

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 Агрономія
Освітньо-професійна програма Агрономія

«Допускається до захисту»

Завідувач кафедри агрохімії,

доктор с.-г. наук, професор

_____Сергій КРАМАРЬОВ

«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр на тему:

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГУМІНОВИХ ДОБРИВ ПРИ
ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА «ПРОГРЕС» КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач вищої освіти _____ Тарас МАТЮШЕНКО

Керівник дипломної роботи:
к. с.-г. наук, доцент _____ Любов БАНДУРА

Дніпро 2024 р.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет – агрономічний
Спеціальність – 201 Агрономія
Освітньо-професійна програма Агрономія

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри агрохімії,
д-р. с.- г. наук, професор

_____ Сергій КРАМАРЬОВ
«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

**на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу другого (магістерського)
рівня вищої освіти**

Матюшенко Тарасу Володимировичу

1. Тема роботи: *«Ефективність застосування гумінових добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області»*

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 10 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи:

- с.-г. підприємство – фермерське господарство «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області;
- сільськогосподарська культура – кукурудза.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

- викласти методику проведення досліджень;
- зробити порівняльний аналіз фактичної врожайності кукурудзи;
- провести оцінку досліджуваних елементів;
- на основі розрахунків та аналізу проведених досліджень зробити висновки та надати рекомендації виробництву.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- таблиці характеристики ґрунту з основними показниками родючості, структура посівних площ у господарстві;
- аналіз виробничого травматизму у господарстві;
- таблиця економічної ефективності вирощування кукурудзи.

6. Дата видачі завдання: 15 вересня 2023 року

Керівник
кваліфікаційно роботи _____ Любов БАНДУРА

Завдання прийняв
до виконання _____ Тарас МАТЮШЕНКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури	01.04.2024 – 30.04.2024	виконано
2.	Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	01.05.2024 – 30.06.2024	виконано
3.	Методика та результати проведення досліджень	15.10.2024. – 30.10.2024	виконано
4.	Економічна оцінка	15.10.2024. – 30.10.2024	виконано
5.	Охорона праці	15.11.2024. – 24.11.2024	виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	06.12.2024	виконано

Керівник
кваліфікаційно роботи _____ Любов БАНДУРА

Завдання прийняв
до виконання _____ Тарас МАТЮШЕНКО

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Об'єкт і предмет досліджень	30
2.2 Умови проведення досліджень	30
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	53
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	60

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: «Ефективність застосування гумінових добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області»

Система удобрення відіграє центральну роль у підвищенні урожайності та покращенні технологічних характеристик якості зерна. Незалежно від ґрунтово-кліматичних умов, вона є одним із базових компонентів агротехнологічного процесу. Саме оптимальне та своєчасне забезпечення рослин елементами живлення здатне значно зменшити негативний вплив природних та антропогенних факторів.

Об'єкт дослідження. Процеси росту, розвитку та продуктивності кукурудзи за умов вирощування в фермерському господарстві «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Предмет дослідження. Вплив гумінових добрив на агробіологічні показники росту і розвитку кукурудзи, формування її врожайності, якісні характеристики зерна та економічну ефективність вирощування в умовах фермерського господарства.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 65 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 11 таблиць. Список використаних джерел складається з 52 найменувань.

В роботі зазначено, що рівень рентабельності у контрольному варіанті склав 127,1%. Використання гумату калію та Biokleyser підвищило цей показник до 141,9% і 148,0% відповідно. Найвищий рівень рентабельності було зафіксовано у варіанті Smart Grow Humax – 172,4%, що на 45,3% перевищує контроль.

Ключові слова: ФГ «Прогрес», кукурудза на зерно, гумінові речовини, технологія, урожайність, охорона праці, економічна ефективність.

ВСТУП

Система удобрення відіграє центральну роль у підвищенні урожайності та покращенні технологічних характеристик якості зерна. Незалежно від ґрунтово-кліматичних умов, вона є одним із базових компонентів агротехнологічного процесу. Саме оптимальне та своєчасне забезпечення рослин елементами живлення здатне значно зменшити негативний вплив природних та антропогенних факторів [14].

У випадку кукурудзи, що має складний і варіативний цикл розвитку, підхід до удобрення повинен бути диференційованим. Це зумовлено специфічними ритмами росту та зміною потреб рослин у поживних речовинах на різних етапах вегетації. Для забезпечення повноцінного живлення кукурудзи особливо ефективним є використання водорозчинних добрив у період вегетації. Таке підживлення є результативним у зонах достатнього зволоження, на піщаних або легкосуглинкових ґрунтах, а також за умов відсутності основного чи рядкового внесення мінеральних добрив.

Однак використання лише азотних, фосфорних і калійних добрив без додавання мікроелементів не завжди приносить очікуваний ефект, особливо на ґрунтах із низьким вмістом мікроелементів. Піщані та супіщані ґрунти, зокрема, часто мають дефіцит бору, міді, молібдену, цинку та марганцю. Дослідження підтверджують, що для досягнення високих показників урожайності ці елементи необхідно вносити разом із основними добривами. Наприклад, бор, мідь і молібден відіграють важливу роль у забезпеченні повноцінного розвитку круп'яних культур, тоді як цинк і марганець сприяють підвищенню стійкості рослин до стресових умов [16].

Останніми роками в умовах розвитку органічного землеробства зростає інтерес до використання гуматів – природних фізіологічно активних речовин, що містяться в гумінових кислотах. Вперше їх ефективність була виявлена ще у середині XX століття. Л.А. Христева в 1947 році експериментально довела, що гумінові кислоти сприяють більш ефективному засвоєнню мінеральних елементів навіть за умов нестачі фосфору чи надлишку азоту.

Гумати не лише покращують живлення рослин, але й відіграють роль у зниженні шкоди від пестицидів. Наприклад, дослідження А.Г. Азанова (1973) показали, що пригнічення рослин гербіцидами значно знижується за використання гуматів. Подібний ефект спостерігався і при внесенні фунгіцидів та інсектицидів. Крім того, гумінові кислоти підвищують стійкість рослин до стресових факторів, таких як дефіцит вологи, високі температури чи несприятлива кислотність ґрунту.

Аналіз літератури підтверджує, що чим більше фактори зовнішнього середовища відхиляються від оптимальних умов для рослин, тим помітнішою стає дія гуматів. Однак ефективність їх використання потребує подальшого уточнення – від визначення оптимальних доз та строків внесення до дослідження їх сумісності з іншими хімічними препаратами.

Таким чином, удосконалення системи удобрення, включаючи інтеграцію мікроелементів та гуматів, є важливим напрямом підвищення врожайності й якості зерна. Це вимагає комплексного підходу з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей, фази розвитку рослин та специфіки застосування добрив.

Об'єкт дослідження. Процеси росту, розвитку та продуктивності кукурудзи за умов вирощування в фермерському господарстві «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Предмет дослідження. Вплив гумінових добрив на агробіологічні показники росту і розвитку кукурудзи, формування її врожайності, якісні характеристики зерна та економічну ефективність вирощування в умовах фермерського господарства.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Україна традиційно вважається однією з найродючіших країн світу завдяки своїм унікальним ґрунтовим ресурсам, зокрема чорноземам, які є основою її аграрного потенціалу. Як аграрна держава, Україна приділяє значну увагу розвитку землеробства – ключової галузі сільського господарства. Ґрунт слугує основним джерелом живлення для сільськогосподарських культур, забезпечуючи рослини необхідними поживними речовинами.

Проте в умовах інтенсифікації сільського господарства й активного використання земельного ресурсу проблема збереження та підвищення родючості ґрунтів стає надзвичайно актуальною. Щорічне отримання високих врожаїв із якісною продукцією потребує значних ресурсів. Ті поживні речовини, які рослини отримують із органічної речовини ґрунту або важкорозчинних мінеральних сполук унаслідок діяльності мікроорганізмів і кореневої системи, часто є недостатніми для забезпечення інтенсивного землеробства [17].

З часом природний потенціал ґрунтів погіршується. Зменшується вміст гумусу, знижується кількість мікроорганізмів, які беруть участь у засвоєнні рослинами мікроелементів. Особливо це стосується малородючих ґрунтів, які охоплюють значну частину орних земель України. На сьогодні близько 90% орних земель країни піддаються процесам деградації, спостерігається зростання частки кислих сільськогосподарських земель. Такі процеси спричиняють втрату родючості, що є однією з основних загроз для розвитку аграрного сектору.

Для відновлення й підвищення родючості ґрунтів, а також для забезпечення стабільної врожайності сільськогосподарських культур необхідно впроваджувати науково обґрунтовані, екологічно безпечні методи землеробства. Зокрема, це включає раціональне застосування мінеральних та органічних добрив, а також пестицидів, що мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище. Крім того, сучасні технології обробітку ґрунту з використанням мінімальних засобів хімізації стають невід'ємною складовою

сталого землеробства [26].

Особливої уваги потребує розробка добрив, адаптованих до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов України. Це дозволить ефективніше враховувати регіональні особливості та забезпечувати максимальну ефективність у різних аграрних зонах. У світовій практиці землеробства на сьогодні застосовується широкий асортимент добрив. Серед них виділяють мінеральні добрива, які виробляються хімічною промисловістю, та органічні добрива, що отримуються з місцевих ресурсів, таких як відходи тваринництва, промисловості та комунального господарства.

Органічні добрива мають значний потенціал у підвищенні родючості ґрунту завдяки збагаченню його органічною речовиною, тоді як мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними макро- та мікроелементами. Оптимальне поєднання цих видів добрив дає змогу створювати екологічно збалансовані системи удобрення, які сприяють збереженню природних властивостей ґрунту та отриманню високих і стабільних врожаїв.

В аграрному секторі України мінеральні добрива на основі нітратів та фосфатів набули широкого застосування завдяки їх високій ефективності в забезпеченні рослин необхідними поживними речовинами. Проте довготривале та нерегульоване використання таких добрив створює значну загрозу для здоров'я людей і стану довкілля. Накопичення в продуктах харчування нітратів, нітритів, пестицидів, гербіцидів та інших хімічних сполук призводить до зростання кількості алергічних, онкологічних та хронічних захворювань. Крім того, забруднення ґрунтів хімічними речовинами спричиняє їх деградацію, незалежно від кліматичних зон і типів ґрунту [32].

Попри ці ризики, мінеральні добрива залишаються незамінним інструментом в агроценозах. Вони не лише забезпечують рослини основними поживними речовинами, але й виконують важливі екологічні функції. Завдяки застосуванню мінеральних добрив підвищується енергія життєвих процесів у ґрунті, покращуються його фізико-хімічні властивості, а також мобілізуються елементи живлення, що сприяє кращому засвоєнню рослинами. Однак для

зменшення негативного впливу таких добрив необхідно впроваджувати раціональні підходи до їх використання.

Оптимальним рішенням для підвищення ефективності аграрного виробництва є впровадження органо-мінеральних добрив, які поєднують переваги органічних і мінеральних компонентів. Вони дозволяють зменшити шкідливий вплив на довкілля, покращуючи при цьому якість ґрунтів і сільськогосподарської продукції. Особливу перспективу мають технології, що спрямовані на комплексне вирішення кількох завдань: утилізація органічних відходів для створення добрив, підвищення врожайності, поліпшення якості продукції, а також захист рослин від шкідників і збудників хвороб.

Світовий досвід підтверджує, що систематичне використання органічних добрив, таких як гумус, компости, пташиний послід, залишки соломи, зелене добриво та інші, сприяє відновленню родючості ґрунту. У сучасному землеробстві органічні добрива забезпечують ґрунт біологічно активними речовинами, зокрема гуматами – солями гумінових кислот, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Гумати стимулюють обмін речовин у рослинах, покращують проникнення мінеральних речовин у клітини, підвищують стійкість рослин до стресових умов і сприяють збільшенню врожайності [35].

Гумати натрію та калію, що виробляються в промислових масштабах, є особливо ефективними для підвищення адаптивного потенціалу рослин. Вони активізують біоенергетичні процеси в ґрунті, сприяючи його оздоровленню, і водночас покращують якісні показники сільськогосподарської продукції. Крім того, гумати допомагають зменшити шкідливий вплив пестицидів і гербіцидів, стимулюючи відновлення рослин, уражених хімічними засобами захисту.

Однак гумати та органічні добрива мають і свої недоліки. Висока вартість виробництва, менший вміст поживних речовин порівняно з мінеральними добривами та повільніший процес їх засвоєння рослинами є основними перешкодами до їх широкого застосування. Для подолання цих обмежень необхідні науково обґрунтовані підходи до виробництва та використання

органічних добрив, зокрема розробка доступних технологій виробництва гуматів.

Ефективне використання добрив у сучасному сільському господарстві залежить від рівня культури землеробства. Зокрема, наголос робиться на правильному зберіганні, накопиченні та застосуванні органічних добрив, що дозволяє зберігати їхні корисні властивості й мінімізувати втрати. У світі найбільш продуктивними є системи удобрення, що базуються на збалансованому поєднанні органічних і мінеральних компонентів.

Варіативність впливу гумінових речовин на рослини та ґрунт залежить від джерела отримання продукту, культури, на якій вони застосовуються, умов середовища, норми та способу внесення. Основними джерелами гумінових речовин є природна гумусована органічна речовина, така як торф, компости й вермикомпости, а також корисні копалини, наприклад, леонардіт. Завдяки своїй хімічній структурі та біологічній активності гумінові речовини позитивно впливають на родючість ґрунту, діючи через фізико-хімічні та біологічні механізми.

