 38].

Слід зазначити, що окремі елементи структури урожаю більше зазнають впливу технологічних заходів, інші ж – реагують менше

Надзвичайно важливим резервом зростання урожайності посівів кукурудзи є зростання безросередньо індивідуальної продуктивності рослин у агроценозі під впливом технологічних заходів вирощування. Генерування високопродуктивних агроценозів кукурудзи здійснюється шляхом управління процесами реалізації генетично зумовленого потенціалу урожаност задля зменшення розриву між показниками потенційної та реальної урожайністю [22, 38].

Науковцями встановлено, що такий важливий показник як кількість рядів зерен у качані, є більш генетично обумовленою характерною властивістю гібридів. Проте її можна максимально розвивати впливаючи на посіви кукурудзи технологічними заходами вирощування [28, 38].

Аналіз структури урожаю у нашому досліді, при застосування різних способів удобрення, дозволив встановити ефективність їх впливу на величину показників елементів структури врожаю кукурудзи (табл. 4.1).

У досліджуваного гібриду кукурудзи кількість рядів в качані становила 14-16 шт, залежно від варіанту удобрення. На контрольному варіанті вона становила 14 шт, а за внесення азотних добрив – 16. Слід відмітити, що норми азотних добрив та позакореневі підживлення не впливали на кількість рядів в качані і на зазначених варіантах вона була одаковою.

Таблиця 4.1

Структура урожаю кукурудзи залежно від удобрення

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Елементи структури урожаю		
		Кількість рядів в качані, шт	Кількість зерен в ряду, шт	Маса 1000 насінин, г
Контроль	Контроль	14	23	266
	Найс Кукурудза	14	25	272
	Найс Цинк	14	25	269
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	16	30	290
	Найс Кукурудза	16	32	303
	Найс Цинк	16	33	295
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	16	32	311
	Найс Кукурудза	16	34	320
	Найс Цинк	16	34	315
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	16	33	306
	Найс Кукурудза	16	35	312
	Найс Цинк	16	35	308

Кількість зерен в ряду становила 23-35 залежно від варіанту досліді.

Найменшим зазначений показник був на контрольному варіанті без добрив – 23 шт. Проведення позакореневого підживлення в незнаній мірі вплинули на кількість зерен в ряду і вона становила 25 шт.

Внесення мінерального нітрогену суттєво вплинуло на кількість зерен в ряду. При застосуванні 90 кг/га д.р. азоту кількість зерен в ряду становила

30-33 шт, при 120 кг/га д.р. – 32-34 шт, при 150 кг/га д.р. – відповідно 33-35 шт.

Позакореневі підживлення фоліарними добривами Найс Цинк та Найс Кукурудза сприяли зростанню кількості зерен в ряду на 2 шт.

Найбільший вплив способи удобрення кукурудзи створювали на масу 1000 насінин. Залежно від варіанту дослідів вона становила 266-312 шт.

На контрольному варіанті без добрив, зазначений показник був найменшим і становив 266-272 г. Внесення азотних добрив позитивно позначилося на величині насіння. Так, застосування 90 кг/га д.р. нітрогену сприяло формуванню зерна кукурудзи із масою 1000 насінин 290-303 г.

На варіанті із застосуванням 120 кг/га д.р. азоту зазначений показник знаходився на рівні 311-320 г. Подальше зростання азотного живлення в умовах посушливої другої половини вегетації кукурудзи негативно вплинуло на масу 1000 насінин, спричинивши її зменшення. На зазначеному варіанті дослідів 1000 зерен кукурудзи візначилися масою 306-312 г.

Позакореневі підживлення добривами Найс Цинк та Найс Кукурудза сприяли зростанню маси 1000 насінин на 2-9 г залежно від варіанту дослідів. Серед досліджуваних добрив фоліарного внесення кращим виялося використання Найс Кукурудза, яке забезпечило краще збільшення маси 1000 насінин.

В цілому, ж серед варіантів дослідів, найвища маса 1000 насінин відмічена на варіанті із внесенням $N_{120}P_{48}K_{48}$ та позакореневим підживленням фоліарним добривом Найс Кукурудза

4.2. Урожайність зерна кукурудзи залежно від способів удобрення

Характерною особливістю кукурудзи є те, що, на відміну від інших зернових культур, вимагає посиленого мінерального живлення. Це зумовлено перш за все значно довшим її вегетаційним періодом та можливістю рослин

засвоювати елементи живлення майже до самої фізіологічної стиглості зерна [28].

Слід зазначити, що як повідомляють аграрії-кукурудзіводи, потреба кукурудзи в основних поживних речовинах, за зонами вирощування в Україні, є неоднаковою та дуже тісно корелює із ґрунтовими та погодними умовами, прийомами технології та ряду інших чинників. Проте, єдиною думкою всіх є те, що найкраще кукурудза реагує на внесення нітрогену [80].

