

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**05.10 – МКР. 1813 “С” 2024.11.10. 06 ПЗ**

**КОРНИСЮКА ДМИТРА ІГОРОВИЧА**

**2024 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**УДК: 631.4:631.811:633.15:631.58**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан агробіологічного факультету**

**д.с.-г.н., професор**

\_\_\_\_\_ Віталій КОВАЛЕНКО  
(підпис) (ПІБ)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

**Агрохімії та якості продукції  
рослинництва ім. О.І. Душечкіна**

**д.с.-г.н., професор**

\_\_\_\_\_ Дмитро ЛІТВІНОВ  
(підпис) (ПІБ)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Оптимізація умов живлення кукурудзи на зерно за  
використання елементів прецизійного землеробства».**

Спеціальність 201 - Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

доктор с.г. наук проф.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Анотолій БИКІН  
(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

кандидат с.г. наук, доцент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олена ЛІТВІНОВА  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Дмитро КОРНЕСЮК  
(ПІБ)

**КИЇВ – 2024 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет Агробіологічний

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри Агрохімії  
та якості продукції рослинництва  
ім. О.І. Душечкіна**

доктор с.г. наук, проф. \_\_\_\_\_ Дмитро ЛІТВИНОВ  
(підпис) (ПІБ)

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИСТУДЕНТУ**

КОРНИСЮК ДМИТРО ІГОРОВИЧ

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Орієнтація освітньої програми «Освітньо-професійна»

Тема магістерської роботи «Оптимізація умов живлення кукурудзи на зерно за використання елементів прецизійного землеробства»

затверджена наказом ректора НУБіП України від- \_||\_\_\_\_\_ 20\_\_ р. №

Термін подання завершеної роботи на кафедру ( )

Вихідні дані до магістерської роботи: результати літературного пошуку, результати польового дослідження та лабораторних досліджень

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Моніторинг розвитку кукурудзи на зерно у різні фази розвитку
2. Визначити вплив фоліарного підживлення на урожайність та якість кукурудзи на зерно в різних зонах полях
3. Встановити економічну ефективність вирощування кукурудзи на зерно за фоліарного підживлення

Дата видачі завдання —||\_\_\_\_\_ 2024 р.

**Керівник магістерської роботи**

**Олена ЛІТВИНОВА**

**Завдання прийняла до виконання**

**Дмитро КОРНЕСЮК**

## РЕФЕРАТ

на магістерську кваліфікаційну роботу Корнисяк Д.І. на тему  
**«Оптимізація умов живлення кукурудзи на зерно за використання  
елементів прецизійного землеробства»**

Магістерська робота включає в себе 5 розділів ( огляд літератури, методика дослідження, результати дослідження, економічна ефективність) , висновку та списку використаної літератури. Магістерська робота написана на 63 сторінках , включаючи 16 таблиць і 16 рисунків.

У магістерській роботі представлені результати досліджень з вивчення елементів точного землеробства – позакореневі обробки посівів кукурудзи на зерно препаратами YaraVita GRAMITER у нормі 2 л/га. Вивчали основні закономірності впливу на структурні і якісні показники, біометричні показники, фотосинтетичну діяльність.

Визначено ефективність застосування макро- і хелатних форм мікроелементів у різних зонах поля. Позакореневе підживлення сприяло збільшенню врожайності на всіх рівнях розвитку рослин, що становило прибавку врожаю від 0,5 до 1,7 т/га.

Встановлено, що позакореневе живлення забезпечувало найвищі показники економічної ефективності в умовах оптимальних рослин на полі. При позакореновому підживленні YaraVita GRAMITER в нормі 2 л/га умовний чистий прибуток становив 59 232 грн, а рівень рентабельності досягав 70%.

**Ключові слова:** чорнозем опідзолений , біологічні показники , мікродобриво, урожайність, якість, економічна ефективність

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	8
1.1 Роль позакореневого підживлення на ріст і розвиток кукурудзи на зерно	
1.2 .....Вплив систем удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно	
1.3 .....Використання технології точного землеробства	
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ .....	15
2.1 Характеристика господарства .....	19
2.2 Ґрунтові умови господарства.....	20
2.3 Погодно-кліматичні умови господарства .....	23
2.4 Методика проведення дослідження.....	26
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	30
3.1 Моніторинг розвитку кукурудзи на основі дистанційного зондування	30
3.2 Показники рН чорнозему опідзоленого .....	33
3.3 Вміст гідролізованого азоту в чорнозему опідзоленого.....	34
3.4 Вміст рухомих сполук фосфору в чорнозему опідзоленого .....	36
3.5 Вміст рухомих форм калію в чорнозему опідзоленого .....	38
3.6 Біометричні показники кукурудзи на зерно в умовах диференційного використання добрив.....	40
3.7 Вміст загального азоту в рослинах кукурудзи на зерно.....	46
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ЯКІСТЬ ТА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО .....	48
4.1. Вплив позакореневого підживлення на структуру врожаю .....	48
4.2 Вплив позакореневого підживлення на врожайність та якість зерна кукурудзи.....	51
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ.....	55
ВИСНОВОК.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	59

## ВСТУП

Останніми роками позакореневе підживлення набуває все більшого значення в сільськогосподарському виробництві, оскільки дозволяє рослинам швидко компенсувати дефіцит мікроелементів. Цей метод особливо важливий для підвищення стійкості культур до мінливих кліматичних умов і стресів.

Позакореневе підживлення позитивно впливає на врожайність, але це лише один з багатьох факторів, що впливають на формування врожаю. Фенологічні стадії розвитку рослин, на які значною мірою впливають кліматичні умови, також відіграють важливу роль у продуктивності сільськогосподарських культур.

Просторовий аналіз фенологічних показників за допомогою дистанційного зондування є перспективним методом оцінки впливу різних чинників, у тому числі живлення, на розвиток рослин. За допомогою супутникових даних можна виявити неоднорідність полів та визначити ділянки, що потребують додаткового живлення. Це сприятиме організації більш точних та ефективних систем внесення добрив.

**Мета дослідження:** визначити ефективність фоліарного підживлення кукурудзи на зерно у фазі росту та розвитку ВВСН 14-16 на урожайність та показники якості.

### **Завдання магістерської кваліфікаційної роботи:**

1. Використовуючи технології точного землеробства, дослідити вплив позакореневого живлення на різні фенологічні фази кукурудзи у різних зонах поля;
2. Застосувати засоби дистанційного моніторингу для фіксування росту та розвитку кукурудзи у різних зонах поля;
3. Визначення показників якості кукурудзи, а такої її врожайності;
4. Розрахунок економічної ефективності позакореневого підживлення.

**Об'єкт дослідження** – вплив позакореневого підживлення на врожайність та показники якості кукурудзи на зерно.

**Предмет дослідження** – рН ґрунтового розчину, вміст азоту, фосфору та калію в ґрунті, біометричні показники, вміст загального азоту в рослинні, структура врожаю, показники якості зерна, економіка застосування.

**Методи дослідження** – лабораторний, польовий, статистичний, супутниковий моніторинг.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Роль позакореневого підживлення на ріст і розвиток кукурудзи на зерно

Сучасний підхід до розвитку агропромислового комплексу в Україні характеризується високим ступенем наукоємності та орієнтований на стабілізацію виробництва зерна і вдосконалення агротехнічних процесів вирощування [1; 2].

Загальновідомо, що основним резервом підвищення врожайності кукурудзи та сталого нарощування виробництва крупи є активне впровадження інноваційних підходів до технології вирощування культури, зокрема застосування мікродобрив [16].

Інтенсивні технології вирощування базуються на екстенсивному застосуванні мінеральних добрив та пестицидів, безконтрольне використання яких є не лише економічно невиправданим, але й екологічно небезпечним. Тому пошук альтернативних методів, які впливають на врожайність та якість сільськогосподарської продукції, є актуальним завданням для дослідників. Однією з перспективних стратегій є внесення мікродобрив. Мікродобрива можуть покращувати біологічну продуктивність рослин невеликими кількостями в межах нормальної реакції та посилювати адаптацію до несприятливих умов навколишнього середовища [3; 4].

Промислове вирощування сучасних інтенсивних культур, особливо кукурудзи, вимагає добре організованої системи живлення. Для того, щоб кукурудза інтенсивно росла та розвивалася протягом усього вегетаційного періоду, необхідна оптимальна кількість макро- та мікроелементів у доступній формі, а також певні ґрунтово-кліматичні умови [6]. Для цього необхідне створення сприятливих умов [6, 7].