Біостимулюючий ефект гумінових речовин проявляється через поліпшення кореневого живлення рослин. Це досягається завдяки підвищенню катіонообмінної здатності ґрунту, що збільшує доступність макро- та мікроелементів, зокрема фосфору. Інший важливий механізм полягає у стимуляції протонних насосів плазматичної мембрани рослин, які відіграють ключову роль у транспортуванні іонів і метаболітів. Гумінові речовини також демонструють ауксиноподібну, цитокініноподібну та гібереліноподібну активність, що стимулює розвиток кореневої системи та забезпечує кращу адаптацію рослин до несприятливих умов [52].

За позакореневого застосування гумінових препаратів відзначають збільшення вмісту хлорофілів а і b, загальних каротиноїдів, що підвищує фотосинтетичну активність рослин. Крім того, гумінові речовини активують антиоксидантні ферменти, сприяючи підвищенню стійкості рослин до стресових факторів. Важливим є також збільшення вмісту фенолів і проліну в

листя, що посилює адаптивні можливості рослин.

У сучасному аграрному виробництві гумінові речовини виступають не лише як біостимулятори, але й як ефективний засіб збереження та покращення ґрунтової родючості. Гумус, багатий на гумінові кислоти та їх солі (гумати), є основою родючості ґрунту. Завдяки сучасним технологіям виробництва гумінових добрив з природної сировини, таких як буре вугілля, торф і перепрілий гній, отримують комплекс біологічно активних речовин, макро- та мікроелементів. Це забезпечує високу якість і ефективність таких препаратів у сільському господарстві.

Гумінові добрива мають здатність поліпшувати фізико-хімічні властивості ґрунту, зокрема структуру ґрунтових агрегатів, а також підвищувати його водоутримувальну здатність і стійкість до ерозії. Застосування таких добрив у сільському господарстві сприяє раціональному використанню ресурсів, зниженню хімічного навантаження на довкілля та покращенню якісних характеристик врожаю [52].

Незважаючи на численні переваги гумінових речовин, їх застосування має певні обмеження. Серед них висока вартість виробництва та менша концентрація поживних речовин порівняно з традиційними мінеральними добривами. Крім того, процес засвоєння гумінових речовин рослинами є більш тривалим, що може зменшувати їхню ефективність за умов інтенсивного землеробства.

Загалом гумінові речовини представляють значний потенціал для сталого розвитку сільського господарства, оскільки вони забезпечують не лише підвищення врожайності, а й збереження ґрунтового ресурсу. Їх подальше впровадження в агротехнології вимагає науково обґрунтованого підходу, зокрема вивчення норм внесення, способів застосування та можливостей комбінування з іншими добривами. Це дозволить досягти високих результатів у виробництві сільськогосподарської продукції з урахуванням екологічних і економічних вимог.

Гумати широко застосовуються у різних галузях народного господарства

завдяки своїм унікальним властивостям. У рослинництві вони відіграють роль потужного стимулятора росту, що забезпечує підвищення врожайності сільськогосподарських культур на 15–20%. Водночас гумати сприяють поліпшенню якості продукції та зниженню виробничих витрат, що робить їх економічно вигідними для аграрного сектора. У тваринництві гумати використовуються для збільшення продуктивності тварин, завдяки чому підвищується ефективність господарської діяльності [47, 52].

У галузі екології гумати знайшли своє застосування у відновленні техногенно забруднених земель, рекультивації ґрунтів, очищенні стічних вод та інших заходах екологічного спрямування. Їхні властивості ефективно нейтралізують токсини, відновлюють родючість ґрунту і сприяють підтриманню екологічного балансу.

Навіть у нафтогазовій промисловості гумати застосовуються при проведенні бурових робіт. Їхнє використання сприяє зміцненню стінок свердловин, покращенню стабільності геологічних порід та відновленню екологічних параметрів ґрунтів і вод у районах видобутку. Це ще раз підкреслює універсальність та багатофункціональність цих речовин.

Окрему увагу слід приділити використанню гуматів у рослинництві, оскільки саме в цій сфері вони демонструють найбільшу ефективність. Гумінові добрива, які поділяють на натрієві, калієві та кальцієві, є природними регуляторами росту, що стимулюють розвиток рослин. У сільському господарстві їх застосовують для вирощування овочевих, технічних, зернових, плодово-ягідних культур, а також для газонних і лугових трав. Ці добрива використовуються як у відкритому, так і в закритому ґрунті, в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах.

Гумати стимулюють проростання насіння, посилюють розвиток кореневої системи та надземної частини рослин, прискорюють строки дозрівання врожаю, підвищують його якість. Окрім того, вони знижують потребу у хімічних добривах, сприяючи екологізації агротехнологій. Ці добрива широко застосовуються з метою підвищення енергії проростання насіння,

стимулювання формування та розвитку кореневої системи, а також поліпшення загального стану рослин, що, у свою чергу, сприяє збільшенню кількості та якості отриманої продукції [52].

Сучасні інновації у рослинництві, овочівництві, садівництві та вирощуванні декоративних культур активно сприяють підвищенню ефективності агровиробництва. Найбільш популярними серед них є використання регуляторів і стимуляторів росту рослин, бактеріальних препаратів, мікро- та біодобрих, а також рідких і твердих органо-мінеральних добрив [6, 28]. Постійне розширення асортименту фізіологічно активних препаратів дозволяє аграріям вибирати оптимальні рішення для різних культур і умов вирощування. Водночас, широке впровадження багатьох із цих засобів обмежується їхньою високою вартістю, що стимулює пошук економічно вигідних альтернатив.

У цьому контексті гумати вирізняються як перспективні препарати завдяки їхній доступності, простоті виробництва та економічній доцільності. Останніми роками популярність гумінових препаратів в аграрному секторі значно зростає. Це обумовлено їхньою ефективністю навіть за несприятливих умов середовища, таких як відчутні відхилення кліматичних показників від оптимальних значень або техногенне забруднення біосфери. Доведено, що гумати підвищують неспецифічну резистентність рослин до стресових чинників, сприяють їхньому кращому розвитку та зростанню [21, 25, 36].

Методи отримання гумінових препаратів поділяються на два основних напрями: виробництво баластних і безбаластних гуматів. Баластні гумати виготовляються шляхом вилюговування гумусових речовин, при цьому біологічно активні компоненти не відокремлюються від загальної маси. Такі препарати є напівпродуктами, які потребують подальшої обробки користувачем, зокрема настоювання на воді, для виділення гуматів [20, 32, 39, 41]. Цей підхід має переваги у простоті та економічності, однак для використання готового продукту потрібні додаткові дії.

Виробництво безбаластних гуматів є більш складним і технологічно

досконалим процесом. Воно передбачає обробку сировини, такої як буре вугілля або торф, водними розчинами каустичної соди за високого тиску в автоклавах. Після цього рідкий продукт відокремлюється від твердого залишку, що дозволяє отримати високоочищений препарат, готовий до використання. Безбаластні гумати мають більш стабільну концентрацію активних речовин, що забезпечує їхню ефективність та зручність у застосуванні.

Гумінові кислоти, отримані з бурого та окисленого кам'яного вугілля, за своїми властивостями принципово не відрізняються від гумінових кислот ґрунту, хоча й мають певні відмінності у будові. Ці відмінності обумовлені біохімічними факторами, ступенем вивітрювання сировини та стадією вуглеутворення. Особливістю гумінових кислот, виділених із торфу, є значна периферійна частина, яка демонструє високу активність у гідролітичних та окислювальних перетвореннях. Це дозволяє торфовим гуміновим кислотам мати унікальні властивості, які підвищують їхню ефективність у різних агротехнічних застосуваннях [11, 19, 30, 33].

В Україні використання гумінових препаратів стрімко набирає популярності, що обумовлює значний інтерес до цих агротехнічних інновацій.

Проте слід зазначити, що лише близько 50% від загальної кількості зареєстрованих препаратів виготовляються українськими виробниками. Це при тому, що Україна має значні обсяги доступної сировини для виробництва гумінових добрив, зокрема буре вугілля, торф та інші органічні ресурси. Вітчизняний потенціал залишається недостатньо реалізованим, і одним із ключових стримуючих факторів є складність та витратність процедури отримання дозвільної документації. Процес реєстрації нових препаратів включає численні перевірки, експертизи та узгодження, що потребує значного часу та фінансових ресурсів [24, 37, 47, 50].

Окрім бюрократичних бар'єрів, вітчизняним виробникам доводиться змагатися з імпортною продукцією, яка часто має більш усталену репутацію на ринку. Тим не менш, перспективи розвитку українського виробництва гумінових добрив є надзвичайно значними. Використання локальної сировини

у поєднанні із сучасними технологіями виробництва може суттєво знизити вартість продукції, зробивши її доступною для широкого кола аграріїв.

Завдяки своїм унікальним властивостям гумінові кислоти мають великий потенціал у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва, особливо в умовах кліматичних змін і деградації ґрунтів. Важливим завданням є оптимізація процедур реєстрації та підтримка вітчизняних виробників, що дозволить повною мірою реалізувати можливості гумінових препаратів у сільському господарстві України.

Результати виробничих досліджень, проведених у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, демонструють різну ефективність застосування гумінових добрив. Зокрема, на Поліссі ефективність гуматів виявилася найвищою завдяки сприятливим умовам вологозабезпечення та складу ґрунтів. У Центральному Степу спостерігається зниження ефективності, що зумовлено низьким рівнем вологи у ґрунті, однак на Півдні України показники знову зростають завдяки здатності гуматів покращувати водоутримувальні властивості ґрунту. В умовах посушливого клімату використання гумінових добрив значно підвищує стійкість сільськогосподарських культур до повітряної та ґрунтової посухи, що позитивно впливає на врожайність зернових культур [4, 8, 29].

Дослідники також звертають увагу на специфічну видову та сортову чутливість рослин до гумінових препаратів. Це означає, що ефективність їхнього застосування може варіюватися залежно від виду чи сорту рослин. Деякі вчені обґрунтовують необхідність використання гуматів як комплексоутворювальних речовин, які здатні зв'язувати важкі метали у ґрунті, знижуючи їх накопичення у сільськогосподарській продукції. Зокрема, катіони важких металів утворюють із гуматами нерозчинні сполуки, які випадають в осад, завдяки чому зменшується їхня токсичність.

Дослідження показали, що молекулярна структура гуматів, яка має міцелярну будову, дозволяє зв'язувати значну кількість іонів важких металів. Наприклад, гумати здатні утримувати двократну кількість катіонів важких

металів, ефективно зв'язуючи їх у ґрунті. Експериментальні дані підтверджують, що внесення гумату натрію у дозі 0,5–5,0 т/га зменшує надходження радіоактивного цезію в рослини на 30–43%. Окрім того, гумінові препарати сприяють нейтралізації шкідливого впливу пестицидів, активують синтез нуклеїнових кислот і білків, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин [42, 46, 51].

Важливим аспектом використання гуматів є їх здатність оптимізувати фізико-хімічні властивості ґрунту. Зокрема, гумати покращують структуру ґрунту, підвищують його водоутримувальну здатність та доступність поживних речовин для рослин. Це особливо актуально для регіонів із дефіцитом вологи та деградованими ґрунтами. Завдяки цим властивостям гумінові добрива сприяють зменшенню негативного впливу екологічних стресів, таких як посуха, високі температури та техногенне забруднення.

Гумати широко застосовуються у сільському господарстві завдяки своїм унікальним властивостям і універсальності. Перед посадкою рослин гумати використовують для замочування насіння, розсади, кореневищ саджанців і бульб, що значно підвищує їх схожість і стійкість до стресових факторів. У процесі вирощування вони застосовуються шляхом періодичного поливу, обприскування рослин або внесення безпосередньо в ґрунт. Такий широкий спектр застосування робить гумати незамінними в сучасному землеробстві.

Європейські, а тепер і українські фермери, обирають гумати через їх численні переваги. Ці препарати характеризуються доступною ціною, що робить їх економічно вигідними навіть для дрібних господарств. Гумати сумісні з пестицидами, що дозволяє використовувати їх одночасно з іншими засобами захисту рослин, зменшуючи кількість окремих обробок. Крім того, їхнє використання забезпечує зниження норм витрат традиційних добрив, оскільки гумати підвищують ефективність засвоєння поживних речовин рослинами. Навіть невеликі дози гумінових препаратів забезпечують високий результат, сприяючи поліпшенню схожості, зростання та розвитку культур. Вони також сприяють збереженню врожаю під час зберігання, знижуючи

втрати продукції.

Гумати позитивно впливають на стан ґрунту, знижуючи його кислотність і засоленість, а також зв'язують важкі метали, радіонукліди та залишки пестицидів, покращуючи екологічні властивості ґрунту. У рослин підвищується стійкість до несприятливих умов середовища, таких як посуха, надмірна вологість або заморозки. Гумати також забезпечують захист від бактеріальних і грибкових захворювань. Крім того, їхнє використання сприяє дотриманню стандартів екологічно чистого виробництва, що є актуальним у сучасних умовах.