Саме нітроген, серед інших елементів мінерального живлення рослин, посідає ключове місце у формуванні кукурудзи. В той же час споживання та ефективність мінерального азоту значною мірою визначається погодними умовами [81].

Нашими дослідженнями встановлено, що рівень урожайності кукурудзи залежав від досліджуваних факторів, (табл. 4.2)

Таблиця 4.2

Урожайність зерна кукурудзи залежно від удобрення, т/га

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Вихід зерна з 1 га, т
Контроль	Контроль	6,85
	Найс Кукурудза	7,62
	Найс Цинк	7,53
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	11,1
	Найс Кукурудза	11,9
	Найс Цинк	12,1
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	13,1
	Найс Кукурудза	13,8
	Найс Цинк	14,0
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	12,5
	Найс Кукурудза	13,2
	Найс Цинк	13,3
NIP ₀₅ , т/га		0,22

Найнижчі показники урожаю кукурудзи в нашому досліді відмічено на контрольному варіанті 6,85-7,62 т/га. Абсолютний контроль забезпечив зернову продуктивність кукурудзи на рівні 6,85 т/га, а варіанти із позакореневим підживленням Найс Кукурудза та Найс Цинк – відповідно 7,62 та 7,53 т/га. Встановлено, що між абсолютним контролем та позакореневими підживленнями існує достовірна різниця, а між варіантами фоліарного внесення її немає.

Внесення азотних добрив в нормі 90 кг/га д.р. позитивно позначилося на урожайності досліджуваної культури. Її зернова продуктивність при цьому становила 11,1-12,1 т/га. Варіант без позакорневих підживлень забезпечив урожайність кукурудзи на рівні 11,1 т/га, а варіанти із позакореневим підживленням Найс Кукурудза та Найс Цинк – відповідно 11,9 та 12,1 т/га. Встановлено, що між контролем та позакореневими підживленнями існує достовірна різниця, а між варіантами фоліарного внесення її немає.

Найвища урожайність кукурудзи, серед досліджуваних варіантів удобрення, зафіксована при внесенні 120 кг/га д.р. нітрогену – 13,1-14,0 т/га. При чому, без позакореневого підживлення урожайність досліджуваної культури становила 13,1 т/га, а застосування фоліарних добрив Найс Цинк та Найс Кукурудза забезпечили зростання продуктивності кукурудзи до 13,8 та 14,0 т/га відповідно.

Подальше збільшення норми внесення мінеральних добрив в умовах дефіциту вологи 2023 року негативно позначилося на зерновій продуктивності кукурудзи спричинивши зниження її урожайності до рівня 12,5-13,3 т/га. На варіанті без позакореневого підживлення урожайність досліджуваної культури становила 12,5 т/га, а застосування фоліарних добрив Найс Цинк та Найс Кукурудза забезпечили зростання продуктивності кукурудзи до 13,2 та 13,3 т/га відповідно. Встановлено, що між контролем та позакореневими підживленнями існує достовірна різниця, а між варіантами фоліарного внесення її немає.

4.3. Якісні показники урожаю кукурудзи

Зерно кукурудзи має багатогранне призначення, оскільки його використовують для виробництва спирту, годівлі тварин та харчових цілей. Відповідно до цього змінюються переваги тих чи інших елементів живлення у хімічному складі. Проте, найбільшу частину в хімічному складі зерна займають вуглеводи, вміст яких в зерні може становити 75–80% та значною мірою залежить від генетичних особливостей гібриду і мінерального живлення [30, 31, 46, 48].

Нашими дослідженнями встановлено особливості формування хімічного складу зерна кукурудзи залежно від технологічних заходів вирощування, (табл. 4.3).

Вміст протеїну залежно від варіанту досліду знаходився на рівні 10,3-12,7%.

Таблиця 4.1

Хімічний склад зерна кукурудзи залежно від удобрення, %

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакореневе підживлення	Показники		
		протеїн	жир	крохмаль
Контроль	Контроль	10,3	3,51	64,2
	Найс Кукурудза	10,8	3,72	64,8
	Найс Цинк	10,6	3,73	65,1
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	11,2	3,82	63,7
	Найс Кукурудза	11,6	3,93	64,2
	Найс Цинк	11,5	3,95	64,6
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈ ;	Контроль	12,0	3,89	63,2
	Найс Кукурудза	12,5	3,94	63,5
	Найс Цинк	12,7	3,97	63,8
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	11,9	3,75	62,4
	Найс Кукурудза	12,3	3,78	62,9
	Найс Цинк	12,4	3,80	63,1

Найменшим він був на контролі без добрив – 10,3-10,8%. При чому, абсолютний контроль забезпечив його вміст на рівні 10,3%, а позакореневі підживлення Найс Цинк та Найс Кукурудза – відповідно 10,8 та 10,6%.

Внесення азотних добрив в нормі 90 кг/га д.р. позитивно позначилося на вмісті протеїну в зерні досліджуваної культури, зумовивши його зростання до 11,2-11,6%. Варіант без позакореневих підживлень відзначився вмістом протеїну на рівні 11,2%, а варіанти із позакореневим підживленням Найс Кукурудза та Найс Цинк – відповідно 11,6 та 11,5 %.

