

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції
та екології**

Кафедра селекції, насінництва і генетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

**на тему: «ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКОРИЗАЦІЇ У
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ
НА ЗЕРНО»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Насінництво і насіннєзнавство
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
Реутенко Владислав Євгенійович

Керівник: Володимир ТИЩЕНКО,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Рецензент: Сергій ФІЛОНЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Полтава – 2025 рік

ЗМІСТ

Вступ	6
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	
1.1. Роль мікоризації у технології вирощування кукурудзи	8
1.2. Морфологічні особливості культури	12
1.3. Фенологічні фази розвитку кукурудзи	14
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	
2.1. Ґрунтові умови місця проведення досліджень	16
2.2. Кліматичні умови і погода в роки проведення досліджень	17
2.3. Методика проведення досліджень	22
2.4. Агротехніка вирощування культури	25
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень	
3.1. Вплив препарату Мікофренд на формування елементів структури урожайності кукурудзи на зерно	27
3.2. Вплив біологічного препарату Мікофренд на формування урожайності зерна кукурудзи	30
3.3. Вплив препарату Мікофренд на якість зерна кукурудзи	34
РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність застосування біологічного препарату Мікофренд у технології вирощування кукурудзи на зерно	36
РОЗДІЛ 5. Екологічна експертиза	39
РОЗДІЛ 6. Охорона праці	42
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Через брак вологи або недостатній рівень живлення продуктивність кукурудзи за тривалого перебування у стані стресу може знизитись на 20-50%. Одним з шляхів, що дозволяє підвищити стресостійкість кукурудзи є мікоризація. Мікориза – це симбіоз гриба й рослини, при якому в коренях рослин накопичуються вуглеводи, якими рослина ділиться з грибом. У свою чергу гриб, поселяючись на коренях, виконує функцію всмоктуючих волосків кореня та допомагає рослині засвоювати поживні речовини з ґрунту.

Розробка ефективних біопрепаратів для обробки насіння зернових культур є важливим елементом технології вирощування у збільшенні врожайності, зниженні собівартості продукції, біологізації технології вирощування тощо.

Актуальність. Актуальним на сьогодні є погіршення кліматичних умов вирощування, подорожчання мінеральних добрив, засобів захисту, зниження їх якості та коефіцієнту ефективності. Використання біопрепаратів, створених на основі активних штамів азотфіксуючих, фосфор і калій мобілізуючих мікроорганізмів та мікроорганізмів-продуцентів речовин антифунгальної та фітогормональної дії для поліпшення мінерального живлення рослин, стимулювання ростових процесів та підвищення стійкості проти хвороб дасть змогу сформувати збалансоване живлення рослин та в повній мірі реалізовувати свій генетичний потенціал у формуванні високої урожайності.

Мета і задачі досліджень. Метою наших досліджень передбачалося встановити вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи мікоризним препаратом Мікофренд та його припосівного внесення в рядки на ріст, розвиток рослин і формування їх зернової продуктивності в умовах ФГ «Добродар» Полтавського району Полтавської області.

Об'єкт досліджень. Гібрид кукурудзи Респект.

Предмет дослідження. Реакція рослин гібриду кукурудзи Респект на мікоризний препарат Мікофренд.

Методи досліджень. Лабораторні та польові спостереження, проведені за загальноприйнятими методиками.

Наукова новизна результатів досліджень. Експериментально доведено перевагу передпосівної обробки насіння кукурудзи мікоризним препаратом Мікофренд (4 л/т).

Практичне значення результатів досліджень. Встановлено, що в умовах ФГ «Добродар» Полтавського району Полтавської області доцільно проводити передпосівну обробку насіння кукурудзи із використанням мікоризного препарату Мікофренд.

Апробація роботи. Шокало Н.С., Реутенко В.Є. Ефективність застосування мікоризи за вирощування кукурудзи. Сучасні напрями досягнення сільськогосподарських культур: матеріали III Всеукраїнської науково практичної інтернет-конференції (31 березня 2025 року) / Редкол.: М.М. Маренич (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2025. С. 105-108.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль мікоризації у технології вирощування кукурудзи

Через брак вологи або недостатній рівень живлення продуктивність кукурудзи за тривалого перебування у стані стресу може знизитись на 20–50%. Одним із шляхів, що дає змогу підвищити стресостійкість кукурудзи, є мікоризація. Мікориза – це симбіоз гриба й рослини, за якого в коренях рослин накопичуються вуглеводи, якими рослина ділиться з грибом. Своєю чергою гриб, поселяючись на коренях, виконує функцію всмоктувальних волосків кореня та допомагає рослині засвоювати поживні речовини з ґрунту [5, 24].

З одного боку, врожайність кукурудзи в Україні, вочевидь, зростає і в цьому є спільна заслуга вітчизняних агрономів з технологічними розробками міжнародних компаній. У регіонах із достатньою кількістю опадів традиційна очікувана врожайність цієї культури в межах 10 т/га вже давно перетворилася на анахронізм. З іншого боку, умови для вирощування кукурудзи погіршуються, що спричиняється насамперед нерівномірним розподіленням опадів у часовому вимірі. Саме тому на часі більш широке впровадження нових технологій, які сприяють підвищенню стресостійкості рослин та активізації їх мінерального живлення [8].

У цьому плані виглядають перспективними технології біологічної активізації розвитку рослин кукурудзи, до яких, зокрема, входить використання мікоризи та інокуляція посівного матеріалу. Хоча про широке впровадження цих методів поки що говорити не варто, результати останніх років засвідчують їх високу ефективність.

Саме явище дуалістичного симбіозу рослин та корисних грибів відоме вже досить давно. Здатність перших виділяти цукри та інші корисні речовини приваблює так звані симбіотичні мікоризоутворювальні гриби, які, своєю чергою, усіма силами сприяють інтенсивному розвитку рослин-господарів. Відносно нещодавно цю корисну властивість окремих видів грибів було

поставлено на промислову основу. Зокрема, це стосується застосування мікоризи у сучасних технологіях вирощування кукурудзи [11, 17].

Вони наближаються до кореня своїми гіфами і обплітають його грибницею, іноді навіть дуже глибоко проникають у нього спеціальними виростами або наростами. Сенса такого вживання у тому, щоб утворити більш суцільне зрощування гіфів із коренем з метою швидкого обміну поживними речовинами. І рослини не проти такого входження у їхню фізіологію, більше того, вони мають спеціальні механізми, які відповідають за пошук грибів-симбіонтів і створення з ними мікоризи [9, 23].

Як працює цей механізм? Оселившись на рослині, мікориза починає активно розмножуватися на кореневій системі і розповсюджується в ґрунті поблизу неї. Це виявляється у вигляді значної кількості абсорбуючих ниток, котрі сприяють інтенсифікації споживання рослиною поживних речовин та вологи. Їхньою перевагою є надмалий діаметр. На відміну від кореневих волосків кукурудзи, вони мають абсолютну проникну здатність і можуть витягнути поживу з найдрібніших фрагментів ґрунту. Достатньо сказати, що в одному його кубічному сантиметрі може оселитися у середньому 30 м мікоризних ниточок [26].

Завдяки цьому через посередництво симбіотичних грибів культурні рослини отримують унікальну можливість буквально «вичавити» з ґрунту недоступні раніше елементи живлення та мікроскопічні дози вологи. Це стосується у тому числі і такого проблемного макроеlementу, як фосфор. Як відомо, це практично нерухливий у ґрунті елемент живлення, точніше його іон PO_4 , котрий, перебуваючи зазвичай у зоні розвитку кореневої системи посівів у достатній кількості, часто є недоступним для неї. Натомість застосування мікоризи дозволяє його добути звідти, і запустити такий архіважливий для розвитку кукурудзи процес, як розвиток потужної кореневої системи. Гіфи гриба поширюються на великі відстані від коренів, і по них фосфор надходить у корені з відстані 20–30 і навіть 80 мм. Також гриби-мікоризоутворювачі сприяють

поглинанню цього елементу живлення коренями рослин із важкорозчинних фосфатів [33].

Мікориза позитивно позначається на протистоянні посівів «королеви полів» тим самим стресоутворювальним факторам. Передусім це, звичайно, нестача вологи, котра частково компенсується завдяки мережі тоненьких абсорбувальних ниточок. Ці ниточки витискають із ґрунту всю можливу вологу, а також можуть проникати у нижні шари ґрунту, передаючи воду рослинам звідти. Симбіотичні гриби пом'якшують негативний ефект від впливу таких чинників, як підвищена кислотність ґрунту, засоленість його, фітотоксичні стреси тощо. І взагалі, як можна зробити висновок, здорові, забезпечені необхідними елементами живлення рослини із потужною кореневою системою завжди матимуть більше шансів протистояти стресам.

Це безпосередньо стосується і ще однієї важливої функції мікоризи – фунгіцидного захисту рослин. Ясна річ, що діставшись до рослини-господаря, симбіотичний гриб не потерпить жодних інших конкурентів і усіма засобами віднаджуватиме їх від неї. Це проявляється, зокрема, в перешкоджанні зараженню коренів рослин шкочинними паразитичними грибами і бактеріями, а також у впливі мікоризи на склад ризосферних організмів [6, 13].