Внесення добрив є не тільки ефективним, але й іноді вирішальним фактором, що впливає на врожайність та якість кукурудзи. Внесення добрив

впливає на метаболізм рослин і сприяє накопиченню поживних речовин, таких як білки, жири та вуглеводи.

На етапі розвитку одним із способів підвищення врожайності, враховуючи інтенсифікацію сільського господарства, є використання мікродобрив і внесення їх під час процесу живлення рослин [8]. Позакореневе підживлення кукурудзи є ефективним методом внесення добрив, який підвищує доступність поживних речовин (мікроелементів) для рослин і покращує поглинання поживних речовин з ґрунту. При позакореновому підживленні макро- і мікроелементи легко проникають у рослину, добре засвоюються і швидко включаються в синтез органічної речовини листя або транспортуються в інші органи для використання в метаболічних процесах [9].

Застосування мікроелементів у технології вирощування кукурудзи сприяє регулюванню росту, підвищенню толерантності до несприятливих гідротермічних умов, збільшенню врожайності та покращенню якості зерна, будучи при цьому безпечним для навколишнього середовища та здоров'я людини [10].

Застосування мінеральних добрив сприяє збільшенню площі їх використання та підвищенню продуктивності кукурудзи. Внесення добрив у кожному господарстві повинно враховувати рекомендовану норму та загальну кількість добрив, внесених у ґрунт восени та навесні, а також рівень вологості ґрунту [11].

Сьогодні на ринку доступний цілий ряд мікродобрив, які містять мікроелементи, необхідні культурним рослинам, у легкодоступній формі. Пропорції мікроелементів у таких препаратах зазвичай оптимально відповідають потребам різних культур. Вважається, що застосування мікродобрив може суттєво підвищити врожайність сільськогосподарських культур, але фактичні показники часто не відповідають задекларованим [17].

Тому оцінка впливу різних способів позакоренового підживлення комплексними мікродобривами на врожайність та продуктивність кукурудзи є

особливо актуальним питанням. Саме цей фактор визначив доцільність цього напряму досліджень [15].

У зонах нестабільного зволоження сільськогосподарських підприємств при вирощуванні середньостиглих гібридів кукурудзи бажаним є позакореневе підживлення культури мікродобривами. За таких умов активізується фотосинтетична діяльність рослин та оптимізуються біохімічні процеси, що сприяє підвищенню продуктивності кукурудзи [18].

У стресових умовах (посуха, низькі температури тощо) позакореневе підживлення часто є єдиним способом забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, особливо мікроелементами. Навіть невеликі кількості макро- та мікроелементів є корисними, оскільки вони знаходяться в доступних формах і швидко засвоюються рослиною [6].

По-перше, через листову структуру кукурудзи, особливо прямостоячих гібридів, більша частина рідкого розчину стікає по стеблу і потрапляє в прикореневу зону, тому рідкий розчин слід вносити в прилипачі. По-друге, важливо враховувати фазу розвитку рослини. Для кукурудзи найбільш доцільним є внесення на стадії 3-8 листків. Рекомендується вносити добрива вранці або ввечері, або в похмурі дні, уникаючи потрапляння прямих сонячних променів на рослини [8, 11].

Системи удобрення кукурудзи, що використовуються для вирощування сільськогосподарських культур, як правило, передбачають внесення високих норм добрив у ґрунт [15].

Наукові установи відзначають низьку ефективність поглинання поживних речовин (25-70%) з мінеральних добрив, внесених при посіві польових культур [19]. Проте поживні речовини, внесені у вигляді розчинів на листову поверхню, засвоюються рослинами більш ефективно.

Крім макроелементів (N, P, K, Ca, Mg і S), важливу роль у живленні рослин відіграють 14 мікроелементів, серед яких B, Mn, Cu, Zn, Co і Mo, які через низьку концентрацію (0,01-0,001% у сухій речовині) називаються

мікроелементами, а добрива, що їх містять, - мікродобривами Їх відносять до мікродобрив [15, 21].

Основним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт, а доступність цих елементів залежить від наявності рухомих форм: мідь, цинк, молібден і кобальт становлять 10-15% від загальної кількості, а бор - 2-4%. Середній вміст бору в ґрунтах України коливається в межах 0,1-2 мг/кг, молібдену - 0,03-0,6 мг/кг, цинку - 0,2-2 мг/кг і марганцю - 25-190 мг/кг [12].

Найбільш економічно ефективними методами внесення мікроелементів є передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення. У рослині кукурудзи є два періоди, коли забезпечення мікроелементами є особливо важливим: 1) фаза 3-4 листків, коли формується первинна коренева система, і 2) фаза 6-8 листків, коли коренева система активно розвивається і формується качан [13].

Дослідження показують, що мікродобрива на основі органічних кислот привертають значну увагу виробників. Органічні кислоти є стабільними, водорозчинними та повністю засвоюються рослиною [19].

Покращення поживного статусу кукурудзи шляхом позакореневого підживлення може мати позитивний вплив на ріст листя, надземної маси, врожайність та якість зерна, виправити дефіцит мікроелементів протягом вегетації кукурудзи, максимально ефективно використовувати добрива та запобігти переходу на недоступні форми добрив [ 8, 14].

Таким чином, використання мікродобрив допомагає рослинам реалізувати свій потенціал завдяки швидкому поглинанню та включенню в процес росту, що сприяє підвищенню врожайності та якості, а також зниженню витрат на вирощування [20].

## **1.2 Вплив систем удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно**

Кукурудза (*Zea mays L.*) є однією з найбільш поширених зернових культур у світі і відіграє важливу роль як національний продукт харчування,

компонент кормів для тварин і сировина для виробництва біоетанолу. У країнах, що розвиваються, 50-55% виробленого зерна кукурудзи використовується в їжу [22].

Підвищення врожайності та загального збору кукурудзи є важливим фактором підвищення продуктивності та ефективності сільського господарства [23]. Однак, виробництво високоякісного зерна при стабільно високих врожаях часто ускладнюється поганою адаптацією гібридів до місцевих кліматичних і виробничих умов [24].

Кожна культура має свої специфічні властивості мінерального живлення. Їх висока продуктивність досягається лише за умов підвищеного або оптимізованого мінерального живлення та адекватних фізико-хімічних властивостей ґрунту [28]. Усі елементи мінерального живлення виконують свої специфічні функції, але взаємопов'язані в загальних процесах, що відбуваються в рослинному організмі. Це узгоджується із законом Лібіха, згідно з яким найменш доступний елемент живлення має вирішальне значення для врожаю та його якості, незалежно від того, чи потребує рослина цього елемента, чи ні [27]. Таким чином, важливість мікроелементів для високої якості та врожайності є такою ж важливою, як і ключових поживних речовин - азоту, фосфору, калію, кальцію, сірки та магнію.

Вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, калій і сірка є найважливішими поживними речовинами для рослин. Перші три елементи рослини отримують з повітря, тоді як азот, фосфор, калій і сірку - з ґрунту [25]. Ці елементи входять до складу ферментів, вітамінів і гормонів та беруть участь у синтезі білків, вуглеводів, жирів і вітамінів. Ці елементи підвищують активність рослинних ферментів і полегшують поглинання поживних речовин з ґрунту [31]. Під їх впливом збільшується вміст хлорофілу в листках, покращується асиміляція, фотосинтез і запліднення, підвищується стійкість до стресових умов, посухи, хвороб і шкідників [26].

Азот (N) є основною поживною речовиною, що обмежує ріст рослин. У сільському господарстві потреби в азоті поповнюються шляхом внесення

мінеральних добрив. Варто зазначити, що не весь внесений мінеральний азот поглинається рослиною. Ці втрати зростають зі збільшенням кількості внесених азотних добрив [30].

Фосфор (P) часто обмежує фіксацію азоту в бактеріальних системах рослин, тому цей процес можна активувати за допомогою біопрепаратів на основі фосфатфіксуючих мікроорганізмів, які перетворюють важкодоступний фосфат ґрунту в доступні для рослин сполуки [30]. Калій (K) утримує воду, сприяє утворенню цукру та його транслокації, підвищує стійкість до хвороб, посухи та морозів.