Гумати відіграють важливу роль у регуляції біохімічних процесів у клітинах рослин. Вони активізують поглинання ультрафіолетового випромінювання, прискорюють процес фотосинтезу в листі та підвищують рівень накопичення енергії у клітинах. Наприклад, внесення гуматів у фазі куціння у злакових культур сприяє формуванню більшої кількості пагонів, що безпосередньо впливає на врожайність. Завдяки активації внутрішніх біохімічних процесів у клітинах рослини стають більш стійкими до несприятливих погодних умов, таких як заморозки, посуха чи надмірна вологість, і демонструють підвищену стійкість до грибкових захворювань. Використання гуматів у поєднанні з пестицидами також сприяє швидшому відновленню рослин після обробки, оскільки гумінові добрива стимулюють регенеративні процеси.

Економічна доцільність використання гуматів доведена багатьма дослідженнями. Зокрема, у Національному науковому центрі "Інститут землеробства НААН" було розпочато серію багаторічних досліджень із застосування гумату калію на трьох культурах: гречці, просі та горосі. Мета досліджень полягала у вивченні впливу гуматів на зростання, розвиток та продуктивність цих культур. Досліди триватимуть три роки на спеціально закладених дослідних ділянках для забезпечення повного аналізу результатів. Очікується, що отримані дані дозволять підтвердити високу ефективність гумінових препаратів у різних агротехнічних умовах і сприятимуть їх

подальшому поширенню у сільському господарстві України.

Результати досліджень підтверджують, що гумінові кислоти суттєво покращують ґрунтові умови, сприяючи підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Завдяки застосуванню гумінових препаратів поліпшується структура ґрунту, активізується розвиток кореневої системи рослин і зростає ефективність засвоєння поживних речовин. Обробка насіння гуматами демонструє їхню роль як потужного стимулятора росту. У таких випадках спостерігається підвищення схожості насіння, збільшення енергії проростання, а також покращення посівних якостей. Рослини, вирощені із застосуванням гуматів, формують більш розвинений листковий апарат, активно накопичують суху речовину, що створює оптимальні умови для формування високих показників врожайності.

Гумат натрію особливо позитивно впливає на ростові процеси, посилюючи засвоєння фосфору з ґрунту і забезпечуючи рослини необхідними елементами живлення. Наприклад, внесення гумату калію по рослині (3 кг/га) і в ґрунт (6 кг/га) демонструє відмінні результати на різних культурах. Дослідження показали, що для проса найбільший приріст врожаю – 36% – був отриманий при внесенні гуматів лише в ґрунт. При цьому врожайність зросла з 3,53 т/га у контрольному варіанті до 3,89 т/га. У разі одночасного внесення гуматів у ґрунт і на рослину врожайність склала 3,78 т/га.

Для гречки та гороху кращі результати досягалися при комбінованому застосуванні гуматів як у ґрунт, так і на рослину. У випадку гречки врожайність без внесення гуматів становила 1,91 т/га, тоді як додавання гуматів у ґрунт підвищило її до 2,16 т/га. Одночасне внесення в ґрунт і на рослину дало ще кращий результат – 2,24 т/га. Для гороху приріст продуктивності склав 0,29 т/га порівняно з контрольним показником у 3,38 т/га, що свідчить про ефективність гуматів у підвищенні врожайності навіть на культурах із відносно високим базовим рівнем продуктивності.

Ефективність гуматів обумовлена їхнім впливом на фізико-хімічні процеси в ґрунті, стимулюванням росту кореневої системи та оптимізацією

фізіологічних процесів у рослинах. У разі проса максимальна ефективність досягалася за внесення гуматів у ґрунт, що, ймовірно, пов'язано із більш ефективним їх засвоєнням кореневою системою. Натомість для гречки та гороху комбіноване внесення сприяло оптимальному балансу засвоєння через ґрунт і листя, що пояснює вищі показники врожайності.

Гумати позитивно впливають на структуру ґрунту, покращуючи його фізичні, хімічні та біологічні властивості. Особливо помітна їхня дія на важких глинистих ґрунтах, де гумінові речовини сприяють руйнуванню надлишкових солей і тривимірної структури глини. Це відбувається завдяки створенню умов для взаємного відштовхування глинистих частинок. Як наслідок, поліпшується водно-повітряний режим ґрунту, що забезпечує кращі умови для розвитку кореневої системи рослин [21, 47, 51].

Здатність гумінових сполук розчиняти значну кількість ґрунтових мінералів робить їх ефективними мобілізаторами важкодоступних для рослин елементів. Це сприяє підвищенню доступності мінерального живлення. Додавання гуматів до орного шару ґрунту призводить до зростання вмісту рухомого фосфору, обмінного калію та мінерального азоту. Такі зміни сприяють більш ефективному використанню поживних речовин рослинами, що позначається на їхньому рості й продуктивності.

Гумінові кислоти та їх солі також створюють довгострокові запаси поживних елементів, включно з вуглеводами, амінокислотами та іншими органічними сполуками. Завдяки цьому ґрунт отримує стабільне джерело живлення, яке підтримує рослини протягом усього вегетаційного періоду. Крім того, гумати активізують мікробіологічну активність ґрунту, стимулюючи розкладання органічної речовини та підвищуючи її біодоступність для рослин. Це не лише підвищує родючість ґрунту, але й сприяє його довготривалому відновленню та збереженню екологічної стабільності [4, 8, 12].

Біологічні властивості ґрунту під впливом гуматів також зазнають значних позитивних змін. Гумати стимулюють активність різноманітних груп мікроорганізмів, які відіграють ключову роль у процесах мобілізації поживних

речовин. Ці мікроорганізми сприяють вивільненню доступних форм фосфатів і вуглецю, що є важливими джерелами живлення для рослин. Збільшення мікробіологічної активності ґрунту під впливом гуматів також сприяє більш ефективному розкладанню органічних решток, що покращує загальний рівень родючості ґрунту [19, 30, 31].

Родючість ґрунтів значною мірою залежить від вмісту органічних сполук, які об'єднують під загальною назвою "гумінові речовини". Ці сполуки накопичувалися у ґрунтах протягом тривалого часу в результаті природних процесів. Походження гумінових речовин пов'язане з біохімічним розкладом і трансформацією органічних решток. Склад гумінових речовин дуже різноманітний і включає гумінові кислоти, фульвокислоти, їхні солі (гумати і фульвати), а також гуміни – сполуки гумінових кислот і фульвокислот із ґрунтовими мінералами. Ці компоненти відіграють критичну роль у забезпеченні ґрунту поживними речовинами і формуванні його структури [5, 15, 23].

Тривалий час накопичення органічних решток в осадових породах і вплив зовнішніх факторів, таких як температура, вологість і кисневий режим, сприяли утворенню каустобіолітів – органічних відкладень, збагачених гуміновими речовинами. У каустобіолітах гумінові речовини зберігаються переважно у вигляді гумінових кислот, які після активації набувають фізіологічно активного стану. У цьому стані вони ефективно працюють як стимулятори росту рослин і джерела поживних елементів. Активація гумінових речовин досягається шляхом підвищення температури або додавання реагентів, які переводять гумінові кислоти у водорозчинний стан. Цей процес забезпечує доступність гумінових сполук для рослин і дозволяє максимально реалізувати їхній потенціал.

Покращення біологічних властивостей ґрунту через гумати також включає посилення взаємодії між органічними і мінеральними компонентами ґрунту, що забезпечує формування стабільних гумусових комплексів. Завдяки цим змінам гумати не лише підвищують родючість ґрунту, але й покращують його

стійкість до ерозії, зменшують ризик деградації та сприяють довгостроковому збереженню його продуктивності. У результаті ґрунт стає більш сприятливим для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур, що забезпечує сталий розвиток аграрного сектору.

Кількість гумінових речовин у добривах значною мірою залежить від складу каустобіоліту, з якого вони отримані, а також від способу активізації. Наприклад, торф містить від 0,8 до 3,3% азоту, тоді як буре вугілля має приблизно 1,2% азоту. Проте обробка бурого вугілля, наприклад, аміачною водою, не лише активізує гумінові речовини, але й підвищує вміст азоту в добриві до 4,0%. Що стосується фосфору і калію, їхній вміст у таких добривах становить менше 0,2%, тобто недостатньо для того, щоб гумати могли розглядатися як основне джерело NPK (азоту, фосфору, калію). Отже, позитивний вплив гумінових добрив на ріст і розвиток рослин, а також на родючість ґрунту, значною мірою не залежить від кількості цих мінералів [6, 20, 55].

Наукові дослідження підтверджують, що головний ефект від внесення гумінових речовин пов'язаний з їхнім впливом на фізичні властивості ґрунту. Було встановлено, що гумінові добрива суттєво змінюють водно-фізичні характеристики ґрунтів. На легких ґрунтах їхнє застосування підвищує капілярну і польову вологоємність у середньому на 20–30%, що сприяє більш ефективному зберіганню вологи в ґрунті. На важких ґрунтах гумати покращують водопроникність, забезпечуючи кращий доступ води і повітря до кореневої системи рослин [6, 7, 8, 9, 54].

Окрім того, гумінові речовини сприяють поліпшенню структури ґрунту. Вони підвищують водоміцність ґрунтових агрегатів, що робить структуру стійкішою до ерозії та ущільнення. Це особливо важливо для підтримання стабільної родючості ґрунту в умовах інтенсивного землеробства. Внесення гумінових добрив також зменшує густину ґрунту, полегшуючи розвиток кореневої системи і покращуючи умови для росту рослин.

Гумати відіграють роль своєрідних регуляторів ґрунтових процесів. Вони

впливають на утримання вологи, покращують її доступність для рослин і сприяють рівномірному розподілу води в орному шарі. Це особливо важливо для регіонів з посушливим кліматом, де ефективне використання ґрунтової вологи є критичним фактором для забезпечення високої врожайності.

Застосування гумінових добрив, навіть у низьких дозах, позитивно впливає на фізичні та біологічні властивості ґрунту. Низькі дози гуматів підвищують водоміцність ґрунтових агрегатів, що робить ґрунт більш стійким до ерозії та ущільнення. Високі дози гумінових добрив сприяють зміні співвідношення структурних одиниць ґрунту на користь агрономічно цінних фракцій. Це збагачує гумусне середовище та сприяє поліпшенню біологічних характеристик ґрунту [5, 26, 54].

Один із ключових ефектів гумінових добрив полягає у стимулюванні мікробіологічної активності. Посилення діяльності мікроорганізмів спостерігається як у перший рік внесення гуматів, так і в наступні роки. Максимальна чисельність мікроорганізмів реєструється на початкових фазах розвитку рослин, особливо при застосуванні твердих форм гумінових добрив. Найбільший вплив гумати мають на азотфіксуючі, амоніфікуючі та нітрифікуючі бактерії, а також на целюлозоруйнівні й маслянокислі мікроорганізми. Ці групи мікроорганізмів відіграють важливу роль у розкладанні органічної речовини, синтезі доступного для рослин азоту та фосфору, а також у формуванні гумусних сполук [7, 11, 27, 42].

Одночасно зі збільшенням чисельності корисних мікроорганізмів спостерігається підвищення ферментативної активності ґрунту. Це покращує мобілізацію поживних елементів у формах, доступних для засвоєння рослинами. Ферментативна активність сприяє збільшенню кількості рухомого фосфору та азоту в ґрунті, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Такі зміни створюють більш сприятливі умови для ґрунтового живлення культур і посилюють процеси мінералізації органічних речовин.

Ґрунти, в які вносили гумати, характеризуються покращеними азотними та фосфатними режимами. Це досягається за рахунок активного накопичення

гумусних сполук, зокрема гумінових кислот, які утворюються в процесі мобілізації органічних залишків. Новоутворення гумінових кислот сприяє тривалому збагаченню ґрунту, створюючи стабільний запас поживних речовин для рослин.

Гумінові добрива мають унікальну властивість знижувати або навіть повністю усувати негативний вплив несприятливих факторів, які зазвичай перешкоджають нормальному росту і розвитку рослин. Особливо вони ефективні в умовах, коли живлення рослин значно відхиляється від оптимальних показників. Наприклад, при нестачі фосфору в ґрунті гумінові добрива демонструють високу ефективність, особливо на ранніх етапах розвитку рослин. Завдяки своїм захисним властивостям ці добрива забезпечують радіозахист, знижують фітотоксичний вплив гербіцидів і пестицидів, а також активно адсорбують шкідливі домішки, що накопичуються в ґрунті [5, 11, 20, 21, 36].

Одна з головних особливостей гумінових добрив – їхня комплексна дія на ґрунт і рослини, яка включає кілька взаємопов'язаних процесів. Перш за все, гумати впливають на фізико-хімічні та фізичні властивості ґрунту, покращуючи його структуру, водопроникність і водоутримувальну здатність. Це забезпечує краще постачання кореневої системи рослин водою та поживними речовинами, створюючи сприятливі умови для їх росту.

По-друге, гумінові добрива безпосередньо впливають на життєдіяльність рослин і мікроорганізмів. Вони стимулюють ріст кореневої системи, покращують процеси фотосинтезу та активізують мікробіологічну активність ґрунту. Мікроорганізми, зокрема азотфіксуючі, нітрифікуючі та целюлозоруйнівні бактерії, під впливом гуматів працюють більш інтенсивно, сприяючи мобілізації поживних речовин і підвищуючи їх доступність для рослин.

По-третє, гумінові добрива посилюють внутрішньогрунтові процеси обміну, активізуючи мобілізацію важкодоступних форм поживних речовин. Вони сприяють утворенню нових гумусових сполук, зокрема гумінових кислот,

які довготривало збагачують ґрунт і створюють резерв поживних елементів для рослин. Це особливо важливо в умовах стресів, спричинених кліматичними змінами чи деградацією ґрунтів.