Сплетення гіф на коренях рослин утворює своєрідний захисний бар'єр, непроникний для інфекції. Окрім цього, мікоризні гриби виділяють в навколишнє середовище антибіотики, згубні для шкочинних організмів. Разом із тим, вони конкурують за споживання вуглеводнів, а отже, позбавляють паразитів сенсу добиватися до кореневої системи кукурудзи.

Ясна річ, що застосування мікоризних симбіотичних грибів може практикуватися не лише на кукурудзі. На передпосівну обробку насіння мікоризою позитивно реагують ціла низка поширених сільськогосподарських культур, починаючи з кукурудзи та сої, і закінчуючи овочами. При цьому можна говорити про реально зафіксовані прибавки до врожайності. Якщо у сої цей показник становить від 15 до 40%, то набагато більш стійка до умов вирощування кукурудза може давати до 70% за правильного застосування мікоризи [4].

Мікробіологи української компанії БТУ-ЦЕНТР створили власну наукову розробку, ефективність якої визнається не тільки в Україні, а й у Болгарії, Молдові, Білорусі, Казахстані – мікоризний препарат Мікофренд. До його складу входять: комплекс мікоризоутворювальних грибів – *Glomus VS*, *Trichoderma Harzianum*; мікроорганізми, що сприяють утворенню ризосфери у кореневій зоні рослин – *Streptomyces sp.*, *Pseudomonas Fluorescens* та фосформобілізуючі бактерії – *Bacillus Megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Muciloginosus*, *Enterobacter sp.* Мікофренд сприяє утворенню мікоризи та справляє фунгіцидну дію в ризосфері рослини. Для покращання технологічності внесення препарат випускається у рідкій формі та на торфовій основі з ідентичним складом і титром [15, 29].

Дослідженнями зарубіжних науковців встановлено, що інокуляція мікоризою є актуальною за умов нестачі ґрунтової вологи. Завдяки розгалуженню гіфів грибів зростає можливість кореневої системи мікоризованої рослини охопити більший обсяг ґрунту, збільшивши тим самим не лише кількість, а й швидкість поглинання вологи. Дослідження, проведені з використанням спеціальної мікроскопії рослин, засвідчили, що діаметр гіфів мікоризних грибів становить 2–20 мкм, тоді як найтонші корені рослин мають 100–200 мкм, а довжина гіфів може бути у 50–100 разів більшою, ніж коренів [37, 38].

Окрім можливості запобігти водному стресу, мікоризація кукурудзи актуальна для оптимізації забезпечення рослин доступним фосфором, концентрація якого в більшості ґрунтів є низькою. Це зумовлено тим, що ортофосфат, як найдоступніша форма фосфору, що засвоюється рослинами, є малорухомим і може поглинатись коренями лише на відстані декількох міліметрів від їхньої поверхні. Таким чином у прикореневій зоні формуються «плями» з дефіцитом фосфору, бо його засвоєння рослинами відбувається швидше, ніж відновлюється запас. Завдяки ж розгалуженості гіфів мікоризи фосфор стає доступним на значно більшій відстані – до 12 см. За аналогічним

принципом зростає можливість споживання рослинами сполук мікроелементів – міді, цинку, сірки, магнію, заліза та ін. [30].

Кінцевим результатом, що підтверджує ефективність будь-якого агрозаходу, є продуктивність сільськогосподарських культур. Численні наукові дослідження, проведені з мікоризою, свідчать, що майже у 80 % експериментів формування мікоризи поліпшувало ріст і розвиток рослин, підвищуючи тим самим їхню продуктивність. Виробничі досліді, проведені в господарствах різних областей України продемонстрували, що, наприклад у Київській області, де рідку форму препарату Мікофренд вносили в рядок під час сівби кукурудзи, прибавка врожаю цієї культури в одному з господарств становила 0,7 т/га, а в іншому – 0,3 т/га. Застосування торфової форми мікоризного препарату Мікофренд шляхом обробки насіння безпосередньо у сівалці з розрахунку 4 кг/т насіння в умовах Вінниччини забезпечило приріст 0,3 т/га зерна. Аналогічна схема внесення в умовах Рівненщини забезпечила прибавку врожаю кукурудзи 1,1 т/га, а в Черкаській області, де опади були відсутні протягом практично всього літа – 0,7 т/га. У поліській частині Житомирської області обробка насіння кукурудзи цим біопрепаратом в сівалці, але з нормою внесення 5 кг/т насіння, забезпечило приріст урожайності культури на 0,7 т/га [26, 34-36].

Отже, рання колонізація кореневої системи кукурудзи, що досягається шляхом обробки її насіння Мікофрендом або його внесення у рядок, є важливим агрозаходом для оптимізації потенційних вигод від мікоризації, особливо коли йдеться про захист культури від стресів природного та штучного походження.

1.2. Морфологічні особливості культури

Коренева система кукурудзи мичкувата, сильнорозвинута, багаторусна, має п'ять типів коріння. Зерно проростає одним зародковим корінцем. Бічні зародкові (гіпокотильні) корінці розгалужуються і разом з першим зародковим корінцем утворюють первинну (зародкову) кореневу систему. Вона особливо важлива в перші фази росту – до формування 6-8 листків.

Основну частину кореневої системи становить вузлове коріння, що утворюється ярусами з підземних стеблових вузлів після появи на рослині 3-4 листків. Найбільшого розвитку це коріння досягає у фазі цвітіння кукурудзи.

З нижніх надземних стеблових вузлів можуть розвиватися опірні, або повітряні корені. Основна маса коріння (до 60%) знаходиться в орному шарі ґрунту, окремі корені проникають у ґрунт на глибину до 3 м.

Стебло кукурудзи міцне, виповнене, має до 22 міжвузлів і більше та стільки ж листків. Листки великі, з широкими і довгими пластинками. Краї пластинок ростуть швидше, ніж середина, внаслідок чого листки стають хвилястими, що збільшує їх поверхню. Розміщуються листки почергово і тому не затіняють один одного. Кількість листків залежить від групи стиглості гібриду. Їх буває від 10-12 у ранньостиглих до 40 у пізньостиглих.

Суцвіття у кукурудзи двох типів – волоть з чоловічими квітками і початок – з жіночими. Волоть у кукурудзи верхівкова, розміщується на кінці центрального стебла або на верхівках бічних пагонів – пасинках. Колоски з чоловічими квітками розміщені вздовж кожної гілки двома або чотирма рядами, попарно, з яких один сидячий, другий на короткій ніжці. Колоски двоквіткові, квітки тичинкові. У кожній добре розвиненій волоті утворюється до 1 – 1,5 тис. квіток, які за сприятливих умов зацвітають разом з жіночими квітками або на 2 – 4 дні раніше.

Суцвіття з жіночими квітками – качани – розвиваються з частини найактивніших пазушних бруньок стеблових листків.

Качан розміщується на короткій ніжці (стебельці), покритій зовні обгортковими листками, які відрізняються від звичайних стеблових добре розвиненими піхвами і редукованими пластинками. Внутрішні листки обгортки тонкі, майже плівчасті, світлі, зовнішні – товщі й зелені.

Основою качана є добре розвинений стрижень циліндричної або слабokonусоподібної форми, завдовжки 15 – 35 см.

У кожному колоску знаходиться дві квітки, але утворює зернівку лише одна – верхня, друга, нижня – безплідна. Розміщені попарно колоски формують дві зернівки, тому качани мають парну кількість рядів зерен – від 8 до 24 і більше.

Сприятливою для запилення є тепла, волога, з легким вітром погода. У дощову погоду пилок змивається, а надмірна сухість вбиває його. За таких умов утворюється череззерниця.

Плід – зернівка. Маса 1000 зерен у дрібнонасінних сортів 100-150 г, у крупнонасінних – 300-400 г. В середньому один качан має 500-600 зерен [3; 12].

1.3. Фенологічні фази розвитку кукурудзи

Розрізняють такі фенологічні фази росту кукурудзи: проростання насіння, сходи, утворення 3-го листка, кущення, вихід у трубку (11 – 13-й листок), викидання волотей, цвітіння, формування і досягання зерна молочної, воскової і повної стиглості.

Висіане у вологий ґрунт насіння, спочатку бубнявіє, а потім проростає. Мінімальна температура проростання становить 1-3°C, оптимальна 20-25°C. При температурі 35-40°C проростання насіння затримується, а при вищих температурах припиняється зовсім.

Насіння потребує 22 % вологості ґрунту від повної вологоємкості. Коефіцієнт транспірації – близько 220.

Сходи – це поява першого листка. На швидкість появи сходів впливає багато факторів: вологість, температура ґрунту, його механічний склад, глибина загортання насіння, біологічні властивості сорту тощо.

Утворення 3-го листка – це коли в рослини з'являється 2-3 справжніх листки.

Вихід в трубку – це ріст стебла в довжину, який починається з видовження нижнього міжвузля, розташованого над вузлом кушіння. Інтенсивний ріст міжвузля триває 3-7 днів, потім ослаблюється і закінчується на 15 день, а починається ріст другого, потім третього міжвузля і так далі.

Цвітіння – триває 3-6 днів.

Формування зерна настає після запліднення жіночих суцвіть. Ця фаза характеризується утворенням та інтенсивним ростом зернівки.