Магній (Mg) підвищує інтенсивність фотосинтезу та синтезу хлорофілу, бере участь в окислювально-відновних процесах та ферментативних реакціях. Кальцій (Ca) стимулює ріст рослин, сприяє укоріненню, прискорює обмін речовин, активує ферменти, зміцнює клітинні стінки та підвищує в'язкість протопластів. Сірка (S) бере участь у білковому та азотному обміні, входить до складу амінокислот, вітамінів та рослинних олій, впливає на окисно-відновні процеси [33].

Мікроелементи видаляються під час збору врожаю, і їх втрати вимірюються в грамах на тонну продукції [32]. Залізо (Fe) бере участь у фотосинтезі, диханні, білковому обміні та синтезі ауксинів. Мідь (Cu) регулює дихання, фотосинтез, вуглеводний і білковий обмін та підвищує стійкість до посухи, морозів і спеки. Марганець (Mn) входить до складу ферментів і відіграє подібну до міді роль. Цинк (Zn) регулює білковий, ліпідний, вуглеводний і фосфорний обмін, а також синтез вітамінів і ауксинів. Бор (B) важливий для запилення і запліднення, вуглеводного і білкового обміну та підвищує стійкість до хвороб. Молібден (Mo) регулює азотний, вуглеводний і фосфорний обмін, синтез хлорофілу і вітамінів та сприяє азотній фіксації [25]. Поглинання поживних речовин триває протягом усього вегетаційного періоду кукурудзи і закінчується, коли зерна дозрівають до воскового стану. У цей час рослина накопичує близько 90% поживних речовин, спожитих переважно під час вегетативної фази, особливо від викидання волоті до початку цвітіння. Для

формування однієї тонни зерна з біомасою листя і стебла кукурудза засвоює 16-35 кг азоту, 7-13 кг фосфору і 20-35 кг калію [37].

Високі врожаї кукурудзи досягаються за рахунок збалансованого внесення мінеральних та органічних добрив. Тільки правильне застосування добрив може підвищити врожайність і поліпшити якість зерна [39, 40].

«Основними поживними речовинами для кукурудзи є азот, фосфор, калій, цинк, магній, сірка, бор і мідь.

Методи внесення добрив включають основне добриво, передпосівне добриво та підживлення. Фосфор і калій рекомендується вносити під час зяблевого обробітку ґрунту, а азот - переважно під час весняного передпосівного обробітку ґрунту [38, 43].

При посіві кукурудза потребує лише невеликої кількості добрив через її повільний початковий ріст. Однак дефіцит поживних речовин на ранніх стадіях може негативно вплинути на наступні етапи росту. Тому рекомендується вносити фосфор в межах 5-8 кг/га при посіві кукурудзи [40, 34].

Азот є основним елементом живлення на всіх етапах розвитку культури, але його ефективність залежить від фази росту кукурудзи. Азот сприяє утворенню зерна та зеленої маси і необхідний протягом усього періоду дозрівання [41, 42].

Внесення азотних добрив на гектар не повинно перевищувати 125 кг. Доступність азоту особливо важлива у фазі 4-6 листків, при позакореновому внесенні 5 кг карбаміду на гектар [36, 42].

Рекомендовані норми внесення мінеральних поживних речовин становлять 80-140 кг д.р./га азоту, 90-120 кг д.р./га фосфору і 60-136 кг д.р./га калію для полішинелю і лісового степу, а для степу - 90-120 кг д.р./га азоту і 60-90 кг д.р./га фосфору, калію - 20-40 кг д.р./га [40, 44].

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи, стимулює цвітіння та впливає на якість зерна. При дефіциті фосфору ріст рослин сповільнюється і навіть зупиняється [38, 43].

Калій відповідає за обмін поживних речовин в рослинному організмі. При нестачі калію рослини засихають. Цинк і магній підвищують стійкість до екстремальних температур, а сірка сприяє синтезу білка. Бор і мідь сприяють накопиченню цукрів і вітамінів. Калій посилює стійкість рослин до хвороб [35, 39].

Кукурудза потребує органічних добрив, особливо компосту. На чорноземах кількість внесених добрив становить близько 20 тонн на гектар, а на дерново-підзолистих ґрунтах - 25-35 тонн. Органічні добрива можуть підвищити врожайність кукурудзи на 4-10 т/га [40].

Органічні добрива є основним джерелом поживних речовин для кукурудзи і засвоюються нею краще, ніж іншими культурами.

Найефективнішим добривом для кукурудзи є рідкі мінеральні добрива, які забезпечують швидкий ріст і надходження поживних речовин, а також сприяють цвітінню і плодоношенню [35, 40].

Сидерати також широко використовуються як зелене добриво для кукурудзи. Найчастіше використовують ріпак, гірчицю, суріпицю та люпин. Урожайність люпину на сидерат становить 25-30 тонн з гектара. Кукурудза потребує 25-33 кг азоту, 10-15 кг фосфору, 25-36 кг калію, 250 г заліза, 90 г цинку, 12 г бору і 6-11 кг магнію для формування 1 тонни зерна [40, 42].

Таким чином, кукурудза з її високим потенціалом біомаси потребує великої кількості поживних речовин, особливо на ранніх стадіях коли поживні речовини надходять із верхніх шарів ґрунту, а потім — із глибинних [40].

### **1.3 Використання технології точного землеробства**

Український агробізнес з кожним роком стає все більш інноваційним, високотехнологічним та складним. Така масштабна трансформація традиційної української галузі вимагає від менеджерів розробки нових бізнес-стратегій та стратегічних підходів до управління [45]. У процесі переходу аграрної економіки України до інноваційної моделі головним завданням є розвиток і раціональне використання науково-технічного потенціалу аграрної науки.

Сучасна інноваційна модель, заснована на економіці знань, є основною стратегією розвитку, де науково-технічний прогрес є головним рушієм сільськогосподарського виробництва [46].

Довгий час сільське господарство вважалося найбільш традиційним сектором економіки. Тут зміни відбувалися повільно, технологічні цикли були довгими, а прибутковість була низькою через високу ресурсоємність [47].

Однак з розвитком сучасних технологій це сприйняття поступово змінюється. Технологічні інновації в точному землеробстві спрямовані на підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва за рахунок мінімізації матеріальних і людських витрат та зменшення негативного впливу на природу. Це досягається за рахунок автоматизації виробничого процесу, що приносить екологічні, соціальні та економічні вигоди [53].

Точне землеробство (ТЗ), також відоме як «розумне землеробство», - це новий підхід до сільськогосподарського виробництва, який поєднує передові технології, сучасні датчики та обробку даних для покращення сільськогосподарських практик. Цей підхід має потенціал для трансформації сільськогосподарського сектору за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів, зменшення впливу на навколишнє середовище та підвищення продуктивності.

Очікується, що з розвитком технологій ТЗ екологічні переваги в майбутньому стануть ще більшими. Наприклад, згідно з опитуванням Американської асоціації виробників обладнання (АЕМ), фермери досягли наступних позитивних змін у навколишньому середовищі завдяки використанню технологій ТЗ [54].

- 4% збільшення виробництва продукції рослинництва;
- 7% підвищення ефективності використання добрив; та
- 9% скорочення використання гербіцидів та інсектицидів; та
- 6% скорочення споживання викопного палива;
- 4% скорочення споживання води.

У багатьох європейських країнах інформаційні технології в сільському господарстві вже давно використовуються для підвищення врожайності, відновлення родючості ґрунтів та забезпечення екологічності сільськогосподарської продукції. У той же час, українські аграрії все ще використовують більш доступні засоби захисту рослин та стандартні технології, вважаючи їх найкращим варіантом збільшення прибутку [49]. За словами Н. К. Васильєвої, «через брак ресурсів не виконуються агротехнічні вимоги до виробництва, не оновлюється техніка, виснажуються орендовані землі, знижується врожайність сільськогосподарських культур, а виснажується, врожайність сільськогосподарських культур і продуктивність худоби не досягла 50% від потенційних генетичних показників» [48]. Крім того, ціни на техніку, насіння, засоби захисту рослин та добрива зростають, а ефективність їх використання потребує підвищення.