Кінцевим результатом такого комплексного впливу є суттєве підвищення родючості ґрунту та збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Завдяки своїм властивостям гумінові добрива стають невід'ємною частиною сучасних агротехнологій, дозволяючи не лише покращити якість і кількість урожаю, але й сприяти екологічному відновленню ґрунтів. Такий підхід відповідає концепції сталого розвитку сільського господарства, забезпечуючи збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Наукові дослідження останніх років, а також багаторічний практичний досвід у застосуванні гуматовмісних препаратів і рідких органо-мінеральних добрив свідчать про необхідність диференційованого підходу до їх дозування залежно від фаз розвитку рослин. Особливо важливим є принцип: що менша листові поверхні рослин, то більшою має бути концентрація препарату за діючою речовиною. Однак цей підхід часто ігнорується комерційними структурами, що орієнтуються на універсальні рекомендації, зокрема через маркетингові та економічні причини.

Ще один важливий аспект, який заслуговує уваги, стосується сумісного застосування гуматів із засобами захисту рослин і протруйниками насіння. Виробники часто рекламують можливість зменшення доз дороговартісних препаратів завдяки використанню гуматів. Проте науково обґрунтованих підстав для такого зниження доз не існує. У баковій суміші для забезпечення належного ефекту обов'язково має бути рекомендована кількість діючої речовини. Економія, про яку йдеться, насправді досягається за рахунок зниження кількості технологічних прийомів, коли за одне внесення комбінуються кілька препаратів. Крім того, гумати сприяють зменшенню стресу для рослин, спричиненого гербіцидами, пестицидами та іншими агрохімікатами [1, 20, 32, 35].

Особливу увагу слід приділити технологічним аспектам використання

гуматовмісних препаратів і добрив, які часто залишаються поза увагою в інструкціях виробників. Одним із ключових моментів є погодні умови під час обробки рослин. Застосування гуматів на вегетуючих рослинах слід проводити за хмарної погоди, але за відсутності опадів і туману. Це забезпечує кращу абсорбцію препарату рослиною і запобігає його втратам через змивання чи випаровування.

Технологічний підхід до використання гуматів також передбачає врахування фаз розвитку рослин і умов їх живлення. Наприклад, на ранніх етапах розвитку рослини потребують високої концентрації гуматів для стимуляції кореневої системи і закладки вегетативної маси. На пізніших етапах, коли рослини формують плоди чи зерно, концентрацію можна знижувати, оскільки гумати на цьому етапі виконують підтримувальну функцію, сприяючи більш ефективному засвоєнню поживних речовин із ґрунту.

Вражаючі результати використання гумінових кислот як ефективного стимулятора росту рослин були вперше помічені понад п'ятдесят років тому. Під час серії експериментів професор Христева Л.А. застосовувала виділені гумінові кислоти, зокрема гумат калію і натрію, для добрива контрольних рослин. Результати експериментів виявилися надзвичайними. Удобрювані рослини продемонстрували стрімкий ріст, а їхня коренева система значно перевершувала контрольні варіанти. Розгалуженість і потужність коренів були настільки вражаючими, що коренева система збільшилася втричі, нагадуючи густе мочало [6].

Сьогодні зв'язок між застосуванням гумінових добрив і підвищенням врожайності вже ніким не оспорується. Країни Європи, Америка та Австралія активно виробляють і використовують гумінові добрива, визнаючи їхню економічність, ефективність і екологічну безпеку. Гумати стають невід'ємною частиною сучасних агротехнологій завдяки їхній здатності покращувати структуру ґрунту, підвищувати засвоєння поживних речовин і води, а також захищати рослини від стресових факторів.

В Україні використання гуматів лише набирає популярності, хоча багато

аграріїв уже оцінили їхні переваги. Однією з причин їхнього впровадження є підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур у складних умовах, таких як деградовані ґрунти чи дефіцит вологи. Придбання гумату калію або інших гумінових препаратів стає все більш актуальним для аграріїв, які прагнуть не лише збільшити врожайність, а й знизити витрати на хімічні добрива.

Гумати позитивно впливають на всі аспекти росту рослин. Вони стимулюють розвиток кореневої системи, посилюють фотосинтетичну активність і прискорюють обмін речовин у клітинах рослин. Рослини, оброблені гуматами, краще переносять посуху, низькі температури, надмірну вологу та інші несприятливі умови. Завдяки цьому гумати сприяють стабільному росту і розвитку культур навіть у стресових умовах.

Крім того, гумінові добрива мають значний екологічний ефект. Вони допомагають знижувати негативний вплив хімічних засобів захисту рослин і пестицидів, зменшуючи токсичність ґрунтів. Водночас гумати сприяють утворенню нових гумусових сполук, що забезпечує довготривале підвищення родючості ґрунту.

Гумати є природними компонентами, які широко поширені в навколишньому середовищі, однак у природному стані вони перебувають у неактивній формі та мають недостатню концентрацію корисних речовин. Через це їхнє безпосереднє застосування на полях дає мінімальний ефект. Для того щоб гумати дійсно допомогли посівам і сприяли підвищенню врожайності, необхідно використовувати їх у спеціально підготовленій формі, наприклад, у вигляді рідкого гумату калію. Ефективність такого добрива досягається лише за умови дотримання всіх технологічних рекомендацій, зокрема інструкцій із його застосування [8, 52].

Рівень ефективності гуматів залежить від багатьох факторів, серед яких слід виділити вміст і якість біологічно активних речовин, концентрацію робочих розчинів, дозування, стан ґрунту, температуру, вологість та інші агрокліматичні умови. Проте при рівних умовах вирішальними факторами є

концентрація гумату в розчині та його доза. Концентрація вимірюється у міліграмах на літр (мг/л) або у відсотках (%), тоді як доза визначається в кілограмах на гектар (кг/га), грамах на квадратний метр (г/м²) або в кілограмах на кубічний метр (кг/м³) об'єму ґрунту. Ці параметри залежать від способу застосування гуматів: замочування насіння перед посівом, фоліарного (некореневого) підживлення водними розчинами або внесення гуматів безпосередньо в ґрунт. Кожен спосіб має свої оптимальні концентрації та дози, які потрібно точно враховувати [14, 24, 27].

Ефективність гуматів значною мірою залежить від дотримання оптимальних умов застосування. Інтервал оптимальних параметрів, у яких позитивний ефект гуматів проявляється максимально, може бути доволі вузьким. Наприклад, надто висока концентрація може спричинити фітотоксичність, тоді як надто низька – виявитися недостатньою для досягнення бажаного ефекту. Тому для визначення найкращих умов часто проводять серії контрольних експериментів із поступовою зміною доз і концентрацій. Такі дослідження допомагають знайти оптимальні показники для конкретних ґрунтово-кліматичних умов і культур.

Щоб забезпечити стабільний ефект від використання гуматів, важливо використовувати препарати з високою стабільністю властивостей. Сучасні технології дозволяють отримувати гумінові добрива, які мають більш стабільний склад і властивості порівняно з продуктами, що використовувалися раніше. Це сприяє кращій відтворюваності результатів і забезпечує більш високу ефективність їх застосування.

Загалом, гумати демонструють максимальну ефективність лише за умови правильного вибору доз і способів внесення, які враховують специфіку рослин, ґрунту та кліматичних умов. Їхнє використання дозволяє не лише підвищити врожайність, а й покращити якість продукції, оптимізувати структуру ґрунту та забезпечити екологічно стійке ведення сільського господарства.

Дослідження, проведені співробітниками компанії «АГРОБІО», показали, що при позакореновому підживленні рослин найбільшу біологічну активність

демонструють водні розчини гуматів із концентрацією 0,005–0,009% за діючою речовиною (ДВ). Ці концентрації були підтверджені в подальших дослідженнях багатьох вчених і агрономів, які використовували саме такі розчини у своїх експериментах [23, 29, 37].

Методом біотестування, проведеного на колеоптилях кукурудзи із застосуванням дистильованої води, було встановлено оптимальний стимулюючий ефект гуматів у концентраційному інтервалі 0,004–0,01%. Ці результати узгоджуються з висновками С.Н. Чукова, який визначив максимальну біологічну активність гуматів у концентраційному діапазоні 0,005–0,012%. У роботі Є.І. Єрмакова наводяться дещо відмінні дані: для однодольних рослин оптимум концентрацій становить 0,001%, тоді як для дводольних (зокрема огірка і соняшника) він досягає 0,01%.

Попри деякі відмінності в отриманих значеннях, усі дослідження вказують на наявність чітко визначеного інтервалу концентрацій гуматів, у межах якого їхній вплив на рослини є найбільш сильним. Цей інтервал характеризується різким сплеском біологічної активності гуматів, після чого ефект або стабілізується, або поступово знижується. Точне положення цього оптимуму залежить від багатьох факторів, зокрема умов проведення експерименту, фізико-хімічних властивостей води (зокрема її жорсткості) та виду рослин.

Дуже важливим висновком цих досліджень є те, що для фоліарної (позакореневої) обробки рослин потрібно використовувати сильно розбавлені розчини гуматів. Надмірно концентровані розчини не лише знижують ефективність стимуляції, але й можуть викликати фітотоксичність, особливо на чутливих до стресу культурах.

Ці результати мають важливе практичне значення для сучасного агровиробництва. Використання гуматів у правильно підібраних концентраціях дозволяє максимально реалізувати їхній потенціал як стимуляторів росту, одночасно знижуючи витрати на добрива. Застосування розчинів гуматів у межах оптимальних концентрацій також сприяє поліпшенню фізіологічного стану рослин, підвищенню стійкості до стресових факторів і збільшенню врожайності культур.

РОЗДІЛ 2. ОБЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт дослідження. Процеси росту, розвитку та продуктивності кукурудзи за умов вирощування в фермерському господарстві «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Предмет дослідження. Вплив гумінових добрив на агробіологічні показники росту і розвитку кукурудзи, формування її врожайності, якісні характеристики зерна та економічну ефективність вирощування в умовах фермерського господарства.

2.2. Умови проведення досліджень

Полеві дослідження проводилися в умовах ФГ «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області.

Основними ґрунтоутворюючими породами в районі діяльності ФГ «ПРОГРЕС» є леси бурувато-палеві, порівняно рихлі, карбонатні. Механічний склад їх за профілем неоднорідний: до глибини 140-180 см середньосуглинковий, до 400-450 см- нерідко важкосуглинковий, глибше - легкосуглинковий. Виділення гіпсу і легкорозчинних солей за профілем до глибини 6-7 м не знайдені. Ґрунтові води у вододілах та схилах залягають глибоко (8-12 м і глибше), по днищах балок їх рівень підіймається до 4-6 м.

У ґрунтовому покриві домінують чорноземи звичайні мало гумусні важкосуглинкові і чорноземи звичайні мало гумусні середньосуглинкові. На цих ґрунтах розміщується основна частина агротехнічних дослідів і виробничих посівів. Невеликі площі представлені чорноземами звичайними середньо- і сильноеродованими і намитими, а також лугово-чорноземними ґрунтами.

Скипання від 10%-ної соляної кислоти виявляється з глибини 4 см, карбонати у вигляді цвілі - з 64 до 95 см, у вигляді білоочки - з 95 см.

Механічний склад чорноземів ділянки середньо- і рідко важкосуглинковий. Вміст фізичної глини (частинок менше 0,01 мм) складає 43-48%, мулистої фракції (частинок менше 0,001 мм) -27-31 %.

Найбільш розповсюдженими являються чорноземи звичайні малогумусті. З таблиці видно, що реакція ґрунтового розчину ґрунтів господарства нейтральна (рН 6,8-7,0). Вміст гумусу у верхньому горизонті ґрунті коливається від 3,18 до 3,35%.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства

Тип ґрунтів	Орний шар, см	Уміст гумусу, %	Уміст рухомих форм, мг/100 г ґрунту			Щільність ґрунту, г/см ³	рН
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Чорнозем звичайний мало гумусний важкосуглинковий	25-45	3,35	2,1	12,5	15,0	1,9	6,8
Чорнозем звичайний мало гумусний середньосуглинковий	25-35	3,18	1,9	13,1	20,1	1,8	7,0

Отже, з наведених даних таблиці 1 видно, що у господарстві сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі і овочевих за характеристиками ґрунтових умов.

ФГ «Прогрес» Дніпропетровської області розташований в континентальній кліматичній зоні. Радіаційний баланс складає 4500 кДж/м². Пересічна температура липня складає +22...+28°C, а в січні сягає -3...-9°C.

Тривалість безморозного періода складає 170-205 днів. Тривалість періоду із температурами повітря навколишнього середовища вище 10°C - 160-

170 днів. Тривалість періоду з температурами навколишнього середовища вище 15°C складає 115-120 днів, сума температур при цьому становить 2200-2300°C. Весняні заморозки закінчуються в другій декаді травня, а осінні починаються в першій декаді жовтня. В таблиці 2.2 наведені данні про середньомісячні і середньорічні температури повітря.