У розвитку чоловічих суцвіть виділяють 9 етапів органогенезу: I – конус наростання недиференційований; II – диференціація конуса наростання; III – швидкий ріст конуса наростання в довжину і формування бічних гілок волоті; IV – формування колоскових лопатей; V – формування квіток у колосках; VI – утворення пилку в пиляках; VII – ріст у довжину всіх члеників суцвіття, витягування тичинкових ниток, завершення формування статевих клітин; VIII – викидання волотей; IX – цвітіння волоті.

У розвитку жіночих суцвіть визначено 12 етапів: I – конус наростання качана недиференційований; II – диференціація вкороченого пагона качана на вузли й міжвузля; III – витягування конуса наростання; IV – утворення і формування колоскових волотей; V – закладання маточкового і тичинкового горбочків; VI – формування зародкового мішка і ріст стовпчика маточки; VII – завершення формування статевих клітин; VIII – викидання стовпчиків; IX – цвітіння, запилення; X – формування зернівки; XI – молочна стиглість; XII – перетворення поживних речовин зернівки на запасні [19].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтові умови місця проведення досліджень

ФГ «Добродар» розташоване в селі Базилівщина у Машівській селищній громаді на відстані 40 км від обласного центру м. Полтава. Площа господарства 249 га. Напрямок діяльності господарства – зернові, олійні та овочеві культури.

Територія господарства розташована в східному агроґрунтовому районі лівобережного Лісостепу.

Основні ґрунти господарства – чорноземи опідзолені, чорноземи глибокі малогумусні.

Материнська порода – лес, палевого кольору, пилювато-важкосуглинкового механічного складу.

Ґрунтовий профіль має добре виражені два генетичні горизонти. Верхній гумусоелювіальний (0-40 см) темно-сірого кольору, грудкувато-пиловидної структури в орному шарі й зернистої в підорному, важкого механічного складу, перехід до наступного генетичного горизонту поступовий.

Верхня частина перехідного горизонту (41-75см) ілювіальна, темногоріховидної структури, перехід до наступного генетичного горизонту поступовий; нижня частина перехідного горизонту (75 -100 см) ілювіальна, грязно-бура, ущільнена, із напливами окислів заліза бурого кольору, перехід до слабко ілювіальної породи, помітний.

Кількість гумусу у верхньому шарі ґрунту (1-20) – 2,5-3,2% в залежності від різновидності і типу ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабкокисла, близька до нейтральної, рН сольової витяжки –5,8-6,8; ступінь насичення основами становить 78%.

Вбирний комплекс в основному насичений кальцієм і магнієм. Кількість легко рухомих форм поживних речовин постійно змінюється в залежності від багатьох факторів: механічного складу ґрунту, обробітку, системи удобрення.

Запаси рухомих форм поживних речовин такі: фосфору 10-11, калію 12-14, азоту 9-13 мг/100 г ґрунту.

В цілому, ґрунти господарства мають достатній рівень забезпеченості поживними речовинами, що сприятливо для всіх сільськогосподарських культур, які вирощуються в даній зоні.

2.2. Кліматичні умови і погода в роки проведення досліджень

Територія ФГ «Добродар» знаходиться в зоні недостатнього зволоження східного Лісостепу України, де середньорічні дані випадання опадів становлять 511 мм за рік, а за вегетаційний період (квітень-вересень) – 295 мм.

Середня багаторічна температура становить $+7,4^{\circ}\text{C}$. Найбільш холодним місяцем є січень з середньою багаторічною температурою $-6,2^{\circ}\text{C}$, іноді температура може підвищуватись до $+3,3^{\circ}\text{C}$ - $+5,1^{\circ}\text{C}$. Це несприятливо позначається на розвитку сільськогосподарських культур.

Найтеплішим місяцем є липень з середньою температурою $+20,8^{\circ}\text{C}$.

Середня багаторічна кількість опадів становить 470 мм, але ця кількість нестійка. Коливання кількості опадів в кінці весни та на початку літа зумовлює періодичні посухи. В зимовий період в даній місцевості випадає мало опадів. Тому гостро стоїть питання снігозатримання та затримання талих вод.

Значне зниження урожаю спостерігається при випаданні у весняно-літній період 35% і нижче опадів, а у осінній – 25% і нижче.

Сума активних температур складає 2880°C . В цій зоні найактивніше проявляється вітрова ерозія. Обмежена кількість вологи при сильних вітрах обумовлює в короткі строки виконувати обов'язкове весняне закриття вологи та ранню сівбу ярих культур.

Зими малосніжні. Середня товщина снігового покриву для даної зони становить 34 см, в деякі роки сніговий покрив становить 8-14 см. Середня дата появи снігового покриву – в другій або третій декаді листопада. Сходить сніг в третій декаді березня.

В зимові місяці спостерігаються опади у вигляді дощу, що призводить до утворення льодової кірки та загибелі озимих культур.

Промерзання ґрунту у грудні місяці становить 16 см, в січні збільшується до 73 см, в лютому – до 83 см. Відтавання починається в кінці березня, закінчується – в квітні.

Не менш важливим елементом клімату є відносна вологість повітря. Влітку вона становить від 50 до 60%, а інколи падає нижче 30%, що призводить до пересихання ґрунту.

Днів з низькою вологістю повітря буває близько 32: в травні, червні, липні, що супроводжується суховійними вітрами, які призводять до пересихання ґрунту та значного зниження урожайності сільсько-господарських культур.

Слід зазначити, що в цілому кліматичні умови господарства за кількістю світла, тепла і вологи сприятливі для вирощування районованих сільськогосподарських культур. Разом з тим, деякі особливості клімату потребують суворого дотримання всього комплексу сільськогосподарських робіт по забезпеченню вологою ґрунту та культур, які вирощуються в даному господарстві.

Абсолютний максимум температури повітря спостерігався у липні і складав $+40^{\circ}\text{C}$, а мінімум – у січні -38°C . Найтеплішим місяцем за середньо багаторічними даними є липень із середньою температурою повітря $+18^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішим – січень – -7°C .

Середньомісячна температура вище 0°C спостерігається протягом 8-и місяців. Середнє число днів з температурою вище 5°C , коли проходить вегетація рослин, становить 204 дні; вище 10°C – 168 днів; вище 15°C – 125 днів; вище 20°C – 40 днів. Сума активних температур за рік складає 2065°C , чого цілком достатньо для визрівання основних сільськогосподарських культур.

Початок осінніх приморозків припадає на жовтень місяць, а останні приморозки спостерігаються іноді навіть в останній декаді травня. Весняні приморозки часто завдають шкоди основним сільськогосподарським культурам.

Середня тривалість безморозного періоду в повітрі дорівнює 179 днів, на поверхні ґрунту – 161 день.

Річна сума опадів у середньому становить 547 мм. Найбільше опадів, за середньо-багаторічними даними, випадає у червні (70 мм), у вигляді дощу, а найменше у лютому – 32 мм, переважно у вигляді снігу. У травні – вересні опади іноді випадають у вигляді дуже сильних злив.

Сніговий покрив, середня висота якого 20-30 см, з'являється в середньому 15-25 листопада і сходить у кінці березня. Сніговий покрив на території господарства зберігається протягом 70 – 110 днів.

Середня швидкість вітру становить 3,2 – 4,7 м/сек. Вітри бувають різних напрямків. Взимку на території господарства переважають східні і південно-східні вітри, на весні – північно-східні, влітку та восени північні та північно-західні. У травні й червні мають місце суховії, які значно понижують відносну вологість повітря.

В цілому ФГ «Добродар» має вигідне адміністративне розташування і досить сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування районованих на Полтавщині сільськогосподарських культур і для ведення сільськогосподарського виробництва взагалі.

Разом з тим, деякі особливості клімату – посуха і сильні вітри, а також коливання окремих кліматичних показників за роками, потребують суворого дотримання всього комплексу агротехнічних заходів по нагромадженню і збереженню вологи в ґрунті і по захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії.

Середня багаторічна кількість опадів становить 494,5 мм.

Середня багаторічна відносна вологість повітря складає 75,8%.

В умовах господарства літній період супроводжується пониженою відотною вологістю за високої температури повітря. Протягом року

найбільший дефіцит вологи буває в третій декаді червня, найменша відносна вологість повітря припадає на третю декаду травня.

Протягом років досліджень погодні умови були мінливими і нестабільними (табл. 2.1 – 2.2.). Зокрема, у 2024 році найхолоднішим був зимовий місяць січень. Хоча середньо добова температура була на рівні $-3,2^{\circ}\text{C}$, цього місяця абсолютний мінімум склав $-17,4^{\circ}\text{C}$. Але були дні з температурою $+5,6^{\circ}\text{C}$.

Лютий був тепліший, хоча абсолютний мінімум становив $-5,2^{\circ}\text{C}$, середньомісячна температура склала $+1,4^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум був на рівні $10,3^{\circ}\text{C}$. Протягом перших двох місяців 2024 року випало близько 94 мм опадів, глибина снігового покриву сягала 10 см.