Одним із шляхів вирішення цих проблем є використання новітніх технологій точного землеробства в Україні. Згідно з науковою літературою, точне землеробство визначається як комплексна високотехнологічна система управління сільським господарством, що поєднує систему глобального позиціонування (GPS), географічну інформаційну систему (ГІС), системи моніторингу врожайності, варіаційні технології та технології дистанційного зондування. На думку вчених А. МакБратні, Б. Вілана та Т. Анчева, точне землеробство - це «метод впровадження технологій у сільське господарство, заснований на картографічній класифікації ґрунтів, використанні супутникових і безпілотних знімків та технології обробки цих даних» [51].

А. І. Соловйов виділяє «три етапи використання технологій точного землеробства»:

- 1) збір інформації про господарства, поля і культури;
- 2) аналіз зібраних даних і прийняття рішень;
- 3) реалізація рішень через агротехнічні роботи» [50].

Він підкреслює, що «основним завданням управління сільськогосподарським виробництвом є визначення оптимальних норм добрив і

засобів захисту, що відповідають максимальному прибутку, з урахуванням витрат на їх придбання та впровадження технологій живлення і захисту рослин за умови достатності або обмеженості коштів» [50]. Для реалізації цих кроків на практиці дослідники визначили основні інструменти точного землеробства:

1. GPS-обладнання, яке може точно визначати місцезнаходження техніки та рослин на полі;
2. RTK-станції, які приймають, уточнюють і прив'язують сигнали з супутників до конкретних ділянок; і
3. системи паралельного руху, які мінімізують перекриття та забезпечують точне переміщення обладнання;
4. n-сенсори - датчики, які визначають потреби в поживних речовинах і регулюють кількість добрив;
5. дрони для аерофотозйомки, моніторингу тварин та локального внесення добрив;
6. портативні метеостанції, які надають точні дані про температуру, вологість та барометричний тиск;
7. програмне забезпечення для сівозміни, відстеження рослинності, управління фінансами та персоналом, аналізу бухгалтерських даних, планування та управління фермою.

Оскільки всі компоненти технології точного землеробства є дорогими, багато сільськогосподарських підприємств поступово переходять на них. Наразі найбільш доступними є навігаційні пристрої для паралельної роботи машин [52].

Загалом, аналіз сучасної літератури дозволяє зробити висновок, що методи точного землеробства можуть допомогти ефективно збирати, аналізувати та вирішувати сільськогосподарські проблеми. Використання таких інформаційних технологій на фермах може знизити витрати і підвищити прибутковість.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю «П'ятидні» розташоване за адресою: с. П'ятидні, Володимир-Волинський район, Волинська область, вул. Незалежності, 56. До районного центру м. Володимир-Волинський – 4 км, до обласного центру м. Луцьк – 80 км. Найближча вузлова станція м. Володимир.

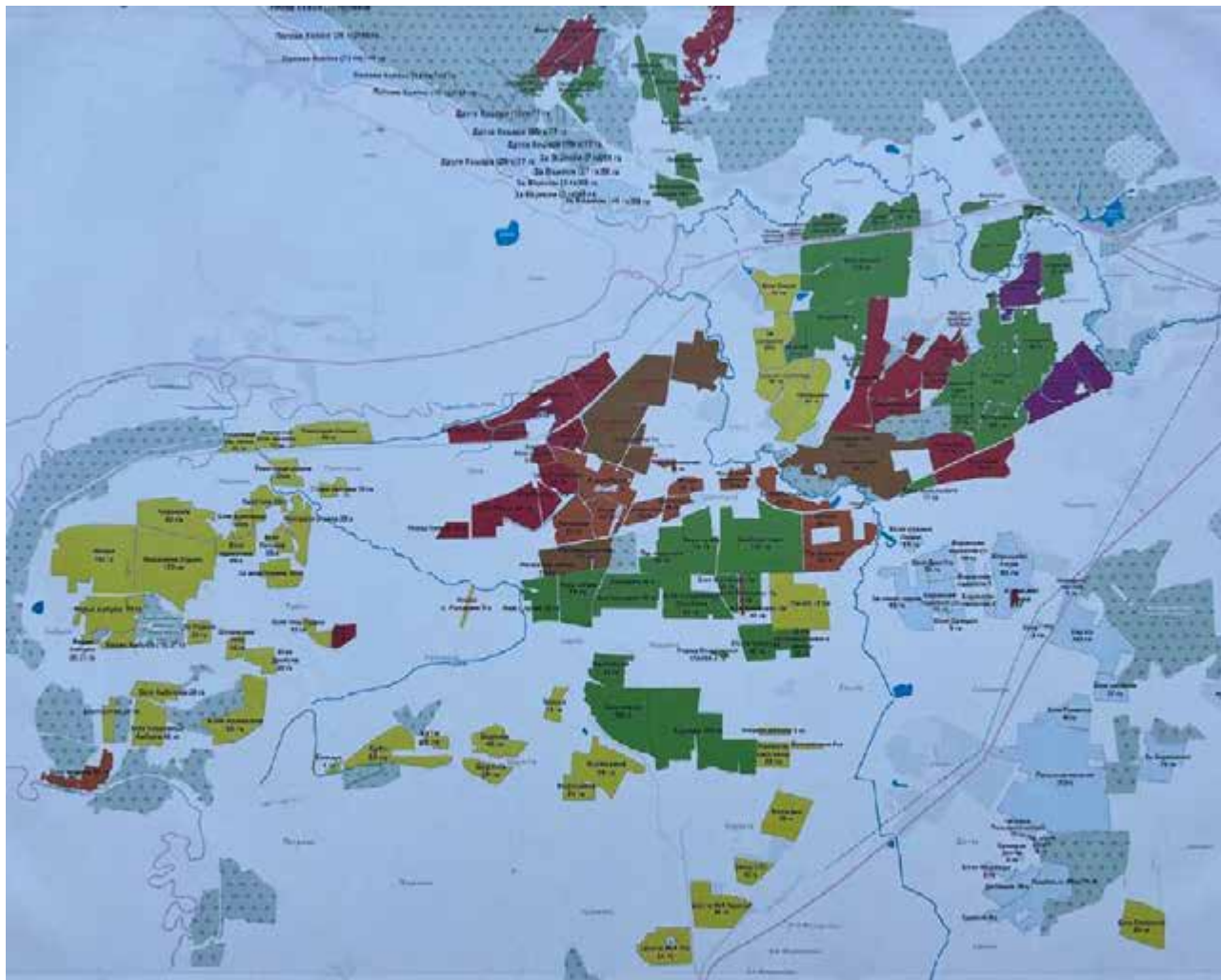
Підприємство засноване у 2006 р., земельний банк агрофірми налічує 20 938 га землі (рис.2.1.1). Сільське господарство спеціалізується на рослинництві.

У геоморфологічному відношенні територія Волинської області знаходиться в межах під області Прип'ятсько-Волинської моренно-зандрової і терасної рівнини та Волинської денудаційної височини.

Головним ринком збуту продукції являється Одеський порт, відстань до якого становить 883 км. Доставка продукції відбувається двома способами: транспортним і залізничним сполученням.

Структура посівних площ у 2024 році включає в себе:

- Пшениця озима (5719);
- Ріпак озимий (3697);
- Соняшник (2571);
- Горох (690);
- Цукровий буряк (461);
- Соя (2869);
- Кукурудза на зерно (4972);
- Яра пшениця (704).