Таблиця 2.2

Середньомісячна та середньорічна температура повітря, °C
(данні Дніпропетровської метеостанції)

Рік	Місяці												Середня зарік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2023	-6,0	-3,8	1,4	12,8	19,2	23,0	24,9	22,8	15,9	10,6	1,0	-3,7	9,8
2024	-2,0	-4,6	2,9	13,7	18,4	24,0	25,7	21,9	15,7	9,8	-0,8	-3,0	10,6
Середньо багаторіч на	-5,2	-4,3	2,0	13,9	19,2	23,2	25,8	22,8	15,9	10,5	1,0	-2,8	10,1

За рік по господарству випаровування досягає до 500 мм, в тому числі за літній період до 400 мм . На момент переходу температури через +15°C в метровому шарі ґрунту запас продуктивної вологи складає 100-120 мм. З настанням теплого періоду запас зменшується до 30-40мм. Літнє випаровування перевищує надходження вологи. Коефіцієнт зволоження від 0,7-1,1 (менше 1- не промивний режим). Розподілення опадів нерівномірне, як по порам року так і по рокам. В таблиці 2.3 наведена кількість атмосферних опадів по рокам і розподіл їх по місяцям.

Зима (температура повітря менше 0°C) - малосніжна, з відлигами. Сніжний покрив не стійкий. Переважає досить похмура погода із випаданням вкрай слабких опадів. Найбільш холодний період року - січень-лютий з середньомісячною температурою -2...-9°C. Переважний напрямок вітрів східний і північно-східний з швидкістю 4-10 м/с.

Таблиця 2.3

**Кількість атмосферних опадів і розподіл їх по місяцям року, мм
(данні Дніпровської метеостанції)**

Рік	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2023	52,8	32,8	42,0	91,8	39,9	67,0	76,8	18,0	76,8	34,8	18,0	40,2	591
2024	70,0	41,0	9,1	35,5	-	-	-	35,3	6,0	5,5	-	-	
Середня багато річна	58,5	45,2	28,6	42,8	20,5	63,5	66,7	18,4	49,9	31,9	27,9	40,2	678,6

Весна (температура повітря 0.. +15°C) характеризується сильними вітрами, поверненням приморозків. Нічні приморозки до -4...-6°C нерідко бувають в кінці квітня, і навіть в травні. Просушування ґрунту протікає інтенсивно, що викликає необхідність в проведенні польових робіт в найкоротший термін.

Літо (температура повітря вище +15°C) в середньому триває біля 127 днів. Погода сонячна, малохмарна. Опади мають зливовий характер, максимальна їх кількість припадає на червень-липень.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою проведеного експерименту було вивчення впливу гуматів на ріст, розвиток та продуктивність середньораннього гібриду кукурудзи **Феномен** при позакореневій обробці в різні фази вегетації рослин. Особливу увагу приділяли аналізу фізіологічних процесів, таких як формування площі листкової поверхні, інтенсивність фотосинтетичної активності, закладка генеративних органів та накопичення біомаси (табл. 3.1).

Дослідження має практичне значення, оскільки дозволяє визначити ефективність використання гуматів як елемента сучасної технології вирощування кукурудзи, спрямованої на підвищення рентабельності агровиробництва за умов змінного клімату та економічної нестабільності.

Попередником в досліді була пшениця озима. Площа ділянки 10000 м², повторність - триразова. Досліджувані гумати застосовували у фазу 3-4 листків культури.

Таблиця 3.1

Схема досліду:

Варіанти	Норма витрати препарату, л/га
Контроль	(вода)
Гумат калію	1,5
Smart Grow Humax	0,5
Biokleyser	1,0

Для вивчення особливостей формування продуктивності рослин, встановлення закономірностей реакції на досліджувані агротехнічні заходи, наукового обґрунтування висновків і розробки практичних рекомендацій для виробництва у досліді здійснювали наступні спостереження та дослідження:

1. *Визначення індивідуальної продуктивності рослин:* Продуктивність оцінювали враховуючи лише добре розвинені качани.
2. *Аналіз структури врожаю:* Структуру врожаю визначали у двох несуміжних повтореннях для всіх варіантів досліді шляхом аналізу проб качанів, відібраних під час збирання. Оцінювали такі параметри:

3. *Визначення вологості зерна:* Вологість зерна оцінювали у всіх варіантах досліду перед збиранням врожаю термічно-ваговим методом.

4. *Оцінка врожайності зерна:* Врожайність визначали для всіх варіантів і повторень відповідно до методичних рекомендацій.

5. *Статистична обробка даних:* Експериментальні дані обробляли методом дисперсійного аналізу за допомогою програмного забезпечення. Для аналізу залежності між досліджуваними факторами, впливу погодних умов і взаємозв'язків отриманих результатів застосовували кореляційний аналіз.

6. *Економічна ефективність:* Економічну оцінку досліджуваних агротехнічних прийомів проводили на основі підсумкових результатів експериментів, визначаючи доцільність впровадження кожного методу в умовах виробництва.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Науково-дослідні установи [11] за останні роки провели значну роботу, спрямовану на вдосконалення технологічних процесів у сільському господарстві. Основна увага була зосереджена на мінімізації обробітку ґрунту, використанні широкозахватної техніки та створенні ефективних комплексних агрегатів. Ці підходи дозволяють знизити витрати на виробництво, підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити збереження ґрунтового покриву.

Разом із цим, одним із найактуальніших питань у вирощуванні кукурудзи є більш глибоке вивчення особливостей росту і розвитку рослин, а також формування їхньої продуктивності залежно від впливу регуляторів росту. Серед таких засобів особливе місце займають гумінові препарати, які набувають все більшого поширення завдяки своїй здатності стимулювати ріст, покращувати засвоєння поживних речовин і підвищувати стійкість рослин до стресових умов. Це зумовило необхідність проведення наших досліджень [8, 9, 10].

Зокрема, дослідження впливу гумінових препаратів на кукурудзу має стратегічне значення. Кукурудза є однією з найбільш продуктивних культур, яка займає важливе місце в структурі посівів і є джерелом кормів, сировини для харчової промисловості та енергетичного сектору. Застосування гумінових препаратів може сприяти оптимізації процесів росту, поліпшенню розвитку кореневої системи та вегетативної маси, що особливо важливо на ранніх етапах органогенезу.

Також важливим аспектом є вплив гуматів на формування врожайності кукурудзи залежно від умов вирощування, типу ґрунтів, агрокліматичних факторів та рівня агротехнічного забезпечення. Попередні дослідження демонструють, що застосування гумінових препаратів може значно підвищити енергію проростання насіння, покращити фотосинтетичну активність рослин, збільшити їхню стійкість до посухи і хвороб, а також сприяти ефективнішому

використанню азоту, фосфору та інших елементів живлення.

Наші дослідження спрямовані на уточнення впливу гумінових препаратів у різних технологічних умовах вирощування кукурудзи, визначення їхньої оптимальної концентрації та способів застосування. Ми прагнемо розробити науково обґрунтовані рекомендації для підвищення продуктивності кукурудзи із забезпеченням екологічної стабільності та економічної доцільності. Такі дослідження є надзвичайно важливими для впровадження інноваційних рішень у аграрному секторі, які допоможуть зберегти родючість ґрунтів і підвищити конкурентоспроможність українського сільського господарства.

Гумінові регулятори росту отримують із природної сировини шляхом концентрації та активації органічної речовини. Їх використовують у вигляді слабких водних розчинів для замочування насіння, поливу та обприскування рослин. На фоні мінеральних добрив гумати підвищують засвоєння поживних речовин на 30% і більше. Оброблені рослини швидше ростуть, раніше цвітуть і демонструють підвищення врожайності на 15–30%, одночасно покращуючи якість продукції. Вони також ефективні за несприятливих умов (посуха, приморозки, надлишок азоту, хвороби), сприяючи адаптації рослин та стабілізації фізіологічних процесів [1,5, 9].

Застосування гумінових стимуляторів росту є перспективним заходом для підвищення врожайності, якості продукції та оптимізації сільськогосподарських технологій. У зв'язку з цим їх вивчення, особливо для вирощування кукурудзи на зерно, є актуальним і потребує подальшого дослідження.

Фенологічний розвиток кукурудзи визначається сукупністю факторів, серед яких ключовими є сума ефективних температур, вологозабезпеченість метрового шару ґрунту, біологічні особливості гібридів, а також технологічні заходи, зокрема використання регуляторів росту. З підвищенням температури повітря у кукурудзи спостерігається пришвидшення утворення чергових листків, що впливає на темпи її росту та розвитку.

У межах дослідження проводилися фенологічні спостереження на всіх

дослідних ділянках залежно від системи застосування гуматів (таблиця 3.1). Результати свідчать, що гумати, особливо у поєднанні з препаратом Хелпрост у вигляді бакової суміші, позитивно впливали на ріст і розвиток рослин. Зокрема, відмічено підвищення інтенсивності ростових процесів, збільшення площі листової поверхні та активніше наростання надземної маси, що в кінцевому підсумку сприяло отриманню вищого врожаю культури.

Сходи кукурудзи з'явилися на 12-ту добу після посіву (таблиця 4.1). У фазу 3–5 листків було проведено обприскування посівів робочими розчинами досліджуваних препаратів. За результатами спостережень щодо тривалості проходження основних фаз росту і розвитку кукурудзи відзначено, що у фазу 8 листків суттєвих відмінностей між варіантами досліду не виявлено, за винятком ділянок, де застосовували бакову суміш Гуміфренду з Хелпростом. У цьому варіанті фазу 8 листків було досягнуто швидше, що свідчить про стимулюючий ефект препаратів.

Застосування гуматів разом із Хелпростом також позитивно вплинуло на інші ключові фази розвитку кукурудзи, такі як цвітіння та налив зерна. У цих варіантах досліду рослини демонстрували швидше наростання біомаси, що створювало сприятливі умови для формування високоякісного врожаю. Підвищення площі листової поверхні у таких варіантах сприяло покращенню фотосинтетичної активності, що забезпечувало інтенсивне накопичення сухої речовини в рослинах.

Дослідження показали, що тривалість міжфазного періоду 10-11 листків варіювала залежно від застосування гуматів і стимуляторів росту. У контрольному варіанті (обробка водою) цей період становив 41 добу, тоді як у варіантах із гуматом калію та Biokleyser його тривалість скоротилася до 39 діб. Найбільш значуща різниця була зафіксована у варіанті із Smart Grow Humax, де період зменшився до 38 діб. Зменшення тривалості міжфазного періоду вказує на стимулюючий ефект препаратів, який сприяв пришвидшенню генеративного розвитку рослин.

Таблиця 4.1

**Тривалість міжфазних періодів кукурудзи, діб
(середнє за 2023-2024 рр.)**

Варіанти	Доба настання повної фази від сходів					
	сівба-повні сходи	7-8 листків	10-11 листків	викидання волоті	молочно-воскової стиглості	повної стиглості
Контроль (обробіток водою)	12	36	41	63	93	110
Гумат калію	12	36	39	65	93	113
Smart Grow Humax	12	36	38	67	96	116
Biokleyser	12	36	39	65	93	113

На етапі викидання волоті тривалість міжфазного періоду становила 93 доби для контрольного варіанту, що було аналогічно результатам варіантів із гуматом калію та Biokleyser. Проте у варіанті із Smart Grow Humax тривалість цього періоду збільшилася до 96 діб. Подовження періоду може свідчити про інтенсифікацію процесів наливу зерна та активнішого накопичення сухої речовини, що є важливим для формування якісного врожаю. Такий ефект свідчить про пролонгований вплив препарату на генеративні процеси, що покращує кінцеві показники продуктивності рослин.

Остаточний період дозрівання кукурудзи продемонстрував найбільші відмінності між варіантами досліду. У контрольному варіанті тривалість цього періоду становила 110 діб, у варіантах із гуматом калію та Biokleyser – 113 діб, тоді як у варіанті із Smart Grow Humax – 116 діб. Подовження тривалості дозрівання за використання Smart Grow Humax може бути пов'язане з більш повільним завершенням фізіологічних процесів у зерні, що сприяло повноцінному наливу зерна та підвищенню його якісних характеристик.

Застосування гуматів і стимуляторів росту мало суттєвий вплив на тривалість міжфазних періодів, починаючи з фази 10–11 листків. Найбільшу

ефективність продемонстрував препарат Smart Grow Humax, який стимулював прискорення генеративного розвитку на ранніх етапах, проте пролонгував пізні фази наливу та дозрівання зерна, що є ключовим для підвищення якості продукції. Гумат калію та Biokleyser показали подібні результати з контрольним варіантом, забезпечивши стабільний ріст рослин без значних коливань у тривалості фаз.

Загалом, вплив гуматів і стимуляторів росту сприяв оптимізації фізіологічних процесів рослин, що в умовах агротехнологій може використовуватися для підвищення врожайності та якості зерна кукурудзи.

Вирощування кукурудзи вимагає ретельної оцінки ростових процесів, які залежать як від природних умов, так і від агротехнічних заходів. Завдяки регулюванню цих чинників можна значно підвищити продуктивність культури. Важливо враховувати, що рослини кукурудзи мають генетично обмежену висоту, тобто незалежно від умов вирощування, з настанням фази дозрівання їхній лінійний ріст припиняється.

Коливання добового приросту рослин у висоту протягом міжфазних періодів і за весь вегетаційний період є важливим показником, який дозволяє визначити вплив різних природних і технологічних факторів на продукційні процеси. Зокрема, темпи росту кукурудзи можуть значно варіювати залежно від температурного режиму, рівня вологозабезпечення, забезпечення поживними речовинами та використання стимуляторів росту. Ці дані дають змогу ідентифікувати критичні фази росту, у які вплив регуляторів може бути найбільш ефективним для підвищення продуктивності.