Найвищий вміст протеїну в зерні кукурудзи, серед досліджуваних варіантів удобрення, зафіксовано при внесенні 120 кг/га д.р. нітрогену – 12,0-12,7 %. При чому, без позакореневого підживлення його містилося 12,0%, а застосування фоліарних добрив Найс Цинк та Найс Кукурудза забезпечили зростання до 12,5 та 12,7 % відповідно.

Подальше збільшення норми внесення мінеральних добрив в умовах дефіциту вологи 2023 року негативно позначилося на вмісті протеїну в зерні кукурудзи спричинивши його зниження до рівня 11,9-12,4%. На варіанті без позакореневого підживлення вміст протеїну в зерні досліджуваної культури становив 11,9%, а застосування фоліарних добрив Найс Цинк та Найс Кукурудза забезпечили зростання його вмісту до 12,3 та 12,4% відповідно. Встановлено, що між контролем та позакореневими підживленнями існує достовірна різниця, а між варіантами фоліарного внесення її немає.

Досліджувані способи удобрення кукурудзи по рзному впливали на накопичення жиру в зерні. Його вміст залежно від варіанту досліду знаходився на рівні 3,51-3,97%.

Найменшим він був на контролі без добрив – 3,51-3,73%. При чому, абсолютний контроль забезпечив його вміст на рівні 3,51%, а позакореневі підживлення Найс Цинк та Найс Кукурудза – відповідно 3,72 та 3,73%.

Внесення азотних добрив в нормі 90 кг/га д.р. позитивно позначилося на вмісті жиру в зерні досліджуваної культури, зумовивши його зростання до 3,82-3,95% залежно від позакореневих підживлень.

Найвищий вміст жиру в зерні кукурудзи, серед досліджуваних варіантів удобрення, зафіксовано при внесенні 120 кг/га д.р. нітрогену – 3,89-3,97 %. При чому, без позакореневого підживлення його містилося 3,89%, а застосування фоліарних добрив Найс Цинк та Найс Кукурудза забезпечили зростання до 3,94 та 3,97 % відповідно.

Подальше зростання норми внесення мінеральних добрив негативно позначилося на вмісті жиру в зерні кукурудзи спричинивши його зниження до рівня 3,75-3,80% залежно відудобрення.

Ключовим елементом хімічного складу зерна кукурудзи є крохмаль і його вміст в нашому досліді становив 62,4-65,1 залежно від способу удобрення. Встановлено, що між вмістом протеїну та вмістом крохмалю існує зворотня кореляційна залежність, оскільки із зростанням вмісту азотистих сполук, вміст безазотистих знижується.

На контролі без добрив вміст крохмалю був найбільшим і становив 62,4-65,1%. При чому, абсолютний контроль забезпечив його вміст на рівні 62,4%, а позакореневі підживлення Найс Цинк та Найс Кукурудза – відповідно 64,8 та 65,1%.

Внесення азотних добрив в нормі 90 кг/га д.р. негативно позначилося на вмісті крохмалю в зерні досліджуваної культури, зумовивши його зниження до 63,7-64,6% залежно від позакореневих підживлень.

Подальше збільшення норми внесення мінерального нітрогену зумовило зниження вмісту вуглеводів в зерні кукурудзи до рівня 62,4-63,1% на варіанті із застосуванням максимальної норми нітрогену.

Таким чином, регулюючи норми внесення мінеральних добрив можна впливати на хімічний склад зерна кукурудзи і створювати оптимальні умови для формування потрібних якісних показників вирощеного урожаю відповідно до цільового призначення.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Економічна оцінка будь-якої технології є підсумковим етапом її розробки перед впровадженням у виробництво [29].

Нашими дослідженнями встановлено, що способи удобрення кукурудзи, які вивчалися в досліді впливали на економічну ефективність її вирощування, (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна оцінка способів удобрення кукурудзи

Фактор А – удобрення	Фактор В – позакоренева підживлення	Показники				
		Урожайність, т/га	Вартість вирощеної продукції, грн/га	Виробничі затратаи, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Контроль	Контроль	6,85	23975	18660	5315	28,5
	Найс Кукурудза	7,62	26670	18920	7750	41,0
	Найс Цинк	7,53	26355	19150	7205	37,6
N ₉₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	11,1	38850	22990	15860	69,0
	Найс Кукурудза	11,9	41650	24250	17400	71,8
	Найс Цинк	12,1	42350	24480	17870	73,0
N ₁₂₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	13,1	45850	23860	21990	92,2
	Найс Кукурудза	13,8	48300	24380	23920	98,1
	Найс Цинк	14,0	49000	24840	24160	97,3
N ₁₅₀ P ₄₈ K ₄₈	Контроль	12,5	43750	25120	18630	74,2
	Найс Кукурудза	13,2	46200	25380	20820	82,0
	Найс Цинк	13,3	46550	25840	20710	80,1

Станом на 1.11.2023 року реалізаційна ціна 1 т зерна кукурудзи була досить низькою і становила 3500 грн. На основі урожайності досліджуваних варіантів та реалізаційної ціни 1 т зерна визначено виручку від реалізації

продукції, яка становила 23975-49000 грн/га. Найменшою вона була на абсолютному контролі – 23975 грн/га, а найбільшою на варіанті із внесенням $N_{120}P_{48}K_{48}$ – 49000 грн/га.