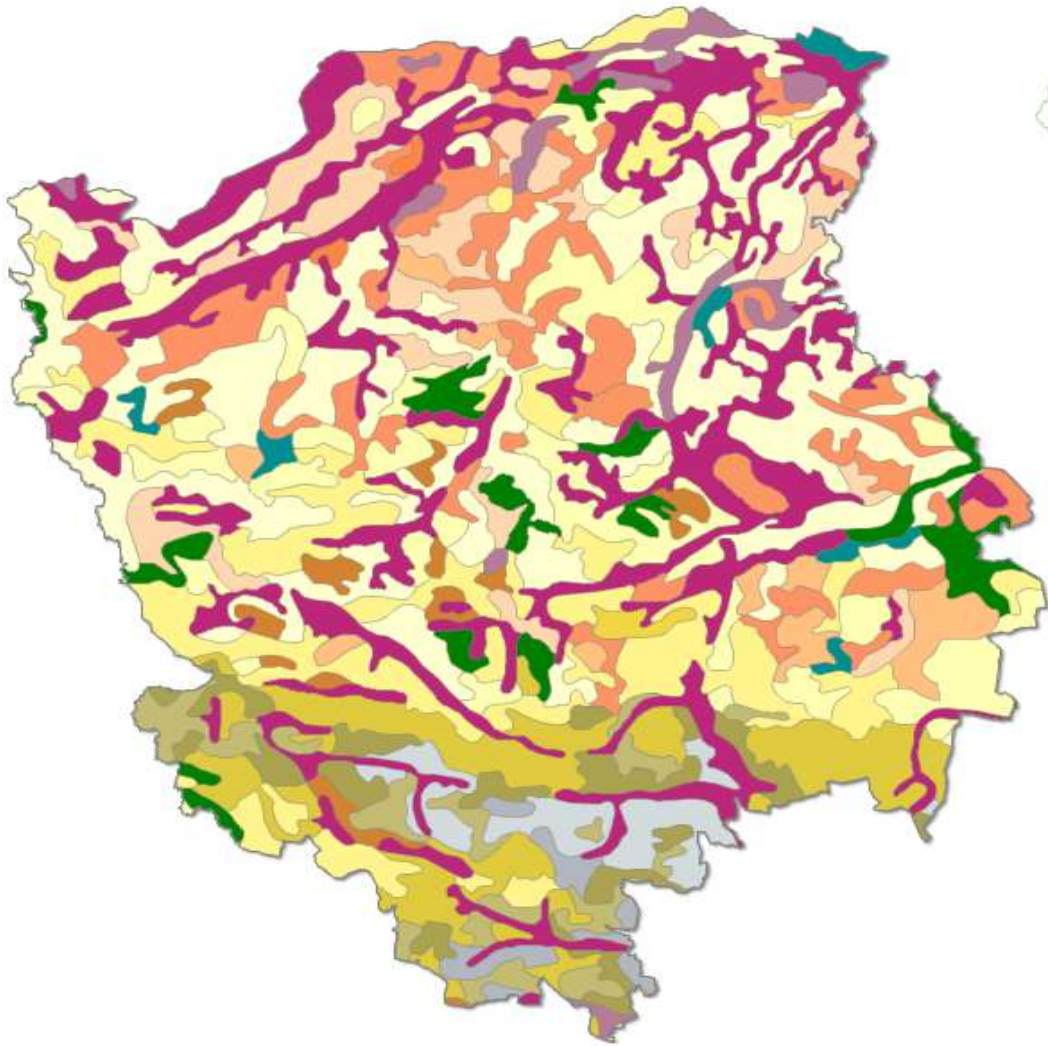


*Рис 2.1.1. Карта полів господарства ТОВ «П'ятидні».*

Рослинництво включає вирощування зернових, олійних, кормових культур. Провідні культури в землеробстві - зернові: озима пшениця, олійні - соняшник. 90% полів засіяні зерновими та олійними культурами.

## **2.2 Ґрунтові умови господарства**

Розподіл ґрунтів у Волинській області чітко відповідає географічній закономірності. На Волинському плато, вкритому лесовидними суглинками, формуються ґрунти, характерні для лісостепу, зокрема чорноземи типові, чорноземи опідзолені та сірі лісостепові опідзолені ґрунти. У польському регіоні через низинний рельєф і переважання пісків і супісків переважають азональні та гідравлічні ґрунти, представлені дерновими, опідзоленими, дерновими, болотними ґрунтами і торфовищами. (рис. 2.2.1)



*Рис. 2.2.1. Карта ґрунтів Волинської області*

У господарстві є кілька типів ґрунтів, але переважають дерново-підзолисті середньосуглинкові. Більшість ділянок сівозміни господарства знаходяться на дерново-підзолистих ґрунтах (Таблиця 2.1).

Дерново-середньопідзолисті ґрунти - це ґрунти, що розвинулися на менш потужних четвертинних відкладах, представлених супісками, суглинками та шаруватими відкладами різного механічного складу. Ці відклади часто перекриті крейдовим шаром глибиною 1-1,5 м. У низинних районах важливу роль у ґрунтоутворенні відіграють сірі процеси.

Ступінь опідзоленості добре відображається в морфологічній будові профілів. Неглибокий (15-20 см, подекуди до 25 см) гумусово-алювіальний шар переходить у чітко виражений білуватий алювій з великою кількістю кремнію.

У середньопідзолистих відкладах потужність досягає 3-20 см. Алювіальні шари відрізняються червонувато-коричневим кольором, щільністю, важким механічним складом і горіхоподібно-призматичною структурою.

Орний шар цих ґрунтів містить до 1,5% гумусу, а рН водних витяжок в середньому становить 5,3-5,5, з високою насиченістю основами. Вміст доступних поживних речовин такий: азоту - 3,5-8,0, фосфору - 0,4-5,2, калію - 1,6-6,6 мг на 100 г ґрунту; найкращі фізико-хімічні властивості та забезпеченість поживними речовинами мають ґрунти, вкриті крейдянним шаром на глибині 1-1,5 м. Ґрунт також є більш щільним, ніж в інших ґрунтах.

Важливими показниками є загальна щільність ґрунту та щільність твердої фази. З них загальна щільність збільшується від поверхні до корінних порід з 1,21 до 1,71 г/см<sup>3</sup>, тоді як щільність твердої фази дещо зростає з 2,62 до 2,67 г/см<sup>3</sup>. Загальна пористість є найвищою у верхньому шарі ґрунту і становить 53,8%, поступово зменшуючись до 35,8% і 38,0% у нижніх шарах.

Диференціація ґрунтового профілю дуже виражена в дерновому середньо- і сильнопідзолистих супісках через невеликий алювіальний горизонт.

Для підвищення родючості необхідно

- Вносити достатню кількість органічних добрив для підвищення вологостійкості та водоутримання ґрунту;
- вапнування, поступове поглиблення верхнього шару ґрунту з одночасним внесенням добрив
- Значно збільшити використання фосфоритного борошна, шлакового фосфату, місцевого фосфату, азотних та калійних добрив;
- Значно збільшити посіви люпину та ріпаку як поживних культур на корм і сидерат.

Таблиця 2.1

## Характеристика чорнозему опідзоленого

Вміст гумусу, %	2,7
pH	6,2
Лужногідролізований азот	75,6
Амонійний азот, мг/кг	5,6
Нітратний азот, мг/кг	11,5
Рухомі сполуки фосфору, мг/кг	30,0
Рухомі сполуки калію, мг/кг	92,0

Отже, можна сказати, що даний тип ґрунту в загальному сприятливий для вирощування с-г культур. Даний ґрунт має сприятливі фізико-хімічні і водні властивості. Проте необхідно потрібно покращити рівень обробітку ґрунту, а саме його удобрення. Тільки за допомогою цих заходів, буде можливе покращення родючості ґрунту і запобігання зниженню його родючості.

### 2.3 Погодно-кліматичні умови господарства

Клімат ТОВ «П'ятидні» помірно-континентальний, зима відносно м'яка з частими відлигами, літо помірно тепле та вологе, весна і осінь затяжні. Середньорічна температура повітря становить 7,4 °С, найнижча вона у січні (мінус 4,9 °С), найвища — в липні (18,0 °С).

Середня річна температура повітря складає +10,1°С. Період з температурою +10° становить 170-180 днів за 2024 рік. Сума активних температур в середньому складає 3200°С.

В загальному на території господарства «П'ятидні» в середньому випало понад 543 мм опадів, що в середньому припадає по 45,2 мм на кожен місяць.

Режим зволоження території області в цілому створює позитивний баланс вологи в ґрунті. В середньому за 2024 рік спостерігалось 140-160 днів з опадами не менше ніж 0,1 мм води. (рис .2.3.1)

Стійкий сніговий покрив утворюється в середньому у третій декаді грудня і тримається 30-50 днів , до середини лютого.

Вегетаційний період ( із середніми добовими температурами повітря +5 °С) триває 262 днів за 2024р (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Середньорічна кількість опадів та їх розподіл по місяцях.

Роки	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	
2022	22	61	48	24	41	153	124	78	76	66	33	83	67,4
2023	63	23	25	37	161	41	74	102	50	29	43	52	58,3
2024	83	48	11	32	22	125	109	-	-	-	-	-	-
Середня багаторічна	56	44	28	31	74	106	102	-	-	-	-	-	-



Рис. 2.3.1. Середньорічна кількість опадів та їх розподіл по місяцях.

Період активної вегетації сільськогосподарських культур ( із середніми добовими температурами повітря 10°C і вище протягом 2024 року) триває 209 днів. (рис 2.3.2.)