Особливу увагу слід приділити аналізу добового приросту рослин у висоту, оскільки цей показник дає змогу оцінити динаміку росту кукурудзи у відповідь на зміну умов середовища. Наприклад, у період активного наростання вегетативної маси (фази 5–10 листків) рослини демонструють найбільший добовий приріст, який може бути регульований шляхом внесення гумінових препаратів, оптимізації режимів зрошення та застосування мінеральних добрив.

Крім того, аналіз приросту висоти за міжфазними періодами дозволяє визначити, як саме різні агротехнічні заходи, такі як густота посіву, система живлення чи використання регуляторів росту, впливають на рослини. Наприклад, уповільнення росту під час критичних фаз (викидання волоті або наливу зерна) може свідчити про стресові умови, які потребують корекції агротехнічних заходів.

Таблиця 4.2

**Динаміка висоти рослин кукурудзи, см,
(середнє за 2023-2024 рр.)**

Варіанти	Висота по фазам розвитку					
	7-8 листіків	10-11 листіків	викидання волоті	цвітіння	молочно- воскова стиглість	воскова стиглість
Контроль (обробіток водою)	58,8	83,2	182,6	215,7	226,4	58,8
Гумат калію	60,5	92,9	191,5	222,6	236,9	60,5
Smart Grow Humax	63,4	95,7	198,0	231,7	242,6	63,4
Biokleyser	61,6	92,4	192,9	224,4	237,4	61,6

На початкових фазах росту висота рослин у контрольному варіанті (обробіток водою) становила 58,8 см. У варіантах із гуматом калію, Smart Grow Humax та Biokleyser висота рослин була вищою – 60,5 см, 63,4 см і 61,6 см відповідно. Найвищий показник продемонстрував варіант із Smart Grow Humax, що свідчить про його більш активний вплив на початковий ріст рослин.

У фазі 10–11 листків різниця між варіантами дослідів стала ще помітнішою. Висота рослин у контрольному варіанті становила 83,2 см, тоді як у варіантах із гуматом калію та Biokleyser – 92,9 см і 92,4 см відповідно. Найвищий показник знову зафіксовано у варіанті із Smart Grow Humax (95,7 см), що підтверджує його ефективність у стимуляції ростових процесів.

На етапі викидання волоті висота рослин у контрольному варіанті

досягла 182,6 см, тоді як у варіантах із гуматом калію, Biokleyser та Smart Grow Humax – 191,5 см, 192,9 см і 198,0 см відповідно. Найкращий результат продемонстрував Smart Grow Humax, забезпечивши приріст висоти на 15,4 см порівняно з контролем.

У фазі цвітіння максимальна висота рослин зафіксована у варіанті із Smart Grow Humax (231,7 см), що на 16 см перевищує контроль (215,7 см). Варіанти з гуматом калію (222,6 см) і Biokleyser (224,4 см) також продемонстрували позитивний ефект, перевищуючи показники контролю.

На етапі молочно-воскової стиглості висота рослин у контрольному варіанті становила 226,4 см. Застосування гумату калію та Biokleyser збільшило висоту до 236,9 см і 237,4 см відповідно. Максимальна висота знову була зафіксована у варіанті із Smart Grow Humax (242,6 см), що свідчить про його значний вплив на ріст рослин.

На заключному етапі розвитку (воскова стиглість) спостерігалось стабілізація висоти рослин у всіх варіантах, що свідчить про завершення лінійного росту. У цій фазі висота залишалася на рівні, зафіксованому у фазі молочно-воскової стиглості.

Для оптимального проходження фотосинтезу посіви повинні мати визначену площу листової поверхні, яка забезпечує ефективне нагромадження пластичних речовин. Важливо розрізняти листову поверхню як засіб для формування врожаю основної продукції (зерна, коренів, бульб, плодів) і листову масу культур, що вирощуються для отримання кормів (зелених, сіна, сінажу тощо). У першому випадку надлишкова листова поверхня не тільки не сприяє збільшенню врожайності, а й може знижувати її. Це пов'язано із затіненням частини листків верхніми ярусами, що зменшує їхню фотосинтетичну активність. Крім того, затінені листки споживають поживні речовини, витрачені на їхнє формування, не даючи продуктивного результату.

Дослідження показують, що для таких культур, як озимі та ярі зернові, картопля, кукурудза, сорго, коренеплоди, соняшник, баштанні, оптимальна площа листової поверхні на 1 га посіву становить 40–60 тис. м², або 4–6 м² на

1 м² посіву. Це відповідає листковому індексу від 4:1 до 6:1. Такий рівень забезпечує найкраще співвідношення між нагромадженням пластичних речовин і мінімізацією втрат на підтримання надлишкової біомаси.

Рівень поглинання сонячної радіації залежить не лише від площі листкової поверхні, але й від будови листків та їх орієнтації відносно сонячного проміння. Наприклад, сорти й гібриди рослин з еректоїдною формою листя (вертикально орієнтовані листки) дозволяють збільшувати густоту стеблостою. У таких сортів, як кукурудза й пшениця, листки, що мають параболічну форму, менш ефективно використовують сонячну радіацію у щільних посівах. Еректоїдна будова листя сприяє кращому проникненню світла до нижніх ярусів, збільшуючи площу фотосинтетичної поверхні та загальний коефіцієнт використання сонячної енергії. Це створює передумови для підвищення продуктивності культури.

Врахування особливостей листкової поверхні, її будови та просторової орієнтації є ключовим аспектом при виборі оптимальної густоти посіву та формуванні високопродуктивних агроценозів. Баланс між площею листкової поверхні та інтенсивністю фотосинтезу є одним із важливих чинників, що визначають потенціал врожайності культур та ефективність агротехнологій.

Важливий вплив на кількісні та якісні показники формування продуктивності посівів кукурудзи мають фізичні й фізіологічні процеси, які забезпечують трансформацію сонячної енергії в органічну речовину. Ці процеси відбуваються в системі "атмосфера – лист – рослина – агроценоз" і формують основу для росту, розвитку та продуктивності рослин.

Ключову роль у цьому відіграє розмір листового апарату рослин, який слугує головним інструментом для поглинання сонячної радіації. Саме листовий апарат забезпечує ефективний процес фотосинтезу, що є основою утворення органічної речовини. Площа листкової поверхні визначає, наскільки ефективно рослини можуть акумулювати світлову енергію та перетворювати її у суху речовину, необхідну для формування врожаю.

Для досягнення максимального можливого врожаю кукурудзи важливо

забезпечити оптимальний баланс між площею листкової поверхні та її фотосинтетичною активністю. Занадто велика площа листкового апарату може спричинити затінення нижніх ярусів, що знижує ефективність використання світла, тоді як недостатній розвиток листя обмежує потенціал накопичення органічної речовини.

Розмір листкового апарату також впливає на мікроклімат агроценозу, включаючи температуру, вологість і газообмін. Велика площа листкової поверхні сприяє створенню більш сприятливих умов для фотосинтезу, але потребує достатнього забезпечення рослин поживними речовинами та водою. У цьому контексті важливим є вибір оптимальної густоти посіву, системи удобрення та використання регуляторів росту, таких як гумінові препарати, які сприяють підвищенню ефективності фотосинтезу та накопиченню біомаси.

Таблиця 4.3

**Площа листкової поверхні, тис. м²/га
(середнє за 2023-2024 рр.)**

Варіанти	Фаза розвитку			
	10-11 листіків	викидання волоті	МОЛОЧНО- ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ	ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ
Контроль	18,2	25,1	38,1	37,8
Гумат калію	25,0	32,9	47,4	44,2
Smart Grow Humax	30,1	39,7	54,3	52,4
Biokleyser	25,5	33,6	47,8	45,7

У фазі викидання волоті площа листкової поверхні збільшувалася в усіх варіантах. У контрольному варіанті вона склала 25,1 тис. м²/га. Використання гумату калію та Biokleyser забезпечило показники 32,9 і 33,6 тис. м²/га відповідно, що на 31–34% перевищує контроль. Найвищий показник знову продемонстрував Smart Grow Humax (39,7 тис. м²/га), що на 58% більше порівняно з контролем. Це свідчить про здатність препарату забезпечувати більш інтенсивний розвиток листкового апарату в критичний період

формування генеративних органів.

У фазі молочно-воскової стиглості площа листкової поверхні досягла максимального значення. У контрольному варіанті цей показник становив 38,1 тис. м²/га. Використання гумату калію підвищило площу листкової поверхні до 47,4 тис. м²/га, Biokleyser – до 47,8 тис. м²/га, що перевищує контрольні значення на 24,4% і 25,4% відповідно. Найвищий показник був зафіксований у варіанті із Smart Grow Humax (54,3 тис. м²/га), що на 42,6% перевищує контроль. Це свідчить про високий рівень фотосинтетичної активності в цьому варіанті.

У фазі воскової стиглості площа листкової поверхні у всіх варіантах дещо зменшилася через природний процес старіння й відмирання листків. У контрольному варіанті площа склала 37,8 тис. м²/га. Використання гумату калію та Biokleyser забезпечило площу 44,2 і 45,7 тис. м²/га відповідно. Найвищий показник зберігався у варіанті із Smart Grow Humax (52,4 тис. м²/га), що перевищує контроль на 38,6%. Це свідчить про здатність препарату продовжувати життєздатність листкової поверхні на завершальних етапах вегетації.

Кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. За посівними площами вона поступається лише пшениці, посідаючи друге місце у світовому землеробстві. В Україні кукурудза також має велике значення, проте рівень її вирощування, зокрема площі посівів, урожайність і валові збори зерна, не відповідають ґрунтово-кліматичним можливостям країни та генетичному потенціалу сучасних гібридів. У сприятливих умовах генетично зумовлений потенціал продуктивності кукурудзи досягає 10–15 т/га, тоді як у виробничих умовах середня врожайність у 2–2,5 рази нижча.

Реалізація генетичного потенціалу кукурудзи є ключовим завданням агрономічної науки та практики. Це завдання стає особливо актуальним у світлі зростаючого попиту на зернові культури, спричиненого збільшенням чисельності населення та потребами тваринництва й промисловості. Досягнення високої продуктивності кукурудзи можливе лише завдяки розробці

та впровадженню ефективних технологій вирощування, що враховують специфіку ґрунтово-кліматичних умов і забезпечують рослини всім необхідним для їх росту та розвитку.

Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є вдосконалення систем удобрення кукурудзи, зокрема використання гумінових препаратів. Гумати мають здатність підвищувати засвоєння поживних речовин, стимулювати ріст кореневої системи, покращувати фотосинтетичну активність і стійкість рослин до стресових факторів. Їхнє застосування дозволяє максимально наблизити реалізацію генетичного потенціалу гібридів кукурудзи, забезпечуючи стабільно високі показники врожайності.

Дослідження показали, що використання гуматів позитивно впливає на формування індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи. Їхній вплив проявляється у збільшенні площі листкової поверхні, інтенсифікації росту, більш ефективному засвоєнні поживних речовин і підвищенні якості зерна. Як видно з даних таблиці 4.4, гумати мають суттєвий вплив на ключові показники росту та розвитку рослин, забезпечуючи їхній кращий фізіологічний стан і продуктивність.

Таким чином, застосування гуматів у сучасних системах удобрення кукурудзи є важливим компонентом інтенсивної агротехнології, що дозволяє підвищити ефективність вирощування культури, збільшити врожайність і поліпшити якість зерна. Цей підхід є перспективним для широкого впровадження в практику українського землеробства, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності аграрного сектору.

У контрольному варіанті, де рослини оброблялися лише водою, кількість рядів зерен становила 15. Використання гумату калію та Biokleyser не вплинуло на цей показник, який також залишився на рівні 15. Натомість Smart Grow Нумах сприяв збільшенню кількості рядів до 17, що свідчить про його потужний стимулюючий вплив на формування генеративних органів.

Кількість зерен у ряду в контрольному варіанті становила 28,4 шт. Застосування гумату калію та Biokleyser підвищило цей показник до 34,1 та

35,0 шт. відповідно, що свідчить про покращення умов формування качана. Найкращий результат продемонстрував Smart Grow Humax, де кількість зерен у ряду зросла до 41,5 шт., що на 46% перевищує контрольний варіант.

Таблиця 4.4

**Індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи
(середнє за 2017-2018 рр)**

Варіанти	Кількість рядів зерен, шт	Кількість зерен в ряду, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса качана, г	Маса зерна у качані, г
Контроль (обробіток водою)	15	28,4	287,5	175,5	142,4
Гумат калію	15	34,1	293,8	217,7	151,4
Smart Grow Humax	17	41,5	312,8	263,6	162,7
Biokleyser	15	35,0	294,6	219,5	153,9

Маса 1000 насінин у контрольному варіанті склала 287,5 г. Використання гумату калію та Biokleyser підвищило цей показник до 293,8 г та 294,6 г відповідно, що демонструє помірний вплив препаратів на якість зерна. Найвищий показник був у варіанті зі Smart Grow Humax (312,8 г), що на 8,8% більше за контроль, свідчаючи про підвищення щільності та повноти зерна.

Маса качана в контрольному варіанті становила 175,5 г. Використання гумату калію збільшило цей показник до 217,7 г, а Biokleyser – до 219,5 г, що перевищує контроль на 24% і 25% відповідно. Найбільшу масу качана зафіксовано у варіанті Smart Grow Humax – 263,6 г, що перевищує контроль на 50,2%. Це свідчить про значний вплив препарату на формування генеративних органів.