Виробничі затрати на вирощування кукурудзи визначалися затратами на добрива, безпосередньо на самі технологічні заходи та досушування зерна. Залежно від урожайності вони становили 18660-25840 грн/га. Найменш затратним виявився контрольний варіант без добрив – 18660 грн/га, а найбільш капіталомістким $N_{150}P_{48}K_{48}$ та із внесенням позакоренево Найс Цинк – 25840 грн.

Основними показниками економічної ефективності є величина умовно-чистого прибутку та рівень рентабельності.

Нашими дослідженнями встановлено, що залежно від варіанту дослідження умовно-чистий прибуток становив 5315-24160 грн/га. Найменшим він виявився на абсолютному контролі без добрив та позакореневих підживлень, а найбільшим при внесенні $N_{120}P_{48}K_{48}$ та фоліарному застосуванні Найс Цинк – 24160 грн/га. Майже на такому ж рівні (2392 грн/га) він був і при застосуванні Найс Кукурудза.

Рівень рентабельності виробництва, який є ключовим показником економічної оцінки найбільшим був при застосуванні $N_{120}P_{48}K_{48}$ та фоліарному внесенні Найс Кукурудза – 98,1%.

Таким чином, середдосліджуваних способів удобрення кукурудзи найбільш ефективним є внесення повного мінерального добрива $N_{120}P_{48}K_{48}$ та Найс Кукурудза позакоренево.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДОГО СЕРЕДОВИЩА

Безпека праці при вирощуванні сільськогосподарських культур в тому числі і кукурудзи регулюється Наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» [11, 24].

1. Згідно Наказу, підвезення, зберігання та внесення засобів захисту рослин необхідно проводити із дотриманням вимог Закону України «Про пестициди і агрохімікати» та інших законодавчих актів у частині безпечного здійснення робіт із перевезення, зберігання та використання їх [45].

2. Згідно з Наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» «Забороняється у нічний час доби проводити технологічні операції пов'язані з транспортуванням аміаковмісних мінеральних добрив, приготуванням робочих розчинів, змішуванням їх та зароблянням у ґрунт».

3. Слід відмітити, що Законом України Про пестициди і агрохімікати від 02.03.1995 року «Забороняється транспортувати засоби захисту рослин та протруєне насіння разом із біологічними препаратами, продуктами харчування, кормами та іншими вантажами, а також із людьми» [11].

4. «Не дозволяється транспортувати разом різні види ЗЗР, хімічна взаємодія яких у разі порушення цілісності упаковки може спричинити самозаймання» - Закон України Про пестициди і агрохімікати від 02.03.1995 року.

5. Також, наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» «Забороняється застосовувати для зберігання харчових продуктів, кормів, води тощо тару від мінеральних

добрив, ЗЗР навіть після її знезаражування. Тара з-під мінеральних добрив утилізується відповідно до вимог природоохоронного законодавства» [11].

6. У сільськогосподарській техніці, яка використовується для роботи з отрутохімікатами, усі з'єднання магістралей переміщення ЗЗР повинні мати ущільнювальні прокладки [24].

Вимоги охорони праці під час обробітку ґрунту, сівби, садіння і догляду за посівами сільськогосподарських регламентовані Наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» та Законом України «Про пестициди і агрохімікати» [24]

1. «Технологічні заходи пов'язані з підготовкою мінеральних добрив до внесення у ґрунт, необхідно проводити за допомогою технічних засобів, оснащених спеціальними пристроями для зниження пилоутворення» (- Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» [11].

Працівники повинні використовувати відповідний спецодяг, спецвзуття та засоби особистого захисту органів дихання та зору.

2. «Робітникам категорично забороняється перебувати у зоні можливого руху маркерів сівалок або навісних машин під час здійснення розворотів машинно-тракторних агрегатів» – положення Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві».

3. Встановлено, що згідно з Законом України «Про пестициди і агрохімікати» «Забороняється готувати розчини засобів захисту рослин безпосередньо в полі без засобів механізації». [24]

4. Слід зазначити, що «Завантаження сівалок і садильних машин посівним та посадковим матеріалом, а також має бути механізованим. Ручне завантаження дозволяється лише при умові повної зупиненки посівного або садильного агрегату та вимкнення двигуна трактора.» - Наказ Міністерства

соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві».

5. Крім цього, наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» передбачено, що «Під час руху сільськогосподарського агрегату забороняється одночасне обслуговування одним працівником декількох посівних машин [11].