В продовж року на території господарства переважають північно-західні вітри. В холодні місяці переважають вітри східного та південно-східного напрямку. В літку переважають північні та північно-східні (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3.

## Середньорічна і річна температура повітря

Роки	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2022	-5,0	-4,1	-0,6	+13,5	+17,0	+18,3	+19,2	+19,8	+14,8	+10,2	+3,3	-0,3	8,8
2023	-3,5	+1,7	+4,8	+10,0	+13,1	+21,2	+18,2	+19,7	+14,3	+10,3	+6,3	+2,4	9,8
2024	-0,5	+9,7	+11,6	+18,9	+24,1	+30,1	+36	-	-	-	-	-	-
Середня багаторічна	-3	2,4	5,6	13,1	14,7	23	24,4	-	-	-	-	-	-



Рис. 2.3.2. Середньорічна кількість опадів та їх розподіл по місяцях.

Із наведених вище даних, що характеризують природно-кліматичні умови господарства можна сказати: в загальному природно-кліматичні умови є сприятливими для вирощування всіх районованих в даній зоні культури. Ґрунти даної місцевості мають достатній вміст поживних елементів (елементів живлення рослини), що дозволяє одержувати стабільні врожаї сільськогосподарських культур.

Дане господарство знаходиться в зоні нестійкого зволоження, для того щоб накопичити більшу кількість вологи, потрібно взимку проводити снігозатримання. Для зменшення випаровування вологи навесні і в літку потрібно проводити боронування (закриття вологи).

#### **2.4 Методика проведення дослідження**

Основною метою дослідження є визначення впливу позакореневого підживлення мікроелементів, на врожайність кукурудзи на зерно.

Поле, на якому проводився експеримент (29.04.2024), було засіяне гібридом кукурудзи «P8521» від компанії Pioneer, з нормо висіву 70 тис. насінин/га.

Гібрид P8521 (FAO 220) – ранньостиглий гібрид з високою продуктивністю і стійкістю до вилягання та гельмінтоспорозу. Посівний матеріал компанії P8521 відмінно себе показує в поліссі і лісостепу. Підходить для вирощування в монокультурі.

Тип зерна зубоподібний - зернівка цього сорту кукурудзи має характерну видовжену форму з помітним заглибленням у верхній частині. Рослина формує великі качани з добре розвиненими зернами. Цей сорт є одним з найпоширеніших завдяки своїй високій врожайності (рис. 2.4.1).



Рис. 2.4.1. Характеристика насіння кукурудзи Pioneer P8531

Схема досліду включала в себе 3 дослідних ділянки, зразки відрізняють між собою за різними рівнями продуктивності, вони були виділені у результаті дистанційного моніторингу Цукрових буряків. Поділ та зонування поля проводили за допомогою платформи Crop Monitoring (рис.2.4.2.). Площа елементарних ділянок становила  $7\text{ м} \times 7\text{ м} = 49$ . Загалом під дослід виділено  $49 \times 3 = 147\text{ м}^2$ .

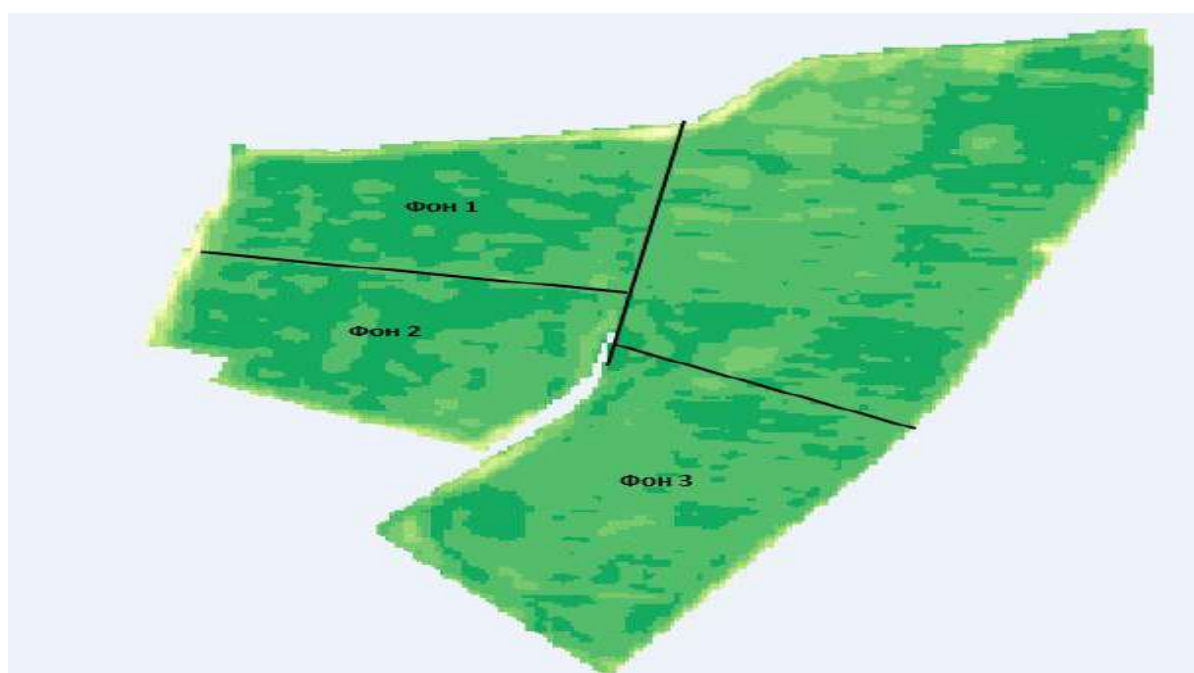


Рис. 2.4.2 . Виділення зон неоднорідності кукурудзи на зерно

Обробіток ґрунту складався з підготовки ріллі з осені трактором John Deere 8335R та lemkendiamant 11 а саме оранка, весняне закриття вологи John Deere 8335R і allrounder , передпосівної культивуації трактором John Deere 8335R і allrounder.

Посів проводився сівалкою HorschPronto 6DC 3 трактором на JohnDeer 8520T. Під час сівби проводилося внесення добрива карбамід у кількості 200 кг/га.

Система застосування засобів захисту рослин складалась лише із застосування гербіциду Майстер Пауер 1.5 л/га. Також проводилося підживлення NPK 6:20:30 із нормою 140 кг/га.

Для позакореневого підживлення використовували YaraVita GRAMITREL - збалансовану суміш необхідних мікроелементів для зернових культур. YaraVita GRAMITREL - це висококонцентроване добриво, яке швидко і легко розчиняється і змішується в баку обприскувача, усуваючи необхідність попереднього змішування.

Даний препарат має відмінні результати в польових випробуваннях завдяки своїй тривалій поживній дії і є дуже безпечним для культур.

Хімічний склад препарату: Комплекс елементів (азот (N) – 3,9%; магній (Mg) – 9,3, (MgO) – 15,2%; мідь (Cu) – 3%; марганець (Mn) – 9,1 %; цинк (Zn) – 4,9%).

Рекомендації щодо застосування на кукурудзі: 2 л/га у фазі 4-8 листків; за необхідності повторити через 2 тижні. Витрата води: 300 л/га.

## Позакореневе підживлення кукурудзи на зерно у фазу ВВСН 14-16

Таблиця 2.4

Схема дослідю		YaraVita GRAMITER (2л/га)
Зона 1. Високий рівень розвитку		Комплекс елементів (азот (N) – 3,9%; магній (Mg) – 9,3, (MgO) – 15,2%; мідь (Cu) – 3%; марганець (Mn) – 9,1 %; цинк (Zn) – 4,9%).
Контроль (фон поля)	Підживлення	
Зона 2. Середній рівень розвитку		
Контроль (фон поля)	Підживлення	
Зона 3. Низький рівень розвитку		
Контроль (фон поля)	Підживлення	

\*Примітка (фон поля) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Перед посівом були відібрані зразки ґрунту, а продовж вегетації було проведено визначення біометричних показників. Заміри були проведенні у такі фази розвитку ВВСН: 17-19 (25.05); 32-35 (20.06); 55-58 (09.07).

Визначення рухомого гідролізованого азоту, виміряний за методом Корнфілда, він характеризує вміст азоту, потенційно доступного для рослин. Рухомий фосфор і калій в ґрунті визначали за методом Чирікова. Рівень забезпечення показник рН – іонселективно.