У контрольному варіанті маса зерна у качані становила 142,4 г. Гумат калію та Biokleyser підвищили цей показник до 151,4 г і 153,9 г відповідно,

що на 6,3% і 8,1% більше за контроль. Найвищу масу зерна у качані забезпечив Smart Grow Humax (162,7 г), що на 14,2% більше порівняно з контрольним варіантом.

Таблиця 4.5

Урожайність зерна кукурудзи, т/га

Варіанти	2023 р.	2024 р.	Середня	± до контролю
Контроль (обробіток водою)	5,47	3,26	4,37	
Гумат калію	6,01	3,80	4,91	+0,54
Smart Grow Humax	6,69	4,48	5,59	+1,22
Biokleyser	6,16	3,95	5,06	+0,69
НІР 05 т/га	0,29	0,17		

У сприятливіших умовах 2023 року врожайність зерна в контрольному варіанті (обробіток водою) становила 5,47 т/га. Використання гумату калію підвищило врожайність до 6,01 т/га (+0,54 т/га), Biokleyser – до 6,16 т/га (+0,69 т/га), а найкращий результат продемонстрував Smart Grow Humax із 6,69 т/га (+1,22 т/га порівняно з контролем). Ці результати свідчать про високу ефективність стимуляторів у оптимальних умовах.

У менш сприятливих умовах 2024 року, ймовірно через дефіцит вологи чи інші стресові фактори, врожайність знизилася у всіх варіантах. У контрольному варіанті вона становила 3,26 т/га. Гумат калію забезпечив приріст урожайності до 3,80 т/га (+0,54 т/га), Biokleyser – до 3,95 т/га (+0,69 т/га), а Smart Grow Humax досяг 4,48 т/га (+1,22 т/га), зберігши свій лідерський показник навіть у складних умовах.

Середня врожайність за два роки в контрольному варіанті становила 4,37 т/га. У варіанті з гуматом калію врожайність зросла до 4,91 т/га (+0,54 т/га). Biokleyser забезпечив середній показник 5,06 т/га (+0,69 т/га), а найвищий результат був у варіанті із Smart Grow Humax – 5,59 т/га (+1,22 т/га порівняно з

контролем).

Значення НІР 05 для 2023 року (0,29 т/га) та для 2024 року (0,17 т/га) вказують на те, що всі відмінності між варіантами є статистично значущими, що підтверджує ефективність використання гуматів і стимуляторів росту.

Висновки:

Smart Grow Humaх продемонстрував найвищу ефективність у підвищенні врожайності кукурудзи за різних погодних умов, забезпечуючи стабільний приріст у сприятливих і стресових умовах.

Biokleyser також показав добрі результати, перевищуючи контроль на 0,69 т/га за середньою врожайністю.

Гумат калію забезпечив помірний приріст урожайності, який становив +0,54 т/га до контролю.

Отримані результати підтверджують доцільність використання гуматів і стимуляторів росту для підвищення врожайності кукурудзи, особливо в умовах несприятливих агрокліматичних факторів.

Найвищий приріст врожайності, зафіксований у варіанті Smart Grow Humaх, вказує на його потенціал для широкого впровадження в сучасні агротехнології.

Напрямок використання зерна кукурудзи визначає критерії його оцінки за відповідними показниками якості. Зокрема, для виробництва біоетанолу найважливішим є високий вміст крохмалю в зерні, тоді як для харчових і кормових цілей основними показниками є вміст протеїну та жиру. Якість зерна, що експортується, також вимагає особливої уваги, оскільки міжнародні ринки висувають жорсткі вимоги до його біохімічних характеристик та рівня забруднення домішками [2, 3].

Для оцінки впливу технологій вирощування, зокрема окремих елементів, таких як застосування гуматів і мікродобрив, було проведено аналіз формування технологічної якості зерна кукурудзи. Оцінювання виконували за основними показниками якості з урахуванням цільового використання зерна.

На вміст біохімічних компонентів, таких як крохмаль, протеїн і жир,

суттєво впливають не лише генетичні особливості гібридів, але й умови вирощування, включно з системами обробітку ґрунту та забезпечення рослин поживними речовинами. Збалансована система удобрення, яка включає мікродобрива, є ключовим елементом для реалізації генетичного потенціалу культури та підвищення якості зерна.

Кукурудза є однією з найпродуктивніших культур із широким спектром використання, і її роль у стабільному нарощуванні обсягів виробництва зерна важко переоцінити. Для досягнення цього завдання особливого значення набуває застосування інноваційних агротехнологій, зокрема збалансованих систем удобрення, які передбачають використання гуматів та мікродобрив.

Мікродобрива є важливим резервом для підвищення врожайності та поліпшення якісних показників зерна кукурудзи. Найефективнішим способом забезпечення рослин мікроелементами є позакореневе підживлення, особливо у фазах інтенсивного росту та розвитку, коли рослини потребують великої кількості поживних речовин. У ці періоди коренева система може не справлятися із засвоєнням необхідних елементів живлення в повному обсязі, особливо за несприятливих умов, таких як посуха, низькі температури чи дефіцит поживних елементів у ґрунті.

Позакореневе підживлення є практично незамінним у стресових ситуаціях, оскільки забезпечує оперативне надходження мікроелементів до рослин. Це сприяє не лише нормалізації ростових процесів, але й підвищенню адаптивності кукурудзи до несприятливих факторів середовища. Використання мікродобрив у комплексі з гуматами дозволяє посилити фотосинтетичну активність рослин, оптимізувати процеси формування врожаю та забезпечити стабільність якісних характеристик зерна.

У контрольному варіанті вміст протеїну становив 9,62%. Використання гумату калію підвищило цей показник до 10,11%, Biokleyser – до 10,32%, а Smart Grow Humax забезпечив найвищий вміст протеїну – 10,69%, що на 11,1% більше за контроль. Це свідчить про те, що гумати та стимулятори росту покращують азотне живлення рослин, сприяючи підвищенню білкової якості

зерна.

Найвищий вміст крохмалю зафіксовано у варіанті із Smart Grow Humax – 74,7%, що перевищує контрольний показник (71,8%) на 4,0%. Використання гумату калію та Biokleyser також покращило цей показник до 73,2% і 73,6% відповідно. Збільшення вмісту крохмалю вказує на покращення умов формування зерна, що є важливим для виробництва біоетанолу та кормової продукції.

Таблиця 4.6

Якісні показники зерна кукурудзи, (%)
(середнє за 2023-2024 рр.)

Варіанти	Протеїн	Крохмаль	Жир	Клітковина
Контроль (обробіток водою)	9,62	71,8	4,2	1,3
Гумат калію	10,11	73,2	4,6	1,4
Smart Grow Humax	10,69	74,7	4,8	1,5
Biokleyser	10,32	73,6	4,5	1,4

У контрольному варіанті вміст жиру становив 4,2%. Використання гуматів і стимуляторів росту підвищило цей показник: до 4,6% у варіанті з гуматом калію, до 4,5% із Biokleyser і до 4,8% із Smart Grow Humax. Найвищий показник свідчить про сприятливий вплив Smart Grow Humax на накопичення енергетичних компонентів у зерні, що важливо для кормових цілей.

Контрольний варіант мав найнижчий показник клітковини – 1,3%. Використання гумату калію та Biokleyser збільшило вміст клітковини до 1,4%, а Smart Grow Humax забезпечив найвищий рівень – 1,5%. Це може свідчити про посилення структурних компонентів зерна, що важливо для його фізичних властивостей і стійкості при зберіганні.

Висновки:

Smart Grow Humax продемонстрував найвищу ефективність серед досліджуваних препаратів, забезпечивши максимальні показники за всіма

якісними параметрами (протеїн, крохмаль, жир, клітковина).

Гумат калію та Biokleyser також суттєво покращили якість зерна порівняно з контрольним варіантом, проте їхній вплив був менш вираженим.

Покращення якісних показників зерна кукурудзи свідчить про те, що застосування гуматів і стимуляторів росту сприяє оптимізації умов живлення рослин, забезпечуючи не лише підвищення врожайності, а й покращення технологічної цінності продукції.

Отримані дані підтверджують доцільність використання гуматів і стимуляторів росту в системах удобрення кукурудзи для підвищення її якості залежно від цільового використання (біоетанол, корми, харчова продукція).

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основними показниками економічної ефективності впровадження результатів науково-дослідної роботи є приріст виробництва продукції та річний економічний ефект на одиницю площі або в рамках конкретного об'єкта впровадження. Ці показники дозволяють оцінити реальний внесок наукових розробок у розвиток сільського господарства чи інших галузей.

Річний економічний ефект визначається як сума економії виробничих ресурсів, таких як земельні, трудові, матеріальні, фінансові та інші, які досягаються завдяки впровадженню нових технологій, методів або сортів. Цей ефект є результатом підвищення ефективності використання ресурсів і зменшення витрат на виробництво. Окрім цього, для більш детальної економічної оцінки проводяться розрахунки інших важливих показників, таких як рівень врожайності, чистий прибуток з одиниці земельної площі, рентабельність виробництва продукції, собівартість і продуктивність праці. Усі ці показники разом дають змогу оцінити не лише фінансову вигоду, а й ефективність управлінських рішень та технологічних інновацій, що застосовуються на підприємстві.

Важливою економічною категорією, що властива діяльності підприємств, є рентабельність. Вона означає прибутковість. Для характеристики рентабельності виробництва окремих видів продукції, галузей і господарств недостатньо визначити величину прибутку, необхідно її порівняти з витратами виробництва. Для цього використовують рівень рентабельності, що визначає результативний показник економічної ефективності виробництва як окремих видів с/г продукції, так і в цілому по господарству.

Для розрахунку економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно (таблиця 5.1) були використані наступні показники: виробництво продукції в вартісному вираженні, виробничі витрати і собівартість продукції, виробництво чистого доходу, рівень рентабельності продукції.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування кукурудзи за 2023-2024 рр.

Показники	Варіанти			
	Контроль	Гумат калію	Smart Grow Humax	Biokleyser
Урожайність, т/га	4,37	4,91	5,59	5,06
Ціна 1т , грн.	5000	5000	5000	5000
Вартість валової продукції, грн.	21850	24550	27950	25300
Виробничі витрати на 1га, грн.	9620	10150	10260	10200
Виробничі витрати на 1т, грн.	2201	2067	1835	2016
Чистий прибуток, грн. з 1 га	12230	14400	17690	15100
Окупність виробничих витрат, грн.	2,27	2,41	2,72	2,48
Рівень рентабельності, %	127,1	141,9	172,4	148,0

Контрольний варіант (обробіток водою) забезпечив урожайність 4,37 т/га із валовою вартістю продукції 21 850 грн/га (за ціною 5000 грн/т). Використання гумату калію збільшило урожайність до 4,91 т/га (+0,54 т/га), що відповідає валовій вартості 24 550 грн/га. Biokleyser забезпечив урожайність 5,06 т/га (+0,69 т/га до контролю), а Smart Grow Humax – найвищу урожайність 5,59 т/га (+1,22 т/га до контролю), що дало відповідну валову вартість 27 950 грн/га.

Виробничі витрати на 1 га в контрольному варіанті становили 9620 грн. У варіантах із гуматом калію та Biokleyser витрати збільшилися до 10 150 грн і 10

200 грн відповідно, що обумовлено вартістю препаратів. Найвищі витрати (10 260 грн/га) зафіксовано у варіанті зі Smart Grow Нумах. Проте виробничі витрати на 1 тону продукції були найнижчими у варіанті Smart Grow Нумах – 1835 грн/т, що на 366 грн/т менше за контроль (2201 грн/т), свідчаючи про значну економічну ефективність використання цього препарату.

Чистий прибуток у контрольному варіанті становив 12 230 грн/га. Використання гумату калію забезпечило приріст прибутку до 14 400 грн/га (+2 170 грн/га), Biokleyser – до 15 100 грн/га (+2 870 грн/га). Найвищий чистий прибуток був у варіанті Smart Grow Нумах – 17 690 грн/га (+5 460 грн/га до контролю), що демонструє його високу ефективність.

Окупність витрат у контрольному варіанті становила 2,27 грн прибутку на кожну гривню витрат. У варіантах із гуматом калію та Biokleyser цей показник зріс до 2,41 і 2,48 відповідно. Найвища окупність була у варіанті Smart Grow Нумах – 2,72, що на 0,45 перевищує контроль.

Рівень рентабельності у контрольному варіанті склав 127,1%. Використання гумату калію та Biokleyser підвищило цей показник до 141,9% і 148,0% відповідно. Найвищий рівень рентабельності було зафіксовано у варіанті Smart Grow Нумах – 172,4%, що на 45,3% перевищує контроль.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Для підвищення рівня охорони праці в господарстві доцільно впровадити низку заходів, спрямованих на забезпечення безпеки працівників та поліпшення умов їхньої роботи. Зокрема, рекомендується:

➤ *Впровадження сучасних технічних засобів охорони праці*

Розробити та встановити більш ефективні технічні засоби, такі як огороження рухомих частин машин, блокувальні пристрої, запобіжні механізми, системи сигналізації та засоби контролю небезпечних факторів. Це допоможе мінімізувати ризики отримання травм та забезпечити оперативне реагування на аварійні ситуації.

➤ *Модернізація вентиляційних систем*

Розробити та встановити нові або реконструювати наявні вентиляційні системи для забезпечення ефективного видалення шкідливих газів, пилу та парів. Це дозволить підтримувати оптимальний рівень повітряного середовища, що знизить ризик розвитку професійних захворювань.