6. Також, наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» передбачено, що «Заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і обладнання, які підняті над поверхнею ґрунту, необхідно виконувати тільки спеціальними чистками в рукавицях із зупиненим, загальмованим агрегатом та обов'язково вимкнутим двигуном і вжиттям заходів, які запобігають їх самовільному опусканню».

7. Робітникам Забороняється підніматися або спускатися з машин під час їх руху [11].

Вимоги безпеки під час проведення збиральних робіт із кукурудзою регламентуються Наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві». Зокрема встановлено що:

1. При роботі в полі та пересування дорогами на зернозбиральному комбайні дозволяється перебувати виключно комбайнеру та помічнику комбайнера.

2. Перебувати на сільськогосподарській техніці, а також на полі, де проводяться роботи, особам, які не беруть участі у виконанні технологічних операцій, не дозволяється.

3. Комбайни повинні бути забезпечені дерев'яними лопатами для проштовхування зернової маси у бункерах до вивантажувального шнека.

4. Забороняється перебування працівників у кузові автомашини або тракторного причепа під час заповнення їх зерном, а також під час транспортування продукту до місця складування.

6. Також, «відпочинок працівників у полі можливий тільки в спеціально відведених місцях, що забезпечуються добре помітними віхами вдень і освітленими приладами в темний час доби. Забороняється відпочивати під машинами, в кабіні машини під час роботи двигуна, серед поля» - Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 №1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» [11]

Слід зазначити, що крім охорони праці не менш важливим питанням при вирощуванні кукурудзи є екологічна безпека. Аграрний сектор — найбільш специфічна галузь, де взаємодіє суспільство і природа. В умовах сучасної системи сільського господарства можна виділити два напрямки природоохоронної діяльності: екологічна безпека всіх його елементів від негативного впливу аграрного виробництва та охорона сільського господарства від негативного впливу антропогенного навколишнього середовища» [24].

Ключові положення природоохоронної діяльності в сфері аграрного виробництва, що закріплюють особливості користування та охорони земель, інших природних об'єктів у аграрного виробництва, містяться в Законі України від 25.06.1991 №1264-ХІІ «Про охорону навколишнього середовища». Ці правові норми складають основу екологізації аграрного законодавства. «Основними природними об'єктами, що піддаються негативному впливу аграрного виробництва, є угіддя сільськогосподарського призначення, якими називаються землі, які використовуються для виробництва агропродукції, проведення сільськогосподарської науково-дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури або призначені для цих цілей» [24].

Слід зазначити, що як повідомляють деякі дослідники-екологи «Охорона земель сільськогосподарського призначення включає комплексну систему правових, організаційних, економічних та інших міроприємств, направлених на їх раціональне використання, запобігання необґрунтованому вилученню земель із аграрного обігу, захисту від шкочинних антропогенних впливів, а також на відтворення та підвищення родючості ґрунтів. Одним з ключових заходів є обмеження використання цих земель для цілей, не пов'язаних з аграрним виробництвом» [24].

Слід зазначити, що відповідно Закону України від 25.06.1991 №1264-ХІІ «Про охорону навколишнього середовища» «Найважливішим завданням правової охорони сільськогосподарських земель є охорона родючості ґрунтів. Використання землі як засобу виробництва приводить до зниження її основної властивості - родючості [24].

Зокрема, Законом України від 25.06.1991 №1264-ХІІ «Про охорону навколишнього середовища» передбачено, що « Використання земельних угідь способами, які приводять до погіршення якості, забороняється. Слід зазначити, що до основних заходів по збереженню, відновленню, поліпшенню ґрунту належать дії по боротьбі з вітровою та водною ерозією ґрунту, з безгосподарним ставленням до таких угідь, меліорацією та рекультивацією земель, а також боротьба з забрудненням ґрунту» [24].

Крім цього ще одним із шляхів забруднення навколишнього середовища є застосування засобів захисту рослин, при якому використовуються пестициди. Слід зазначити, що у зв'язку з постійним розширенням асортименту, збільшенням кількості засобів захисту рослин, що застосовуються у боротьбі з шкідниками і хворобами, виникає небезпека забруднення навколишнього природного середовища, перш за все земель. В організм людини засоби захисту можуть потрапляти через органи дихання, травлення, шкіряний покрив [24].

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі наведено теоретичне обґрунтування і вирішення питань підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Лісостепу західного на основі встановлення особливостей росту, розвитку рослин, проходження продукційного процесу, визначення економічної ефективності виробництва залежно від способів удобрення.

Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Збільшення норми внесення мінерального азоту поовжувало тривалість вегетаційного періоду із 95 на контролі до 110 днів при внесенні 150 кг/га д.р. нітрогену.

2. Висота рослин кукурудзи визначалася кількістю внесеного азоту (найбільшою вона була при застосуванні (150 кг/га д.р. нітрогену), в той же час як позакореневі підживлення в меншій мірі впливали на лінійні розміри рослин.