Для визначення врожайності на кожній ділянці проводили розрахунки, враховуючи густоту рослин і біологічний потенціал.

Якість зерна оцінювали за допомогою інфрачервоної спектроскопії на аналізаторі Infratec 1241.

Всі економічні розрахунки проводилися з урахуванням цін 2024 року.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Моніторинг розвитку кукурудзи на основі дистанційного зондування

**Нормалізований вегетаційний індекс (NDVI)** – це показник, що варіюється від -1 до 1 і характеризує стан рослинності. Високі значення NDVI вказують на густу і здорову рослинність, тоді як низькі – на відсутність або пошкодження рослин. За допомогою NDVI можна відстежувати динаміку росту рослин, оцінювати продуктивність екосистем та виявляти наслідки посухи, пожеж та інших природних катаклізмів.

Значення NDVI коливаються в межах від -1 до 1 і відображають різні типи поверхні. Від’ємні значення характерні для неживих об’єктів, таких як вода, сніг та хмари. Значення, близькі до нуля, вказують на голі скелі та піски. Помірні значення (0,2-0,3) відповідають чагарникам та лукам, а високі значення (0,6-0,8) – густим лісовим масивам.

NDVI широко застосовується в аграрному секторі для моніторингу стану полів, оцінки врожайності та оптимізації сільськогосподарських практик. Цей індекс є невід’ємною частиною сучасного точного землеробства, дозволяючи відстежувати динаміку росту рослин та виявляти проблеми на ранніх стадіях.

Вплив позакореневого підживлення на розвиток кукурудзи оцінювався шляхом моніторингу рослин протягом вегетаційного періоду. Через десять днів після обробки було помічено різні темпи росту на дослідних ділянках. Аналіз даних показав, що значення індексу для ділянок з різним рівнем відставання в рості становило відповідно 0,35, 0,4 та 0,45.

На рис. 3.1.1 представлено початковий стан дослідних ділянок станом на 25 травня 2024 року. Отримані значення індексу NDVI свідчать про різний рівень розвитку рослинності на різних ділянках.

Так, ділянки з найнижчим індексом (0,35) характеризувалися розрідженою рослинністю, ділянки із середнім індексом (0,4) – помірним покривом, а ділянки з найвищим індексом (0,45) – густою рослинністю.

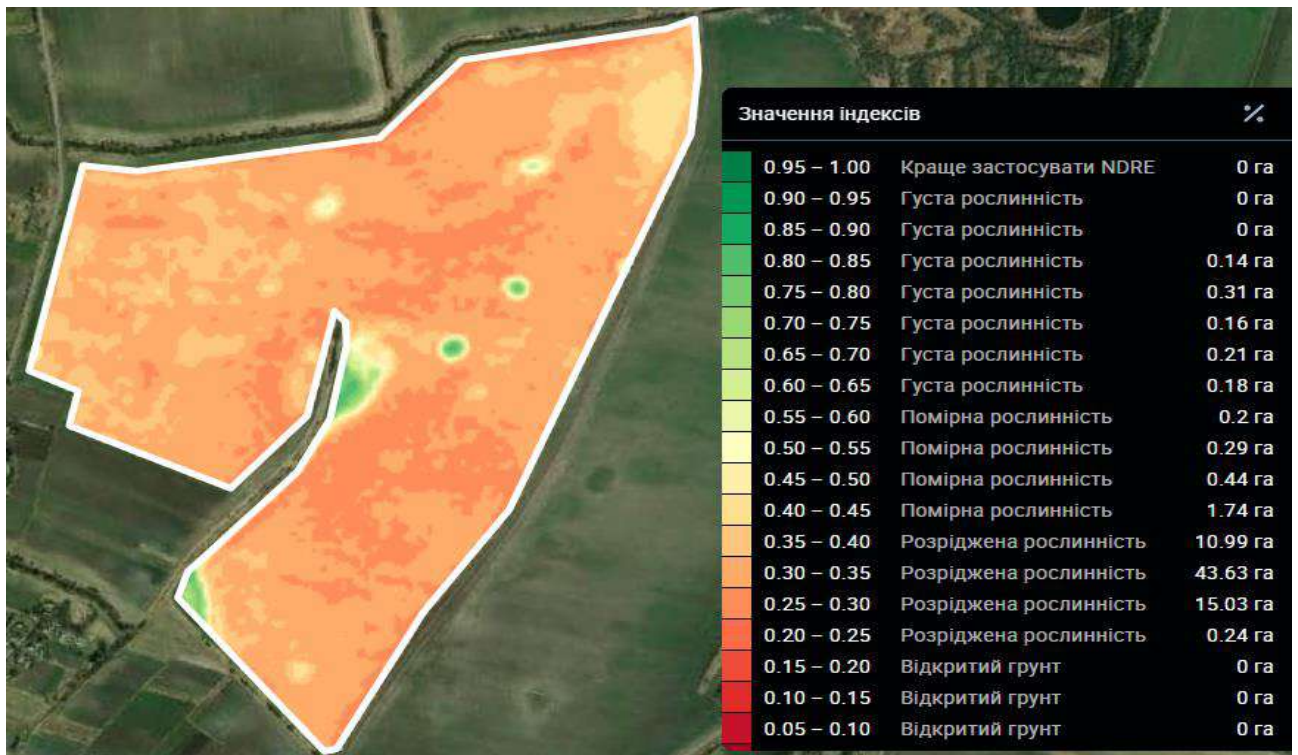


Рис. 3.1.1. Індекс вегетаційної активності (NDVI) кукурудзи на фазі (BBCH 17-19

Результати дослідження (рис 3.1.2) виявили однакові рівні розвитку на всіх дослідних ділянках станом на 9 липня 2024 року. На даному етапі розвитку всі ділянки мали однакові показники густоти стояння рослин – 0,9. Дані, отримані в результаті дослідження (рис 3.1.3), свідчать про те, що станом на 7 вересня 2024 року кукурудза перебувала на завершальній стадії вегетації. Незважаючи на різні рівні розвитку рослин на початку вегетаційного періоду, до моменту збирання врожаю значення індексу, що характеризує густоту рослинності, були досить близькими. Так, для рослин з низьким, середнім та високим рівнем розвитку індекс становив відповідно 0,55, 0,7 та 0,7, що вказує на загальну тенденцію до зменшення вегетативної маси.