Таблиця 2.1

Температура повітря у роки проведення досліджень

Роки	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	вер	жовт	лист	груд	За рік
2023	-1,8	-2,0	4,6	10	15,7	19,3	21,5	22,8	17,5	10,9	4,3	0,2	10,3
2024	-3,2	1,4	4,2	14,1	15,5	21,8	25,0	23,3	20,2	11,3	3,9	0,0	9,5
2025	1,8	-4,8	6,5	10,6	14,4	18,5	22,6	19,8	16,0	8,8	-	-	
С/б	-6,4	-8,8	-0,1	10,6	17,3	20,6	22,9	21,3	15,8	9,4	1,9	0,1	8,7

Початок весни відзначено як нетиповий для березня. Хоча середньодобова температура істотно не відрізнялася від температури останніх років спостережень і становила $4,2^{\circ}\text{C}$, абсолютний максимум температури склав $+22,1^{\circ}\text{C}$. Зниження температури у березні сягало $-6,6^{\circ}\text{C}$. Опади у вигляді дощу випали у кількості 23,7 мм.

Середньодобова температура квітня і травня була в межах $+15^{\circ}\text{C}$. В обидва місяці абсолютний максимум температури сягав 28°C , і в обидва місяці абсолютний мінімум становив $+0,3$ і $+2,5^{\circ}\text{C}$ відповідно. У квітні випала незначна кількість опадів – близько 20 мм, а у травні – 4,5 мм, які взагалі не були ефективними.

Середньодобова температура літніх місяців була в межах 21,8⁰С у червні і 25⁰С у липні. Абсолютний максимум температури був у липні +35,2⁰С, хоча подібна температура була і у серпні. У червні випало 64 мм опадів, а в липні і серпні їх не було взагалі.

Таблиця 2.2

Кількість опадів у роки проведення досліджень

Роки	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	вер	жовт	лист	груд	За рік
2023	18,1	37,5	39,8	93,7	54,3	35,4	53,9	68,5	49,6	87,4	114,1	70,4	722,7
2024	54,6	39,3	23,7	20,1	4,5	63,9	1,9	0,6	4,3	27,9	33,5	51	325,3
2025	15	11	27	35	96	30	37	23	8,9	51			
С/б	19,2	41	37,8	15,1	54	61	36	24	51	33	26	8,4	405,5

Посушливим був і перший місяць осені. У вересні було лише 4,3 мм опадів за середньодобової температури 20,2⁰С з абсолютним максимумом 31,9⁰С та абсолютним мінімумом 2,3⁰С.

Теплим був жовтень – середньодобова температура перевищила середню багаторічну на 1,9⁰С і склала 11,3⁰С. Абсолютний максимум становив 25,8⁰С, абсолютний мінімум 1,5⁰С. У жовтні покращилася ситуація з опадами. Їх випало близько 28 мм, що сприяло проростанню насіння озимих культур.

В першій декаді січня 2025 року опади, які випали у вигляді дощу та мокрого снігу, дещо зволожили ґрунт. На початку третьої декади січня та першої декади лютого погодна ситуація залишалася стабільною: від – 4,8 до + 2⁰ С. Мінімальна температура лютого місяця перебувала в межах -13,4⁰ С і максимальна – +5,7⁰С.

Весна у 2025 році була пізньою і не достатньо зволоженою. Березень відносно теплий – +6,5⁰С за середньо багаторічного показника +3,9⁰С. Абсолютний максимум становив + 18⁰С у першій декаді березня. У квітні та травні температура повітря перевищувала середньо багаторічні показники.

За весняний період загалом випало 158 мм опадів. Розподіл їх по місяцях був нерівномірний.

Літо тепле, але посушливе. У червні та липні опадів випало лише по 30 мм, у серпні ще менше – всього 25 мм.

Осінь 2025 року за тепловим режимом близька до звичайної. Дещо теплішим, ніж зазвичай, був вересень з середньомісячною температурою 16,0°C. Листопад був значно прохолоднішим від жовтня і вересня. Осінній період достатньо зволожений.

Таким чином, зважаючи на екстремальні погодні умови вегетаційного періоду 2025 року виробники-аграрії недоотримали значний обсяг валового збору сільськогосподарської продукції.

2.3 Методика проведення досліджень

Полеві дослідження по визначенню впливу мікоризного препарату Мікофренд на урожайність кукурудзи на зерно були проведені у 2024-2025 роках в умовах ФГ «Добродар» Полтавського району Полтавської області.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий малогумусний з вмістом гумусу 4,0 – 4,4%, рН сольової витяжки – 6,6-6,8, фосфору – 6,6-12,2 мг, калію – 7,0-13,4 мг/100 г ґрунту.

Схема досліду:

- 1 варіант – Без обробки (контроль)
- 2 варіант – Мікофренд 4 кг/т (торф. форма)
- 3 варіант – Мікофренд 4 л/т (рідка форма)
- 4 варіант – Мікофренд 1,5 л/га (рідка форма) в рядки

Мікофренд:

Ефект від застосування

- Активне заселення кореневої та прикореневої зони мікоризними грибами та сапрофітними ризосферними бактеріями.

- Збільшення площі поглинання кореневою системою рослин за рахунок утворення та розвитку мікоризи.
- Вироблення природних антибіотиків заселеними грибами і бактеріями та пригнічення розвитку збудників хвороб (фузаріозу, фітофторозу, альтернаріозу, бактеріозів чорного, базального та ін.) та шкідників (ураження нематодами тощо).
- Забезпечення рослин вітамінами, фітогормонами, амінокислотами.
- Забезпечення рослин збалансованим мінеральним живленням (азотом, фосфором, калієм, кальцієм тощо).
- Покращення схожості насіння, приживання розсади та саджанців.

Біологічна дія препарату

- Мікоризоутворюючі гриби, що зумовлюють утворення більш розвиненої кореневої системи.
- Покращення умов для колонізації прикореневої зони корисними для рослин мікроорганізмами, збільшення площі поглинання води та розчинів елементів живлення, покращення мінерального живлення та підвищення схожості насіння, приживлення розсади.
- Мікроорганізми, що підтримують утворення мікоризи та ризосфери рослин.
- Антагоністи патогенних для рослин грибів та бактерій, здатні фіксувати молекулярний азот; мобілізувати фосфор, продукувати ферменти для деградації складних органічних сполук ґрунту та перетворення їх на доступні для рослин форми.
- Фосфатмобілізуючі бактерії, здатні засвоювати як органічний, так і мінеральний азот, перетворювати важкорозчинні фосфати ґрунту, органічні сполуки фосфору в доступні для рослин мінеральні легкорозчинні солі фосфорної кислоти, продукувати фітогормони, вітаміни, інші БАР.

Склад препарату

- мікоризоутворюючі гриби: *Glomus VS*, *Trichoderma Harzianum*

- мікроорганізми, що підтримують утворення мікоризи та ризосфери рослин: *Streptomyces sp.*, *Pseudomonas Fluorescens*
- фосфатмобілізуючі бактерії: *Bacillus Megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Muciloginosus*, *Enterobacter sp.*, загальне число життєздатних клітин $(1,0 - 1,5) \times 10^8$ КУО/мл
- біологічно активні речовини: фітогормони, вітаміни, фунгіциди, амінокислоти

Призначення та застосування

- для обробки насіння зернових, бобових, технічних, овочевих культур
- внесення в рядок, фертигація
- для обробки розсади
- **Передпосівна обробка насіння:** проводять у затінку (уникаючи дії прямих сонячних променів) обприскуванням робочим розчином препарату МІКОФРЕНД (MYCOFRIEND) або замочуванням в ньому насіння у день висіву на 1-2 год. Обробку насіння проводять вручну, обприскувачем або машинами для протруєння. Оброблене насіння висівають одразу або просушують в затіненому місці до сипучого стану.
- **Внесення в рядок:** проводять робочим розчином біопрепарату під час сівби.

При використанні у баковій суміші МІКОФРЕНД вносити останнім. Перед застосуванням препарат збовтувати!

Робочий розчин біопрепарату готують в день обробки, за необхідності зберігають в прохолодному темному місці не більше 4-х годин, безпосередньо перед використанням перемішують до однорідності.

Попередником для кукурудзи була озима пшениця.

Технологія виконання агротехнічних прийомів у досліді – загально прийнята відповідно до зональних рекомендацій з вирощування кукурудзи в Лісостепу. Мікоризний препарат Мікофренд (4 кг/т і 4 л/т) використовували для

передпосівної обробки насіння та вносили Мікофренд (1,5 л/га) під час сівби кукурудзи в рядки за допомогою ранцевого обприскувача.

Спосіб сівби кукурудзи – пунктирний з міжряддям 70 см.

Висівався гібрид кукурудзи *Респект* (компанія «Сингента»). Це середньоранній (ФАО 240) гібрид. Характеризується високою здатністю утворювати другий качан. Положення качанів переважно вертикальне, качан добре озернений, короткий. Довжина обгортки дорівнює довжині качана. Чудово поєднує в собі ознаку ранньостиглості із високою продуктивністю, особливо в посушливих умовах. Високостійкий до пухирчастої сажки та вилягання. Середньостійкий до утворення пасинків. Гібриду властивий прискорений темп росту на початку вегетації. Тип зерна – кремнисто-зубовидний. Адаптований до вирощування в усіх кукурудзосіючих регіонах України. Рекомендована густина на період збирання в зоні Полісся — 75-90 тис. рослин/га, в Лісостепу — 60-70 тис. рослин/га, в зоні Степу - 45-55 тис. рослин/га.