➤ *Зниження рівня шкідливих фізичних факторів*

Здійснити конструктивні заходи, які дозволять знизити до регламентованих рівнів вплив шуму, вібрації, електромагнітних випромінювань та інших несприятливих факторів. Це може включати встановлення шумопоглинаючих матеріалів, використання антивібраційних платформ і захисних екранів.

➤ *Усунення контакту з шкідливими речовинами*

Організувати дистанційне керування обладнанням, впровадити герметичні системи обробки матеріалів та автоматизовані лінії для зменшення прямого контакту працівників із небезпечними речовинами. Це забезпечить не лише захист здоров'я працівників, але й підвищить ефективність роботи.

➤ *Покращення транспортування вантажів*

Впровадити більш безпечні системи транспортування, такі як пневмотранспорт або конвеєрні системи, які дозволяють мінімізувати фізичне навантаження на працівників та ризики травмування під час переміщення матеріалів.

➤ *Реконструкція санітарно-побутових приміщень*

Розширити та модернізувати санітарно-побутові приміщення, включаючи душові, переодягальні та кімнати особистої гігієни. Обладнати їх сучасними засобами для забезпечення комфорту працівників, що сприятиме підвищенню рівня гігієни та зменшенню ризику професійних захворювань.

➤ *Підвищення обізнаності працівників у сфері охорони праці*

Організувати регулярні навчання та тренінги для працівників, спрямовані на підвищення обізнаності про правила безпеки, використання засобів індивідуального захисту та реагування на надзвичайні ситуації. Це дозволить зменшити кількість порушень правил безпеки та підвищити відповідальність персоналу.

➤ *Моніторинг і аудит охорони праці*

Запровадити систематичний моніторинг стану охорони праці з використанням сучасних програмних рішень для виявлення та усунення потенційних загроз на ранніх етапах. Регулярний аудит допоможе підтримувати високі стандарти безпеки.

Реалізація цих рекомендацій забезпечить суттєве покращення умов праці в господарстві, знизить рівень травматизму та професійних захворювань, підвищить продуктивність праці та створить більш комфортні та безпечні умови для персоналу. Це також сприятиме зміцненню репутації господарства як соціально відповідального роботодавця.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Дослідження показали, що на етапі молочно-воскової стиглості висота рослин у контрольному варіанті становила 226,4 см. Застосування гумату калію та Biokleyser збільшило висоту до 236,9 см і 237,4 см відповідно. Максимальна висота знову була зафіксована у варіанті із Smart Grow Humax (242,6 см), що свідчить про його значний вплив на ріст рослин.

У фазі воскової стиглості площа листкової поверхні у всіх варіантах дещо зменшилася через природний процес старіння й відмирання листків. У контрольному варіанті площа склала 37,8 тис. м²/га. Використання гумату калію та Biokleyser забезпечило площу 44,2 і 45,7 тис. м²/га відповідно. Найвищий показник зберігався у варіанті із Smart Grow Humax (52,4 тис. м²/га), що перевищує контроль на 38,6%. Це свідчить про здатність препарату продовжувати життєздатність листкової поверхні на завершальних етапах вегетації. У контрольному варіанті маса зерна у качані становила 142,4 г. Гумат калію та Biokleyser підвищили цей показник до 151,4 г і 153,9 г відповідно, що на 6,3% і 8,1% більше за контроль. Найвищу масу зерна у качані забезпечив Smart Grow Humax (162,7 г), що на 14,2% більше порівняно з контрольним варіантом.

Середня врожайність за два роки в контрольному варіанті становила 4,37 т/га. У варіанті з гуматом калію врожайність зросла до 4,91 т/га (+0,54 т/га). Biokleyser забезпечив середній показник 5,06 т/га (+0,69 т/га), а найвищий результат був у варіанті із Smart Grow Humax – 5,59 т/га (+1,22 т/га порівняно з контролем).

Smart Grow Humax продемонстрував найвищу ефективність у підвищенні врожайності кукурудзи за різних погодних умов, забезпечуючи стабільний приріст у сприятливих і стресових умовах.

Покращення якісних показників зерна кукурудзи свідчить про те, що застосування гуматів і стимуляторів росту сприяє оптимізації умов живлення рослин, забезпечуючи не лише підвищення врожайності, а й покращення технологічної цінності продукції.

Отримані дані підтверджують доцільність використання гуматів і стимуляторів росту в системах удобрення кукурудзи для підвищення її якості залежно від цільового використання (біоетанол, корми, харчова продукція).

Рівень рентабельності у контрольному варіанті склав 127,1%. Використання гумату калію та Biokleyser підвищило цей показник до 141,9% і 148,0% відповідно. Найвищий рівень рентабельності було зафіксовано у варіанті Smart Grow Humaх – 172,4%, що на 45,3% перевищує контроль.

З вище наведеного ми рекомендуємо господарству до впровадження у виробництво технологія як б включала застосування гуматів Smart Grow Humaх.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Христенко М.І. Кукуруза: Моногр. – К., 2000. – 302 с.
2. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 356 с.
3. Просунко В.П. Наслідки глобального потепління клімату в землеробстві // Пропозиція. – 2004. – №12. – С. 45-47.
4. Барабаш М.Б. Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г. Зміна клімату при глобальному потеплінні // Водне господарство України. – 1999. – № 3. – С. 16-21.
5. Тенденції змін клімату України на початок ХХІ століття // Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2000 році / М-во екології та природних ресурсів. – К.: Вид-во Раєвського, 2001. – С. 92-94.
6. Адаменко Т.І. Зміна агрокліматичних умов і їх вплив на зернове господарство України // Матеріали наради-семінару «Погода і зернове господарство України». – Дніпропетровськ, 2004. – С. 3-6.
7. Адаменко Т.І. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності посівів кукурудзи в Україні: Автореф. дис. ... канд. с.- г. наук. – Одеса, 2005. – 19с.
8. Кордін О. І. Вплив гідротермічних умов на схожість насіння різних за холодостійкістю гібридів кукурудзи // Матеріали наради-семінару «Погода і зернове господарство України». – Дніпропетровськ, 2004. – С. 58-63.
9. Філіпов Г. Л., Романенко С. В., Філіпов Л. Г. Теоретичне обґрунтування вирощування високих урожаїв кукурудзи в сучасних умовах // Хранение и перераб. зерна. – 2005. – №12. – С. 51-53.
10. Пащенко Ю.М. Сортові особливості вирощування насіння гібридів кукурудзи Дніпровський 203 МВ і Дніпровський 284 МВ // Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України: 3б. наук. ст. / Ін-т кукурудзи. – Дніпропетровськ: Пороги, 1995. – С. 47-53.

11. Циков В.С., Лященко О.І., Альохін В.І. Пилкова продуктивність батьківських форм та біотермічні показники залежно від строків сівби та густоти рослин // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1997. – № 4. – С. 61-64.
12. Corn and corn improvement / Number 18 in the series agronomy. – USA: American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, 1977. – 774 p.
13. Довідник кукурудзозвода / За ред. В.С. Цикова. – К.: Урожай, 1986. – 232 с.
14. Циков В.С., Пащенко Ю.М., Костенко Ю.В. Строки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1996. – № 1. – С. 63-68.
15. Рекомендації по виробництву високоякісної продукції зернових культур / Ін-т зерн. госп-ва УААН, Ін-т захисту рослин УААН; Відп. за вип. В.С. Циков. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2003. – 40 с.
16. Золотов В.І., Пономаренко О.К., Степанов В.І. Сівба // Кукурудза. – К.: Урожай, 1978. – С. 85-104.
17. Peszek. J. Wplyw terminu siewu oraz warunkow termicznych na rozwoj i plonowanie kukurydzy uprawianej na ziarno. – Rolnictwo. Olsztyn, 1989. – Т. 27. – S. 61-70.
18. Як вирощувати високі урожаї зернових культур у колективних і фермерських господарствах степової зони України: Поради / Ін-т кукурудзи. – Дніпропетровськ, 1993. – С. 12-13.
19. Шевельов В.В. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості на тривалість вегетаційного періоду та вологість зерна перед збиранням // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2001. – № 15-16. – С. 102-105.
20. Пухальський А. В. Кукурудза: Моногр. – К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1955. – 263 с.
21. Сакало В. Д. Кукурудза. – К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1948. – 95 с.

22. Анішин Л.А. Агрокліматичні резерви стабілізації виробництва кукурудзи і сої в Україні // Системні дослідження та моделювання в землеробстві. – К.: Нива, 1998. – С. 181-192.
23. Фесенко О.І. Строки сівби кукурудзи в Присівашші // Вісн. с.-г. науки. – 1966. – № 3. – С. 11-15.
24. Harper G.L. Problems involved in the extension of maize cultivation into northern temperate regions // World Crops. – 1955. – Vol. VII. – No. 3. – P. 45-52.
25. Dickson J.G. Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling-blight of wheat and corn // Agricult. Research. – 1923. – No. 28. – P. 23-26.
26. Романов В.І. Економічна ефективність комплексної механізації виробництва кукурудзи. – К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1961. – 196 с.
27. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва. – К.: Вища шк., 1994. – 272 с.
28. Сусидко П. И., Циков В.С. Кукуруза. – К.: Урожай, 1978. – 296 с.
29. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. – К.: Аграр. наука, 2004. – 884 с.
30. Задонцев А.І. Вирощування високих урожаїв та районування гібридів і сортів кукурудзи. – К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1961. – 127 с.
31. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / Любович О.А., Лебідь Є.М., Шемавньов В.І. та ін. – Дніпропетровськ. – 2005. – 310 с.
32. Косолап М. П. Гербологія: Навч. посібник. – К.: Арістей, 2004. – 364 с.
33. Machul M., Malysiak B. Wplyw terminu i glebokosci siewu na wzrost kukurydzy i plon ziarna. / пер. В. Чижев // Pam. Pulawski. – 1985. – Т. 81. – S. 37-48.
34. Hepting L. Problembereiche in der Anbautechnik des Maises // Mais. – 1985. – №1. – S. 1-4.

35. Franchant F. Been de finir la data de rekolte // Producteur agr. francais. – 1985. – № 61. – P. 46-47.
36. Бондар В.П. Формування продуктивності кукурудзи під впливом обробітку ґрунту, добрив та строків сівби в північному Степу України: Дис. ... канд. с.-г. наук: 06.00.09 / Ін-т кукурудзи УААН. – Дніпропетровськ, 1996. – 164 с.
37. Wolfe T.K. A study of germination, maturity and yield in corn. Virginia State Tech. Bull. – 30. – 1927. – P. 33-38.
38. Буцєрога М.М. Врожай зерна кукурудзи та його якість залежно від строків сівби // Вісн. с.-г. науки. – 1963. – № 3. – С. – 45-49.
39. Остапенко М.А. Вплив строків сівби та гербіцидів на формування потенційної засміченості ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1996. – № 1 – С. 79 – 82.
40. Резерви економії паливно-мастильних і других матеріально-грошових ресурсів при вирощуванні кукурудзи / Рибка В.С., Ільченко Т.В., Пащенко Ю.М., Шевченко М.С., Бондарь В.П. // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1999. – № 11. – С. 28-31.
41. Деряга Є.В. Фактори оптимізації умов вирощування гібридів кукурудзи в східному Степу // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні, 5-6 берез. 2002 р. – Дніпропетровськ, 2002. – С. 70-71.
42. Особливості розвитку фузаріозу качанів в посівах кукурудзи в залежності від строків висіву та густоти стояння рослин / В.С.Циков, О.І. Лященко, К.О. Шепета, В.І. Альохін // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1997. – № 4. – С. 86-90.
43. Пащенко Ю.М., Бондар В.П., Єна В.К. Продуктивність гібридів кукурудзи та вологість зерна залежно від строків сівби // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2000. – № 14. – С. 49-51.
44. Томашевський Д.Ф. Кукурудза. – К.: Урожай, 1970. – 364 с.

45. Князюк О.В. Вплив гідротермічних умов на продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку із строками сівби // Вісн. Білоцерків. держ. аграр. ін-ту. – Біла церква, 2000. – С. 113-120.
46. Конопля М.І., Мацай Н.Ю., Конопля О.М. Ріст і розвиток підвидів кукурудзи в залежності від умов живлення та строків сівби // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1999. – № 10. – С. 36-41.
47. Волна Е.П. Строки сівби і урожай // Кукуруза. – 1977. – № 4. – С. 15.
48. Рекомендації по виробництву зерна кукурудзи за індустріальною технологією. – К.: Урожай, 1981. – 31 с.
49. Піщева З.М. Строки сівби і продуктивність кукурудзи // Кукуруза. – 1977. – №4. – С. 16-17.
50. Довідник кукурудзозвода / Третьяков М.М., Чирков Ю.І., Зубенко В.Х., Третьяков М.М., Шкуперла І.А. – М.: Россільгоспвидав. – 1985 – 191 с.
51. Коцюбан А.І. Особливості сортової агротехніки гібрида кукурудзи Одеський 310 // Степове землеробство: Респ. міжвід. темат. наук. зб.– К., 1992. – Вип. 26. – С. 69-74.
52. Кухарчук П.І., Левченко Є.Т., Ткачик Б.В. Вплив засобів хімізації у поєднанні з агротехнічними факторами на врожай зерна ранніх та середньоранніх гібридів кукурудзи на Поліссі // Степове землеробство: Респ. міжвід. темат. наук. зб.– К., 1992. – Вип. 67. – С. 68-74.