3. Кількість рядів в качані та кількість зерен в рядів визначалися нормами мінерального азоту, в той же час, позакореневі підживлення не впливали на зазначені показники.

4. Маса 1000 насінин залежала як від внесення мінерального азоту так і від позакореневих підживлень. На абсолютному контролі вона була найменшою становила 266 г, а на варіанті із внесенням $N_{120}P_{48}K_{48}$ та позакореневим застосуванням Найс Кукурудза найбільшою – 320 г.

5. Встановлено, що оптимальним способом удобрення кукурудзи, який забезпечує найвищу статистично доведену урожайність є внесення $N_{120}P_{48}K_{48}$ та Найс Кукурудза або Найс Цинк фоліарно. Зернова продуктивність посівів при цьому становить 14,0 та 13,8 відповідно.

6. З економічної точки зору найбільш ефективним виявилось внесення $N_{120}P_{48}K_{48}$ та Найс Кукурудза фоліарно, оскільки рівень рентабельності вирощування становив 98,1%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах природного зволоження Лісостепу західного для отримання високих урожаїв зерна кукурудзи на рівні 14,0 т/га потрібно система її удобрення повинна складатися із внесення $N_{120}P_{48}K_{48}$ та Найс Кукурудза позакоренево.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азуркін В. О., Дідур І. М. Особливості вологовіддачі зерна гібридами кукурудзи залежно від норм азотних добрив. Корми і кормовиробництво. 2010. №. 67. С. 201–204.
2. Аріон О. В., Купач Т. Г., Дем'яненко С. О. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. Навчально-методичний посібник. Київ, 2017. 226 с.
3. Асанішвілі Н. М. Ефективність елементів технології вирощування кукурудзи в умовах північної частини Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН. 2013. №. 3-4. С. 68–74.
4. Асанішвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. Землеробство. 2014. №. 1-2. С. 63–66.
5. Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». Миколаїв, 2020. 24 с.
6. Білера Н. Калій – елемент якості або особливості калійного живлення рослин. Агроном. 2017. № 3 (57). С. 24–31. URL: <https://www.agronom.com.ua/kalij-element-yakosti-abo-osoblyvosti-kalijnogozhyvlennya-roslyn/>
7. Білера Н. Сірка – важливий елемент для управління врожаєм. Агроном. 2017. № 4 (58). С. 22–25. URL: <https://www.agronom.com.ua/sirkavazhlyvyj-element-dlya-upravlinnya-vrozhayem/>
8. Біологічна роль Cu та Mn у житті рослин. Агрономія сьогодні. 2020. № 5 (420). С. 70–71.
9. Броннікова Л.Ф. Формування азотного поживного режиму ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно. Агрохімія та сучасні напрями

застосування добрив і біолого-активних речовин. 2018. № 8. С. 53–61 17.
Брошура Кукурудза. ТОВ «БАСФ Т.О.В.» Київ, 2021. С. 37.

10. Вожегова Р.А., Дробіт, О.С., Шебанін В. С. Дробітько А.В. Вплив агротехнічних прийомів на продуктивність та якісні показники зерна кукурудзи. Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених : зб. матер. міжнар. наук.-практ. online конф. молодих вчених, м. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. 48–49 с.

11. Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник. К. Центр навчальної літератури. 2019. 680 с.

12. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у західному Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 68 (I). С. 51–66. DOI: 10.32636/01308521

13. Гень С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2011. №. 1. С. 117–121. 158

14. Герасименко І. Географія врожайів : Західний Лісостеп – що треба знати агроному. URL : <https://agravery.com/uk/posts/show/geografia-vrozaivzahidnij-lisostep-so-treba-znati-agronomu> (дата звернення: 02.03.2019).

15. Гетьман А.П.,Шульга М.В. Екологічне право України.Підручник. Харків.право 2005. 328 с.

16. Гладких Ю.Г., Антонєць О.А. Вплив мінерального живлення на урожайність гібридів кукурудзи. Сучасні технології виробництва і переробки продукції рослинництва. Матеріали ІV наук.-практ. інтернет–конф. Полтавська державна аграрна академія, 2016. С. 36–41. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/3705>

17. Господаренко Г. Живлення та удобрення кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: <http://agro->

business.com.ua/agro/ahronomiiasohodni/item/547-zhyvlennia-ta-udobrennia-kukurudzy.html (дата звернення: 12.06.2018р.).

18. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.

19. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Бойко В.П. Засвоєння елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2019. Вип. 95, 1 ч. С. 128–138.

20. Господаренко Г. М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... д-ра. с.-г. наук: 06.01.04. Київ, 2001. 42 с.

21. Єрмакова Л. М., Івановська Р. Т., Дем'янчук О. П. Вплив позакореневого підживлення гібридів кукурудзи на їх продуктивність. Землеробство. 2006. №. 78. С. 47–53.

22. Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. №. 4. С. 60–62.

23. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогрив П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії / За ред В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

24. Закон України від 25.06.1991 №1264-ХІІ «Про охорону навколишнього середовища». Режим доступу: <https://tax.gov.ua/zakonodavstvo/podatkove-zakonodavstvo/zakoni-ukraini/arhiv-zakoniv-ukraini/zakoni-ukraini-za-1991-rik/print-35908.html>

25. Заставний Ф. Д. Географія України. У 2-х кн. / Ред. М. П. Парцей. Львів: Світ, 1994. 472 с.

26. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2019. Вип.4. С. 8–14.

27. Зовнішня торгівля. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/zd/e_iovt/arh_iovt2022.htm
28. 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. 2018. №. 101. С. 42–49.
29. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 3. С. 27–34. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-4
30. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. Корми і кормовиробництво, 2020. № 89. С. 74–84. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-07
31. Килимнюк О. І. Аналіз хімічного складу зерна кукурудзи та перспективи використання в годівлі свиней відходів її переробки на спирт і біоетанол. Корми і кормовиробництво. 2013. №. 77. С. 300–307.
32. Князюк О. В., Липовий В. Г., Підпалій І. Ф. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи. Агробіологія. 2012. №. 9. С. 116–120
33. Ковальчук І. Важливі аспекти підвищення прибутковості вирощування кукурудзи. Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/vazhlyviaspekty-pidvyshhennya-prybutkovosti-vyroshhuvannya-kukurudzy/> (дата звернення: 18.10.2018р.).
34. Котельников Д. Ефективність способів обробітку ґрунту та живлення посівів кукурудзи на півдні України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. н за спеціальністю: 06.01.02. «Землеробство» Херсон, 2015. 23 с.
35. Красненков С., Дудка М., Чабан В., Носов С., Березовський С. Реакція гібридів кукурудзи на густоту стояння рослин у північній підзоні

Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2015. №. 8. С. 81–86.

36. Крестьянінов Ю. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. Наукові доповіді НУБіП України. №. 5 (87). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006>

37. Кузьо Н. Що варто знати про фосфор і фосфорні добрива? Агрономія сьогодні. 2020. №5 (420). С. 52–53

38. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання : навч.-практ. посіб. / за заг. ред. Д.Шпаара. Київ : Альфа-стевія ЛТД . 2009. 396 с.

39. Ласло О.О., Дяденко С.С. Застосування мікродобрив у технології вирощування кукурудзи та їх вплив на урожайність. Збалансований розвиток агроєкосистем України: сучасний погляд та інновації : матеріали І всеук. наук.- практик. конф. 16 лист. 2017 р. Полтава, 2017. С. 12–15

40. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

41. Лихочвор В., Петриченко В. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге видання, доповн. і виправл. Львів: НВФ «Українські технології», 2012. 324 с.

42. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2014. №8 (279). URL:<http://agro-gospobusiness.com.ua/agro/ahronomiiasohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html> (дата звернення: 13.08.2023р.).

43. Лихочвор В. В., Шинкарук Л. М. Фотосинтетичні показники рослин кукурудзи залежно від елементів удобрення. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: зб. тез IV Міжнародної науково-практичної конференції, квітень 2021 року. Науково-методичний центр ВФПО. Київ. С.95–97.

44. Логінова І. В., Білера Н. М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронія. 2014. №. 195 (1). С. 71–78.
45. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. Сільське господарство та лісівництво. 2018. № 8. С. 5–13.
46. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 6 (Т. 1). С. 7–13.
47. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. Біоресурси і природокористування. 2018. № 1-2. С. 108–114.
48. Марков І. Фузаріоз і червона гниль качанів кукурудзи. Пропозиція. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11598-fuzarioz-ichervona-hnyl-kachaniv-kukurudzy.html>
49. Марчук І. У., Савчук А. В., Філонов Е. А. Добрива та їх використання: Довідник К. : Арістей, 2010. 254 с.
50. Маткевич В.Т., Коровіна М .О., Коломієць Л.В., Рудак Ю.О., Резніченко В.П., Нікіфоров Д.О., Глазкова М.С., Савранчук В.В., Андрощук С.Т., Семеняка І.М., Смалиус В.М. Вплив різних доз мінеральних азотних добрив на формування екологічно чистої продукції при вирощуванні кукурудзи на зерно. Корми і кормовиробництво, 2005. № 55. С. 73–79.
51. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Ефективність використання азотних добрив у прикореновому підживленні кукурудзи. Зернові культури. 2021. Т. 5. № 2. С. 329–335. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0192_167
52. Молдован Ж. А. Собчук С. І. Вплив допосівної обробки насіння та позакоренового підживлення посівів кукурудзи на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність зерна. Зернові культури. 2020. Т. 4. № 1. С. 130–138. Doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0116>

53. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги ХХІ, 2004. 400 с.
54. Паламарчук Д. В. Науково-теоретичне обґрунтування технології вирощування т адаптивності гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного : автореф. на здобуття вченого ступеня д-ра. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». Кам'янець-Подільський, 2020. 44 с.
55. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник. Вінниця, 2013. 713 с.
56. Писаренко П. В., Біляєва, І. М., Пілярський В. Г., Пілярська О. О. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. Миронівський вісник. 2015. №. 1. С. 243–251.
57. Петрина Г. І., Рудавська Н. М., Глива В. В., Гавриляк Я. Я., Федак В. В. Особливості росту й розвитку нових гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. №. 55 (2). С. 93–98.
58. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те, виправ., доповн. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
59. Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2016. №. 4. С. 102–109.
60. Полянчиков С., Капітанська О., Ковбель А. Цинк. Системний підхід у мінеральному живленні рослин. Агроном. 2019. № 4 (58). С. 26–27.
URL: <https://www.agronom.com.ua/tsynk-systemnyj-pidhid-u-mineralnomu-zhyvlenniroslyn/>
61. Полянчиков С., Капітанська О. Основи ефективності позакореневих підживлень. Пропозиція. 2019. №2. С. 74–75.

62. Полянчиков С., Капітанська О. Фізіологічна роль елементів живлення у підвищенні стресостійкості рослин. *Агроном*. 2018. №1 (59). С. 36–37. URL: <https://infoindustria.com.ua/fiziologichna-rol-elementiv-zhivlennya-upidvishhenni-stresostiykosti-roslin/>

63. Полянчиков С., Логінова І., Капітанська О. Менеджмент цинку та його значення для рослин. *Агроном*. 2020. № 3. С. 26–30. URL: <https://www.agronom.com.ua/menedzhment-tsynku-ta-jogo-znachennya-dlya-roslyn/>

64. Рослинництво України. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf

65. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. №. 61. С. 123–134.

66. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. №. 64. С. 120–132.

67. Румбах М. Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин та фону мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. №. 40. С. 110–113.

68. Свидинюк І. М., Асанішвілі Н. М., Величко В. П. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технологічних факторів у північному Лісостепу. *Землеробство*. 2006. №. 78. С. 40–46.

69. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2014. Вип. 5(82). С. 37–47.

70. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник*

Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. №. 269. С. 74–83.

71. Тарасенко О. В. Вплив добрив на фотосинтетичну продуктивність посівів кукурудзи за прямої сівби. Вісник аграрної науки. 2014. № 7. С. 73–76.

72. Трубілов О. В. Формування врожайності зерна гібридів кукурудзи залежно від основного обробітку ґрунту і рівня мінерального живлення. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2011. №. 40. С. 107–110.

73. Худяков О.І. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи. Землеробство. Вип. 83, 2011. С.67–71.

74. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 23–27.

75. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: агрономія. 2021. №25. С. 162—166. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162>.

76. Шинкарук Л. М. Вплив позакореневого підживлення на висоту рослин кукурудзи. Проблеми та перспективи розвитку науки, освіти і технологій. Частина 2: зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції, м.Полтава, 27 січня 2022. Полтава: ЦФЕНД, 2021. С. 46–48.

77. Шинкарук Л. Вплив удобрення кукурудзи на біометричні показники та елементи структури урожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського НУС. Вип. 96, ч. 1. 2020. С. 443–456. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-443-456 176

78. Almodares A., Jafarinia M., Hadi M.R. The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. American-

Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 2009. T. 6. №. 4. P. 441–446.

79. Alloway B. J. Zinc in soils and crop nutrition. 2-edition, France 2008. 136 p.

80. Biswas D. K., Ma B. L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. Canadian Journal of Plant Science. 2016. T. 96. №. 3. C. 392–403.

81. Wang Z. H., Li S. X., Malhi S. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2008. T. 88. №. 1. C. 7–23.

82. Wise K. A., Smith D., Freije A., Mueller D. S., Kandel Y., Allen T., Tenuta, A. Meta-analysis of yield response of foliar fungicide-treated hybrid corn in the United States and Ontario, Canada. PLoS One. 2019. № 14(6). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217510> (дата звернення: 13.09.2020р.).

83. Xu Q. F., Tsai C. L., Tsai C. Y. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. Journal of Plant Nutrition. 1992. Volume 15. Issue 1. P. 23–33. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/01904169209364299?scroll=top&needAccess=true>

84. Yin J., Cao W., Wang Z., Li T., Mo Y., Wang Y., Tan W. Evaluation of the Potential of Diquat (1, 1'-Ethylene-2, 2'-bipyridyl) to Assist Maize Mechanical Harvesting As a Desiccant. ACS Agricultural Science & Technology. 2021. № 1(6). P. 589–596. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00054>

85. Zhao L., Xie L., Huang J., Su Y., Zhang C. c. Proper Glyphosate Application at Post-anthesis Lowers Grain Moisture Content at Harvest and Reallocates Non-structural Carbohydrates in Maize Frontiers in plant science. 2020. № 11. P. 1–15. doi: 10.3389/fpls.2020.580883