Загальна площа дослідних ділянок становила 420 м², а облікових ділянок – 35 м².

Повторність дослідів – триразова. Розміщення варіантів систематичне.

У досліді проводили фенологічні спостереження, визначали індивідуальну продуктивність рослин, структуру урожаю та урожайність зерна.

Збирання врожаю проводили вручну у фазі повної стиглості початків з облікової площі ділянки з наступним перерахунком врожайності на обрушене зерно з 1 га при 14% вологості.

2.4 Агротехніка вирощування культури

Кукурудза при ретельному догляді за посівами залишає чистим від бур'янів поле і є добрим попередником для ярих культур. Найкращі врожаї кукурудзи одержують після озимої пшениці, попередником якої були пари, або багаторічні трави.

Своєчасний і якісний обробіток ґрунту має велике значення для майбутнього урожаю кукурудзи. Основний обробіток повинен забезпечити

знищення бур'янів, нагромадження і забезпечення вологи в ґрунті. Важливо якісно загорнути рослинні рештки і внести добрива.

Перше лушення проводили відразу після збирання зернових дисковими лушильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см, подрібнюючи рослинні решки після зернових і зберігаючи тим самим вологу в ґрунті; друге – через 10-12 днів після першого, теж ЛДГ-15. Цією операцією знищували бур'яни, які проросли, а також сходи падалиці. Потім вносили мінеральні добрива – аміачну селітру, суперфосфат і хлористий калій розкидачем РУМ-8, які заробляли у ґрунт БДТ-7, що дало змогу розмістити добрива у ґрунт на глибину 10-15см.

Основний обробіток ґрунту проводили полицевим способом плугом навісним ПЛН-5-35 в агрегаті з трактором Т-150К на глибину 25-27 см.

Весною проводили розпушування ґрунту важкими боронами БЗТС-1, тим самим закриваючи вологу від випаровування і запобігаючи пересиханню верхнього шару ґрунту. При появі бур'янів провели один міжрядний обробіток за допомогою культиватора КРН-4,2 на глибину 5-6 см. Передпосівну культивацію проводили разом із сівбою, щоб забезпечити мінімальний розрив між операціями. Сівбу проводили, коли ґрунт прогрівся до температури 10-12°C на глибину 5-6 см. Висівали кукурудзу сівалкою СУПН-8. Спосіб сівби – пунктирний, з міжряддям 70 см. Після сівби поле обов'язково прикочували котками ЗККШ-6А, що забезпечувало ретельне вирівнювання і гарний контакт зернівки з ґрунтом.

Збирання кукурудзи проводилося комбайном «JOHN DEERE» з приставкою для збирання зерна.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив препарату Мікофренд на формування елементів структури урожайності кукурудзи на зерно

Відомо, що на формування елементів продуктивності кукурудзи значно впливають умови її вирощування, до яких належать погодні умови в період вегетації культури та умови живлення, які ми створюємо технологією вирощування.

Основними елементами продуктивності, за рахунок яких формується урожайність зерна кукурудзи, є густота рослин в передзбиральний період, а також маса зерна з однієї рослини, яка знаходиться в прямій залежності від кількості качанів на рослині і маси зерна з однієї рослини. Ці показники представлені в таблицях 3.1 – 3.3.

Як свідчать дані таблиць 3.1 – 3.2, погодні умови, що склались у роки досліджень, суттєво впливали на формування елементів структури урожайності зернової кукурудзи.

Згідно даних таблиць, середня густота рослин по досліді мало відрізнялась по роках досліджень. Так, у 2024 році цей показник склав 58,0 тис. шт./га, а у 2025-му – 57,5 тис. шт./га.

Показник маси зерна з однієї рослини у 2024 році склав 109,5 г, в той час як у 2025-му цей показник становив 99,6 г. Що стосується кількості качанів на 100 рослин, то цей показник мало відрізнявся по роках досліджень при

середньому значенні у 2024 році 112,3 шт., у 2025-му – 110,3 шт. Таким чином, у 2024-му році сформувались вищі показники елементів продуктивності, що в кінцевому результаті сприяло формуванню більш високої урожайності.

Таблиця 3.1

Вплив препарату Мікофренд на формування елементів продуктивності кукурудзи, 2024 р.

Показники	Варіанти досліджу			
	Контроль	Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	Мікофренд 1,5 л/га (рідка ф.) в рядки
Густота рослин перед збиранням, шт./м ²	5,7	5,8	5,9	5,8
Кількість качанів на 100 рослин, шт.	105	112	117	115
Маса зерна з 1 рослини, г	101,9	110,7	113,5	111,9
Маса 1000 зерен, г	286,4	301,7	309,3	305,8

Таблиця 3.2

Вплив препарату Мікофренд на формуванні елементів продуктивності кукурудзи, 2025 р.

Показники	Варіанти досліджу			
	Контроль	Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	Мікофренд 1,5 л/га (рідка ф.) в рядки
Густота рослин перед збиранням, шт./м ²	5,6	5,7	5,9	5,8

Кількість качанів на 100 рослин, шт.	103	110	116	112
Маса зерна з 1 рослини, г	93,9	101,0	102,9	100,5
Маса 1000 зерен, г	280,2	298,4	307,5	301,1

Аналіз показників елементів продуктивності свідчить, що на формування продуктивності кукурудзи мали вплив передпосівна обробка насіння Мікофрендом і його припосівне внесення в рядки.

Так, у 2024 році максимальні показники структури урожайності відмічено у варіанті з передпосівною обробкою насіння кукурудзи препаратом Мікофренд в рідкій формі, дещо менші – за обробки насіння торф'яною формою препарату та за припосівного внесення.

В 2025 році у досліді сформувались нижчі показники елементів продуктивності кукурудзи. Посушливі погодні умови вегетаційного періоду не сприяли реалізації її генетичного потенціалу. Але в обидва роки досліджень простежується тенденція щодо збільшення величини показників елементів продуктивності від застосування біологічного препарату Мікофренд.

Оскільки роки досліджень дещо різнилися за гідротермічними показниками, про вплив від застосування препарату Мікофренд на формування елементів продуктивності кукурудзи ми можемо зробити висновки за середніми дворічними даними, які представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Вплив препарату Мікофренд на формування елементів продуктивності кукурудзи, середнє за 2024 – 2025 рр.

Показники	Варіанти досліді			
	Контроль	Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	Мікофренд 1,5 л/га (рідка ф.) в рядки

Густота рослин перед збиранням, шт./м ²	5,7	5,8	5,9	5,8
Кількість качанів на 100 рослин, шт.	104	111	117	114
Маса зерна з 1 рослини, г	97,9	105,9	108,2	106,2
Маса 1000 зерен, г	283,3	300,0	308,4	303,5

Дані таблиці 3.3 свідчать, що в середньому за два роки густота рослин суттєво не залежала від даного фактору впливу і становила в середньому по досліді 58,0 тис. шт./га. Основним показником, за рахунок якого сформувалась урожайність зерна кукурудзи, була маса зерна з однієї рослини. Цей показник по-різному формувался у роки досліджень. Так, у обидва роки найбільша маса зерна з однієї рослини – 108,2 г сформувалась у варіанті з передпосівною обробкою насіння кукурудзи препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т). Дещо менша – в середньому 106,1 г – у варіантах, де проводили передпосівну обробку торфяною формою препарату Мікофренд та за його припосівного внесення у рядки у рідкій формі. Найменша маса з 1 рослини – 97,9 г – сформувалась на контролі (без внесення препарату).

Аналогічну залежність відмічено при формуванні таких показників як кількість качанів на 100 рослин і маса 1000 зерен. Найвищі показники структури урожайності сформувались у 2024 році за передпосівної обробки насіння кукурудзи препаратом Мікофренд у рідкій формі і це дало можливість у даному варіанті отримати найвищу урожайність.

3.2. Вплив біологічного препарату Мікофренд на формування урожайності зерна кукурудзи

Агрономічною оцінкою застосування препаратів у технології вирощування кукурудзи є рівень урожайності зерна культури.

Численними дослідженнями встановлено, що одержати максимальну генетично зумовлену урожайність навіть на високоокультурених ґрунтах можна

лише за спрямованого регулювання живлення рослин з врахуванням законів формування врожаю, потреб культури, особливостей сорту чи гібриду.

Біологічні препарати, їх форми, види, способи внесення, співвідношення в них складових елементів повинні встановлюватись відповідно до етапів органогенезу рослин і вноситись відповідно до критичних фаз розвитку культури.

Продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою залежить як від проведення різних агротехнічних заходів, так і від погодних умов (в основному від водного і температурного режимів), які мали місце в період вегетації культури.

За результатами наших досліджень більш сприятливим для формування зерна кукурудзи був 2024 рік. Середня урожайність по досліді в цей рік склала 6,35 т/га. У 2025 році в період формування зерна стояла особливо суха і спекотна погода, що безумовно вплинуло на рівень урожайності зерна, яка в середньому по досліді склала 5,73 т/га.

У результаті проведених досліджень встановлено що, крім погодних умов, на формування урожайності зерна кукурудзи впливає передпосівна обробка насіння та припосівне внесення біологічного препарату Мікофренд – 4,0 кг/т; 4,0 л/т; 1,5 л/га (табл. 3.4 – 3.5).

Таблиця 3.4

Вплив препарату Мікофренд на формування урожайності зерна кукурудзи, т/га (2024 рік)

Варіанти досліді	Повторення			Середнє	Приріст урожайності	
	I	II	III		т/га	%
Контроль	5,82	5,75	5,86	5,81	-	-
Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	6,33	6,48	6,46	6,42	0,61	10,5
Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	6,77	6,69	6,64	6,7	0,89	15,3

Мікофренд 1,5 л (рідка ф.) в рядки	6,47	6,45	6,55	6,49	0,68	11,7
НІР _{0,5}				0,73		

В 2024 році від застосування мікоризного препарату Мікофренд (передпосівна обробка насіння та припосівне внесення) середня урожайність по варіантах склала 6,53 т/га, що на 0,73 ц/га або 12,5 % вище, ніж на контролі. У 2025 році цей приріст відповідно склав 0,58 т/га або 11,0 %.

Таблиця 3.5

**Вплив препарату Мікофренд на формування урожайності зерна кукурудзи,
т/га (2025 рік)**

Варіанти дослідів	Повторення			Середнє	Приріст урожайності	
	I	II	III		т/га	%
Контроль	5,26	5,22	5,33	5,26	-	-
Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	5,75	5,82	5,71	5,76	0,5	9,5
Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	6,14	6,09	5,98	6,07	0,81	15,4
Мікофренд 1,5 л (рідка ф.) в рядки	5,82	5,77	5,9	5,83	0,57	10,8
НІР _{0,5}				0,8		

Найвищий показник урожайності за два роки сформовано в 2024 році у варіанті, де проводили передпосівну обробку насіння кукурудзи рідкою формою препарату Мікофренд нормою 4 л/т – 6,7 т/га. Цей показник перевищив контроль на 0,85 т/га (15,3 %), а решту варіантів – у середньому на 0,24 т/га (3,6 %)

Встановлено, що урожайність зерна кукурудзи залежала також від способів проведення обробки біопрепаратом Мікофренд, про що свідчать дані таблиці 3.6. В середньому за два роки мінімальна урожайність (5,54 т/га) була на контролі.

Застосування біопрепарату Мікофренд за роки досліджень сприяло підвищенню урожайності зерна кукурудзи в середньому на 0,67 т/га, що становить 12,1 % і залежало від способу обробки і форми використання препарату.

Наприклад, за передпосівної обробки насіння торф'яною формою препарату (4 кг/т) урожайність зерна кукурудзи становила 6,09 т/га, що на 9,9 % вище контролю. За передпосівної обробки насіння кукурудзи біопрепаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т) урожайність зростає в порівнянні з контролем на 0,85 т/га (15,3%). А у варіанті з припосівним внесенням Мікофренду у рідкій формі (1,5 л/га) – приріст урожайності становить 0,62 т/га (11,2 %). Як бачимо, це менше, ніж за передпосівної обробки насіння препаратом у рідкій формі на 0,23 т/га, але більше на 0,07 т/га, ніж у варіанті з передпосівною обробкою насіння препаратом Мікофренд у торф'яній формі.

Таблиця 3.6

**Вплив Мікофренду на урожайність зерна кукурудзи, т/га
середнє за 2024 – 2025 рр.**

Варіанти	Роки		Середнє	Приріст урожайності	
	2024	2025		т/га	%
Контроль	5,81	5,26	5,54	-	-
Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	6,42	5,76	6,09	0,55	9,9
Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	6,7	6,07	6,39	0,85	15,3
Мікофренд 1,5 л (рідка ф.) в рядки	6,49	5,83	6,16	0,62	11,2
НІР _{0,5}	0,73	0,8			

Отже, максимальну урожайність отримано у варіанті з передпосівною обробкою насіння кукурудзи препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т), яка

на 0,85 т/га або 15,6 % перевищувала контроль і в середньому на 0,27 т/га – другий і четвертий варіанти. Цей варіант виявився найбільш ефективним.

3.3 Вплив препарату Мікофренд на якість зерна кукурудзи

За науково обґрунтованого застосування біопрепарати мікробного походження позитивно впливають не лише на величину урожаю зерна кукурудзи, а й на його якість.

Як правило, вони сприяють збільшенню маси 1000 зерен та вмісту білка, а вміст у зерні крохмалю та жиру майже не змінюється.

Поліпшення якості зерна кукурудзи під впливом біологічних препаратів має бути спрямованим, головним чином, на збільшення в ньому білкових сполук.

Встановлено вплив погодних умов протягом вегетаційного періоду на вміст білка в зерні кукурудзи: чим менше вологи і вище температура, тим вищий відсоток білка. Результати досліджень представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 4.7

Вплив регулятора росту рослин на вміст білка в зерні кукурудзи (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіанти	Роки		Середнє	± до контролю
	2024	2025		
Контроль	12,12	11,61	11,9	-
Мікофренд 4 кг/т (торф. ф.)	12,43	11,69	12,06	0,16
Мікофренд 4 л/т (рідка ф.)	12,61	12,16	12,38	0,49

Мікофренд 1,5 л (рідка ф.) в рядки	12,50	12,00	12,25	0,35
---------------------------------------	-------	-------	-------	------

2024 рік був посушливий у момент наливу зерна, що позитивно вплинуло на формування якісного зерна кукурудзи, а у 2025 році під час цвітіння і формування зерна була аномальна посуха, що негативно вплинуло як на формування урожайності культури, так і призвело до зниження вмісту білка в зерні. В 2024 році середній вміст білка по варіантах дослідів склав 12,42%, а у 2025 році – відповідно 11,87%.

В обидва роки досліджень відмічено деяке підвищення вмісту білка в зерні за рахунок обробки насіння кукурудзи мікробним препаратом Мікофренд, яке залежало і від способу та форми його застосування.

Згідно даних табл. 3.7, в середньому за роки досліджень найвищий вміст білка в зерні сформувався у варіанті із обробкою насіння препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т), який на 0,49 % перевищував контроль. Дещо менший вміст білка відмічено у варіанті з припосівним внесенням препарату в рядки (1,5 л/га), який на 0,35 % переважав контроль.

Найнижче значення по якості зерна було у другому варіанті, де проводилась передпосівна обробка насіння препаратом у торф'яній формі. На цьому варіанті білка було дещо більше, ніж на контролі, але менше, ніж на решті варіантах з обробкою препаратом Мікофренд.

Таким чином, застосування мікоризного препарату Мікофренд відчутно впливає на вміст білка в зерні кукурудзи, що підвищує його продовольчу цінність.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ МІКОФРЕНД

У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Агропромисловий комплекс України протягом багатьох років забезпечував досить значну частку у збільшенні валового внутрішнього продукту. Досягали цього за рахунок раціонального використання земельних, матеріальних і трудових ресурсів.

Основним показником економічної ефективності виробництва кукурудзи є сума прибутку від реалізації продукції. Остання залежить від розміру виручки та витрат, пов'язаних з виробництвом і реалізацією зерна кукурудзи.

На прибуток підприємств різних форм власності та господарювання значно впливає ціна реалізації, а також обсяг товарної продукції. Важливим фактором, що впливає на збільшення виручки від реалізації зерна кукурудзи є її репродукція, ступінь засміченості, посівні чи товарні якості (залежно від напряму використання). Основними шляхами підвищення економічної ефективності вирощування кукурудзи є зростання її продуктивності, зниження витрат та вдосконалення каналів реалізації.

Завданням наших досліджень передбачалось встановити економічну ефективність застосування біологічного препарату за вирощування кукурудзи на зерно.

Для економічної оцінки даних досліджень використовували наступні показники:

- урожайність – це показник, що характеризує кількість вирощеної продукції з 1 га посівної площі;
- затрати праці – це кількість витрат, необхідних для виробництва продукції з 1 га чи 1 ц цієї продукції;
- виробничі затрати, пов'язані з проектом виробництва продукції, виконанням робіт, наданням послуг;
- собівартість – економічна категорія, яка виражає в грошовій формі затрати на виробництво і реалізацію одиниці продукції;
- чистий дохід – частина вартості валової продукції, яка залишається після відшкодування матеріально-грошових витрат, включаючи оплату праці з відрахуваннями;
- рівень рентабельності – відношення чистого доходу до виробничих затрат, виражених у відсотках.

Під час розрахунку економічної ефективності застосування біологічного препарату Мікофренд при вирощуванні кукурудзи ми враховували виробничі затрати, які брали із даних технологічних карт та закупівельну ціну зерна, що в 2025 році на момент збирання зерна становила 8500 грн. за 1 тонну (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Економічна оцінка застосування мікоризного препарату Мікофренд
за вирощування кукурудзи на зерно, (2025 р.)**

Показники	Контроль	Мікофренд 4 кг/т (торф. форма)	Мікофренд 4 л/т (рідка форма)	Мікофренд 1,5 л/га (рідка форма) в рядки
Урожайність, т/га	5,54	6,09	6,39	6,16
Вартість валової продукції на 1 га, грн.	47090	51765	54315	52360
Виробничі затрати на 1 га, грн.	26246,85	26268,86	26280,86	26271,66

Собівартість 1 т, грн.	4737,6	4313,4	4112,8	4264,8
Чистий дохід на 1 га, грн.	20843,15	25496,14	28034,14	26088,34
Рівень рентабельності, %	79,4	97,1	106,7	99,3

Аналізуючи таблицю 4.1, можна зробити висновок, що обробка насіння і припосівне внесення мікоризного препарату Мікофренд сприяє підвищенню урожайності зерна культури, порівняно з варіантом-контролем, де кукурудзу не обробляли.

Виробничі затрати в середньому по варіантах дослідів становили 26267,06 грн. Найвища собівартість 1 т продукції простежується на контролі і становить 4737,6 грн. проти 4230,36 грн. у варіантах, де проводили обробку насіння і припосівне внесення препарату Мікофренд.

Чистий дохід і рівень рентабельності були найвищими у варіанті, де проводили передпосівну обробку препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т) і становили відповідно 28034,14 грн. і 106,7 %. Це перевищує контроль на 7190,99 грн. і 27,3 %. Досить високий рівень рентабельності одержано і в інших варіантах, де застосовували препарат Мікофренд: за передпосівної обробки насіння торф'яною формою препарату (4 кг/т) – 97,1 % та припосівного внесення в рядки (1,5 л/га) – 99,3 %.

Таким чином, за вирощування кукурудзи на зерно доцільно застосовувати біологічний препарат Мікофренд як для передпосівної обробки насіння нормою 4 кг/т, 4 л/т, так і під час сівби у рядки нормою 1,5 л/га. В результаті застосування препарату Мікофренд одержано високий рівень урожайності і рентабельності культури за незначних затрат на придбання і застосування даного препарату.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» в ФГ «Добродар» Полтавського району Полтавської області здійснюються заходи по охороні ґрунтового покриву та зменшенню негативного впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище. Так, основними принципами системи протиерозійних заходів є смугові посіви культур, регулювання випасу і поліпшення пасовищ, насадження лісових смуг.

Найбільш поширеним методом для запобігання як вітрової, так і водної ерозії є збереження на поверхні ґрунту рослинних решток, оранка впоперек схилу. При обробі ґрунту глибина розпушення не перевищує 27-30 см. Досить часто застосовують плоскорізний обробіток ґрунту, який зменшує змив в 6-13 разів і збільшує запас вологи в ґрунті на 20-40 мм.

В умовах сільськогосподарського виробництва значно посилюється вплив на ґрунт ходових систем сільськогосподарських машин.

Для запобігання переущільнення ґрунту в господарстві застосовують наступні заходи:

- при ранньому боронуванні застосовують тільки гусеничні трактори, що мають невеликий тиск на ґрунт ;
- всі роботи по вирощуванню сільськогосподарських культур проводять при вологості ґрунту не більше 20-22%;

- виключаються проходи сільськогосподарських агрегатів та інших машин по полю без потреби в них;
- завантажуються агрегати насінням, добривами, паливом тільки по краю поля без заїзду на нього транспортних засобів;
- розпушуються і зарівнюються сліди від коліс тракторів і сільськогосподарських машин.

З метою запобігання забруднення навколишнього середовища добривами в господарстві виконуються такі агрохімічні і агрономічні вимоги:

- у сівоzmіні під кожен сільськогосподарську культуру вносять оптимальні норми добрив;
- системи удобрення мають оптимальне співвідношення поживних елементів з урахуванням вимог культури, наявності в ґрунті рухомих форм поживних елементів і особливостей клімату;
- строки внесення добрив відповідають біологічним особливостям культури.

Використання пестицидів в великих масштабах веде до забруднення навколишнього середовища і продукції рослинництва токсичними речовинами.

На долю отрутохімікатів, при забрудненні навколишнього середовища припадає 20%. Широкомасштабне і неграмотне їх застосування може призвести до непередбачуваних наслідків. Крім того, багато пестицидів можуть розповсюджуватись за межі оброблюваних ділянок і в той час циркулювати в біосфері.

В атмосферу вони потрапляють безпосередньо при їх застосуванні, а також внаслідок випаровування їх з поверхні ґрунту, рослин. В подальшому при конденсації парів і створення крапельно-рідких або твердих частинок, пестициди із атмосфери потрапляють в ґрунт, на поверхню рослин і у водоймища, розповсюджуючись на значних територіях. В водоймища пестициди потрапляють з поверхневими ґрунтовими стоками із сільськогосподарських угідь.

Таким чином, пестициди і мінеральні добрива є одним із вагомих факторів в забрудненні навколишнього середовища.

Їх застосування є необхідною умовою на дію шкідливих природних організмів, конкуруючих з людиною за умови існування. Але є і інші шляхи боротьби із шкідливими факторами сільськогосподарського виробництва для підвищення врожайності культур.

Пропонуємо такі заходи при веденні виробництва, які дають змогу забезпечити охорону навколишнього середовища:

- локальне внесення оптимальних доз мінеральних добрив;
- мінімалізація внесення гербіцидів на основі оптимальних доз та найкращих строків застосування;
- підвищення якості агротехнічних операцій при внесенні ґрунтових гербіцидів;
- оптимізація застосування страхових гербіцидів;
- внесення органічних добрив з негайною їх заробкою;
- використання посівів сидеральних культур для збільшення площ удобрених органічними добривами;
- приведення складу мінеральних добрив і отрутохімікатів в належний стан;
- введення в сівозміни бобові культури;
- вдосконалення агротехнічного методу боротьби з шкідниками і бур'янами в посівах сільськогосподарських культур;
- біологічний метод боротьби з шкідниками (ентомофаги, мікробіологічні препарати);
- карантинні методи (перевірка посівного матеріалу);
- фізичний метод боротьби з шкідниками, зокрема під час зберігання врожаю (охолодження, сушка зерна).

Не можна допускати забруднення навколишнього середовища відходами тваринницьких комплексів і ферм.

Таким чином, для забезпечення оптимальної взаємодії з навколишнім середовищем, охорони землі під час її використання, підвищення родючості ґрунту необхідно дбайливо ставитися до землі, що містить в собі як кількісну,

так і якісну оцінку екологічного стану землекористування. Постійно вдосконалювати технологічні процеси, що пов'язані безпосередньо з використанням земель і впливають на якість вирощуваної продукції.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Вирощування кукурудзи як технологічний процес передбачає виконання широкого комплексу польових робіт – підготовка ґрунту, сівба, догляд за посівами, внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин, збирання врожаю. Кожен з етапів містить потенційні виробничі ризики, тому питання забезпечення охорони праці мають першочергове значення. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» працівники мають право на безпечні умови праці, а роботодавець зобов'язаний створити умови, що відповідають нормативно-правовим актам у сфері безпеки та гігієни праці.

Організація охорони праці у сільськогосподарських підприємствах повинна ґрунтуватися на вимогах Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», а також галузевих правил охорони праці в агропромисловому виробництві. Керівництво господарства зобов'язане розробляти організаційні й технічні заходи щодо безпечного виконання сезонних польових робіт, включаючи сівбу кукурудзи.

Охорона праці – це система, яка включає в себе: правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні і лікувально-

профілактичні заходи та засоби. Всі ці заходи і засоби спрямовані на збереження життя, здоров'я і працездатність людини у процесі трудової діяльності.

У господарстві постійно складається комплексний план організаційних заходів з питань охорони праці та забезпечення санітарного епідеміологічного благополуччя, в якому іде перелік заходів щодо охорони праці, термін їх виконання, та відповідальні особи за проведення цих заходів.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ

1. Транспорт, що задіяний на перевезення добрив, повинен мати справну кабіну, що відповідає вимогам ГОСТ 12.2.120.

2. Кузов транспортного засобу для перевезення твердих добрив та карбаміду повинен бути чистим і без щілин. Кожній транспортній одиниці видається брезент для накривання вантажу.

3. Не допускається перевезення одночасно з добривами харчових продуктів, питної води, предметів домашнього вжитку.

4. Не допускається проводити в нічну пору приготування розчину карбаміду та внесення добрив.

5. При приготуванні робочого розчину та його внесенні варто працювати у гумових рукавицях.

6. Працівники повинні бути обізнані з правилами надання першої медичної допомоги при потрапленні добрив, карбаміду чи робочого розчину на шкіру, в очі та шлунок.

7. Після закінчення робіт по внесенню обприскувач повинен бути очищений від залишків робочого розчину і промитий водою на спеціально відведеному майданчику.

8. Після внесення добрив обов'язково вимити руки та вмитися.

9. Склади для зберігання добрив повинні відповідати типовим проектам, розробленим відповідно до ДБН 13.2-7, ВНТП 12/1-89, ВНТП 12/2-89 та ВНТП 12/3-89.

10. У виробничих приміщеннях повинні бути передбачені природні, примусові або змішані системи вентиляції згідно з ГОСТ 12.4.021.

11. Добові запаси добрив допускається зберігати на тимчасових пристосованих складських приміщеннях за умови дотримання вимог охорони навколишнього середовища й збереження ними фізико-хімічних властивостей.

13. Під час проведення робіт по використанню добрив забороняється: приймати їжу й напої, палити; не допустима присутність сторонніх осіб, не зайнятих даною роботою.

14. На території та у приміщенні складу вивішуються знаки безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026.

При аналізі виконання вимог безпеки у ФГ «Добродар» виявлено наступні недоліки: відсутність брезенту для накриття вантажу; знаки безпеки, вивішені у приміщенні складу, мають неналежний (старий) вигляд. Відсутня кімната для відпочинку працівників. Потрібно більше приділяти уваги санітарно-побутовим приміщенням.

На сьогоднішній день вся техніка, яка працює, пройшла технічний огляд. Але не всі автомобілі укомплектовані вогнегасниками, медичними аптечками, металевими ланцюгами заземлення. Порушення правил експлуатації техніки, обладнання та умов праці зумовлюють отримання травм та професійних захворювань.

За останні три роки у господарстві нещасних випадків не зафіксовано, тому втрат працездатності внаслідок травматизму немає, але залишається високий коефіцієнт захворювань працівників через вірусні хвороби, застуди або хронічні захворювання. Таким чином, відсутність на всіх виробничих ділянках належно створених умов праці призводить до виникнення як сезонних захворювань, так і професійних.

Для вдосконалення стану охорони праці в господарстві пропонуємо запровадити наступні заходи:

- 1) обладнати виробничі та санітарно-побутові приміщення, робочі місця;
- 2) забезпечити працівників засобами індивідуального захисту;
- 3) усунути вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів або привести їх рівнів на робочих місцях до вимог нормативно-

правових актів з охорони праці;

- 4) провести атестацію робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці та аудиту з охорони праці, оформити стенди;
- 5) своєчасно проводити інструктажі та цільове навчання з охорони праці працівників, спеціалістів, організовувати семінарів з цих питань;
- 6) надавати працівникам, зайнятим на роботах з шкідливими умовами праці, спеціального харчування, молока чи рівноцінних харчових продуктів;
- 7) проводити обов'язковий попередній, періодичний та позаплановий медичний огляд працівників, зайнятих на важких роботах, роботах з небезпечними чи шкідливими умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі.

ВИСНОВКИ

Максимальні показники структури урожайності відмічено в 2024 році у варіанті з передпосівною обробкою насіння кукурудзи препаратом Мікофренд в рідкій формі, дещо менші – за обробки насіння торф'яною формою препарату та за припосівного внесення.

Середня густина рослин по досліді мало відрізнялась по роках досліджень. У 2024 році цей показник склав 58,0 тис. шт./га, а у 2025-му – 57,5 тис. шт./га. Найбільша маса зерна з однієї рослини – 108,2 г сформувалась у варіанті з передпосівною обробкою насіння кукурудзи препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т).

Застосування мікоризного біопрепарату Мікофренд за роки досліджень сприяло підвищенню урожайності зерна кукурудзи в середньому на 0,67 т/га, що становить 12,1 % і залежало від способу обробки і форми використання препарату.

Найвищий вміст білка в зерні сформувався у варіанті із обробкою насіння препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т), який на 0,49 % перевищував контроль. Дещо менший вміст білка відмічено у варіанті з припосівним внесенням препарату в рядки (1,5 л/га), який на 0,35 % переважав контроль.

Чистий дохід і рівень рентабельності були найвищими у варіанті, де проводили передпосівну обробку препаратом Мікофренд у рідкій формі (4 л/т) і становили відповідно 28034,14 грн. і 106,7 %. Це перевищує контроль на 7190,99 грн. і 27,3 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С., Курилов О., Бобров О. Підживлення кукурудзи: маловідоме, але ефективне. *Пропозиція*. 2016. 15.08 2016.
2. Архипенко Ф.М., Артющенко О.О., Кухарчук П.І. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та поживності кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 6. С. 15-18.
3. Базалій В.В. Зінченко О.І., Базалій В.В., Лавриненко Ю.О. та ін. *Рослинництво* : Підручник ін. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 520 с. : іл.
4. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія / за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
5. Гаврилов С. Навіщо потрібна мікоризація кукурудзи. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohiiyi-vyroshchuvannya/navishcho-potribna-mikoryzatsiya-kukurudzy>
6. Гаврилов С. Чому кукурудза потребує мікоризації? *Польові культури*. 13.03. 2025. Режим досупу: <https://btu-center.com/blog/comu-kukurudza-potrebuje-mikorizaciyi>

7. Гришин О.М. Альтернативна технологія вирощування кукурудзи та інших просапних культур в сучасних умовах. *Зерно*. 2012. № 3. С.21-24.
8. Деркач О. Допомогти вистояти. Мікоризація кукурудзи підвищить стресостійкість рослин в умовах тривалого дефіциту вологи чи недостатнього рівня живлення культури. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/article/dopomogty-vystoyaty/>
9. Димитров С., Саблук В. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур за мікоризації кореневої системи. *Захист рослин*. 2022. С. 142 – 145.
10. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В. Г. Скляр; за заг. ред. Ю. А. Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.
11. Здоровий ґрунт – багатий врожай. Новітні технології оздоровлення ґрунтів за допомогою мікоризантів. Компанія VITAGRO PARTNER. Режим доступу: <https://agroelita.info/zdorovyj-grunt-bagatyj-urozhaj-novitni-tehnologiyi-ozdorovlennya-gruntiv-za-dopomogoyu-mikoryzantiv/>
12. Зінченко В.І. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001 р. 391с.
13. Кобернюк О., Григор'єв В., Небаба К., Гаврилянчик Р., Плахтій Д. Роль мікоризних грибів у підвищенні ефективності використання добрив у сільському господарстві. Режим доступу: <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-27-9-2024/rol-mikoriznikh-gribiv-u-pidvishchenni-efektivnosti-vikoristannya-dobriv-v-silskomu-gospodarstvi>
14. Климчук О.В. Особливості формування врожайності зерна в простих гібридах кукурудзи. *Зерно*. 2009. № 11. С. 27-29.
15. Клочко А. Препарати для утворення мікоризи дають понад \$100/га жодаткового прибутку. Режим доступу: <https://kurkul.com/interview/1083-nataliya-voloschuk-preparati-dlya-utvorenniya-mikorizi-dayut-ponad-100-ga-dodatkovogo-pributku>

16. Коваленко О.А., Дробітько А.В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.-практ. конф., м. Київ, 13-14 березня 2018 року. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727 – 730.
17. Копилов Є. П. Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини. Сільськогосподарська мікробіологія. 2012. № 15–16. С. 7–28.
18. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування урожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10, № 1. С. 18 – 26.
19. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання. К.: Центр навчальної літератури, 2004. С. 808.
20. Логінова І.В., Білера Н.М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія, [S.I.], п. 195, лют. 2015.
21. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації. Підгот. Є. М. Лебідь, В. С. Циков, Ю. М. Пащенко [та ін.]. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
22. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 1. С. 101 – 108.
23. Остапчук М. О., Поліщук І.С. Мазур О.В., Максимов А.М. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 5–17.
24. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Мазур О. В., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ВНАУ, 2017. 334 с.

25. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпро: АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
26. Підвищення рентабельності вирощування кукурудзи із застосуванням біопрепаратів. Підсумки досліджень BTU та Кернел. Режим доступу: <https://superagronom.com/blog/1092-pidvischennya-rentabelnosti-viroschuvannya-kukurudzi-iz-zastosuvannyam-biopreparativ--pidsumki-doslidjen-btu-ta-kernel>
27. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54 – 61.
28. Поліщук М.І. Паламарчук О.Д. Вплив позакоренових підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С.102 – 109.
29. Продукція для АПК. URL:<https://btu-center.com/promisloviy-sektor/> (дата звернення: 10.04.2021).
30. Сучек М. Актуально про мікоризу: підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Агроном*. 2019. Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/aktualno-pro-mikoryzu/>
31. Циганський В.І. Оптимізація системи удобрення сої на основі ікоистання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 69 – 81.
32. Чайковська Л.О. Ефективність поєданого використання біопрепаратів на основі фосфатмобілізувальних бактерій та мінеральних добрив при вирощуванні Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво 197 зернових на півдні України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 52–58.

33. Черкас В. Мікориза для здорової кукурудзи. Агрономія Сьогодні. 25 червня 2019 року. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/14212-mikoryza-dlia-zdorovoi-kukurudzy.html>
34. Шморгун О. Ефективність мікоризних препаратів під час вирощування зернових культур на прикладі кукурудзи. 2018. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/10141-efektyvnist-mikoryznykh-preparativ-pid-chas-vyroshchuvannia-zernovykh-kultur-na-prykladi-kukurudzy.html>
35. Юрченко С. О., Баган А. В., Сіленок І. Д., Богата І. В. Вплив мікоризного препарату на формування урожайності гібридів огірка посівного в умовах захищеного ґрунту. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 126–131.
36. Юрченко С.О., Палазюк Б.О., Білокінь А.В. Вплив мікоризного препарату на урожайність пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 139. С. 190 – 197.
37. Appropriate nonmycorrhizal controls in arbuscular mycorrhiza research: a microbiome perspective / Gryndler M., Šmilauer P., Püschel D. et al. *Mycorrhiza*. 2018. No. 28 (5). P. 435–450.
38. Smith S. E. *Mycorrhizal symbiosis*. Read; [3rd eds.]. London: Academic Press, 2008. 815 p.
39. <http://olgopol.com.ua/posts/efektyvne-pidzhyvlennya-kukurudzy>
40. <https://ecoorganic.ua/blog/post/vrazhayuchi-rezultati-kukurudzi-v-sezoni-2018>