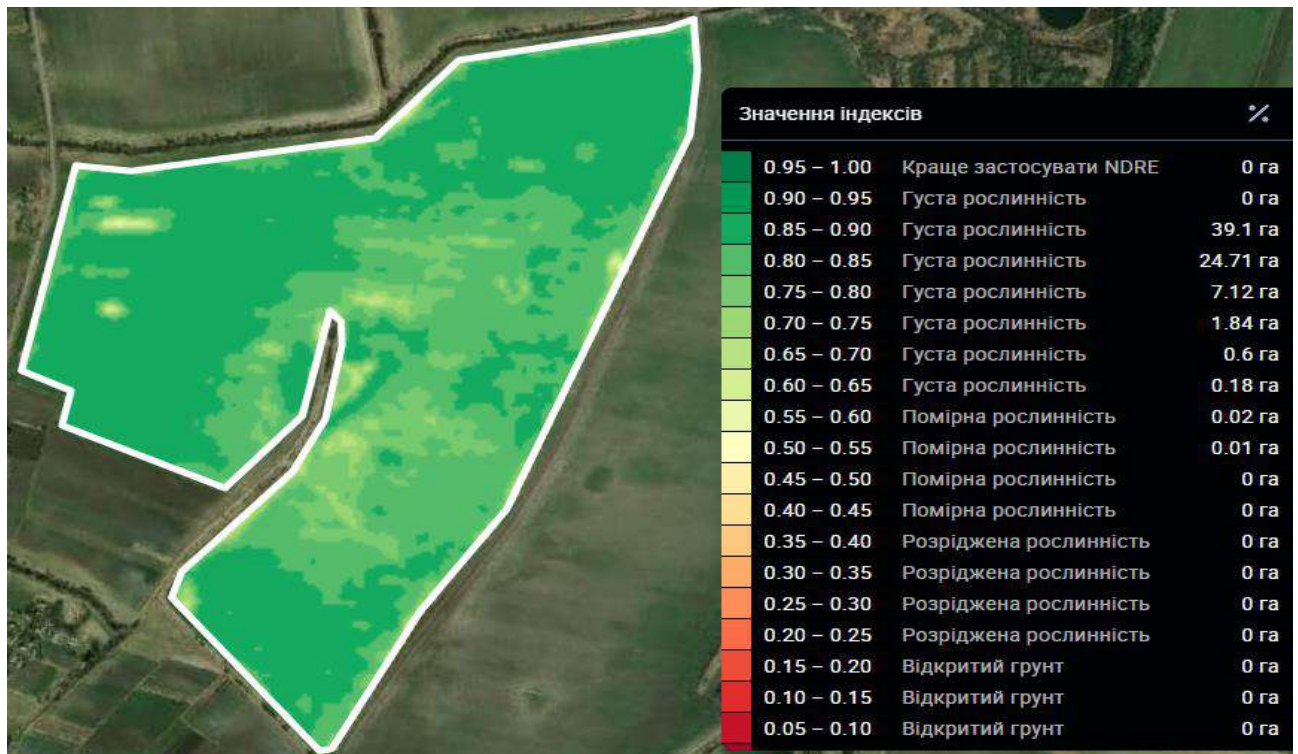


Рис. 3.1.2. Індекс вегетаційної активності (NDVI) кукурудзи на фазі (BBCH 55-58)



Рис. 3.1.3. Індекс вегетаційної активності (NDVI) кукурудзи на фазі (BBCH 81-85)

### 3.2 Показники рН чорнозему опідзоленого

Нейтральний рН створює оптимальні умови для росту більшості рослин. В ґрунті з нейтральним рН більшість поживних речовин знаходиться в доступній для рослин формі, сприяє активності корисних ґрунтових мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні органічних речовин і перетворенні їх на доступні для рослин поживні речовини. В нейтральному середовищі коріння рослин краще розвиваються, що сприяє кращому засвоєнню води і поживних речовин. Багато хвороб рослин розвиваються в умовах підвищеної кислотності або лужності ґрунту. Нейтральне середовище знижує ризик розвитку багатьох захворювань, сприяє формуванню оптимальної структури ґрунту, забезпечуючи хорошу аерацію і водопроникність. Аналіз дослідження показника за неоднорідністю поля наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Показники рНвод. , чорнозему опідзоленого

№	Варіант досліджу		Шар ґрунту, см	Показники рН
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	6,03
2		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	6,07
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	6,22
4		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	6,2
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	6,56
6		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	6,6

\*Примітка (фон поля) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Результати досліджень рівня рНвод. ґрунту показали, що місце проведення експерименту характеризується нейтральною кислотністю ґрунту, оскільки кукурудза не чутлива до ґрунтів із низьким значенням рН (<5,0). У такому випадку, токсичність алюмінію знижує розвиток кореневої системи, а токсичність марганцю знижує розвиток самого стебла рослини.

### 3.3 Вміст гідролізованого азоту в чорноземі опідзоленого

Гідролізований азот є показник вмісту, потенційно доступного для рослин елементу.

Показник складається з нітратів, нітритів, амонію, амідів, амінокислот та аміноцукрів. Ці форми азоту легко гідролізуються при обробці ґрунту слабкими розчинами кислот, лугів, окислювачів і солей. Вплив цих речовин на ґрунт подібний до впливу виділень корневих систем рослин та інших організмів, які мінералізують азотовмісні сполуки. Вміст гідролізованого азоту характеризує азотне живлення рослин протягом вегетаційного періоду.

Гідролізовані сполуки азоту не є повністю доступними для рослин, але переходять у доступні під впливом ґрунтових процесів. Цей показник не враховує високомобільний нітратний азот. Тому доцільно вимірювати гідролізований азот восени або ранньою весною.

Характеристика гідролізованого азоту:

- Характеризує ступінь забезпеченості азотом, окультуреності ґрунтів;
- Вміст цієї форми демонструє залежність між азотом, який вилучається, нітрифікаційною здатністю, загальним вмістом азоту, гумусу.

Таблиця 3.1

Вміст гідролізованого азоту в чорноземі опідзоленому за Корнфілдом, мг/кг.

№	Варіант досліджу		Шар ґрунту, см	Вміст гідролізованого азоту
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	152
2		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	158
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	137
4		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	125
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	98
6		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	92

\*Примітка (фон поля) – внесення карбаміду 200 кг/га.

За визначення гідролізованого азоту в ґрунті , (таблиця 3.2), (рис. 3.5.1). було встановлено ,що у високій зоні забезпечення його вміст був в межах 152 - 158 мг/кг ґрунту (середній вміст), в середній зоні поля дослідження даний показник був в межах 125 – 137 мг/кг ґрунту (низький вміст) і у зоні із низьким забезпеченням , вміст гідролізованого азоту коливається від 92 -98 мг/кг ґрунті ( дуже низьке забезпечення),



Рис. 3.5.1. Визначення агрохімічних показників чорнозему опідзоленого

### 3.4 Вміст рухомих сполук фосфору в чорноземі опідзоленого

Ґрунт є основним джерелом фосфору для рослин. Загальний вміст фосфору в ґрунтах значно нижчий, ніж вміст азоту і калію, і становить 0,04-0,22%. Запаси фосфору в верхньому шарі ґрунту коливаються в межах 1,2-66 тонн на гектар.

Вміст і запаси фосфору залежать від гранулометричного складу і вмісту гумусу в ґрунті. Дерново-підзолисті ґрунти бідні на загальний вміст фосфору.

На вміст фосфатів у ґрунтах впливають органічна речовина, вологість і температура. Порівняно з азотом і калієм, доступність фосфору в добривах і ґрунтах для рослин є низькою з кількох причин: 1) недостатня дифузія фосфатних іонів у ґрунті; 2) коренева система недостатньо покриває весь ґрунт; 3) рівень вологості ґрунту часто є низьким, а дифузія фосфатних іонів і без того є недостатньою.

Відносно низький рівень використання фосфорних добрив у перший рік внесення (10-15%) пояснюється не тільки перетворенням фосфату в менш доступну форму, але й обмеженою кількістю продуктів, доступних кореневій системі в результаті взаємодії фосфату з ґрунтом. Враховуючи наслідки, коефіцієнт використання фосфору з добрив становить 35-40% і може досягати 100%, якщо фосфорні добрива не вносити протягом 4-10 років. Тому в умовах інтенсивного вирощування добрива слід вносити систематично, не чекаючи відкладеного ефекту. Таким чином, фосфор, винесений з урожаєм, не тільки повертається, а й накопичується у вигляді рухомого фосфору в ґрунті. У багатьох випадках післядія фосфорних добрив пояснюється не стільки зв'язуванням фосфату ґрунтом, скільки дефіцитом азоту і калію в живленні рослин, тому використання азотних і калійних добрив посилює післядію фосфорних добрив.

На основі польових і лабораторних досліджень встановлено оптимальні концентрації фосфатів (мг/кг) для основних типів ґрунтів: 100-150 для дерново-

підзолистих ґрунтів (метод Кірсанова), 100-150 для чорноземних ґрунтів (метод Чирікова) і 30-35 для карбонатних чорноземів і каштанових ґрунтів (Мачигіна).

Таблиця 3.3

Вміст рухомих сполук фосфору в чорноземі опідзоленому за методом Чирікова мг/кг.

№	Варіант досліджу		Шар ґрунту, см	Вміст рухомих сполук фосфору
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	131
2		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	128
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	100
4		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	98
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	75
6		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	78

\*Примітка (фон поля) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Рухомий фосфор у ґрунті – це показник що вказує, наскільки фосфор у ґрунті доступний для рослин і легко поглинається корінням. Саме цей показник вимірювався в даному дослідженні (таблиця 3.3). Фосфор у ґрунті може бути зв'язаний у різних формах, таких як органічні сполуки, мінерали тощо. Лише певна його кількість доступна рослинам для розчинення у воді та подальшого поглинання.

Під час проведення дослідження , було визначено , що в 2 і 3 варіанті дослідження вміст рухомих форм фосфору коливається в межах 50 - 100 мг/кг ґрунту (середній вміст), проте в 1 варіанті дослідження вміст рухомих сполук фосфору коливається в межах в межах 101 – 150 мг/кг ґрунту (підвищений вміст).

### 3.5 Вміст рухомих форм калію в чорнозему опідзоленого

Калій є важливим елементом живлення для нормального розвитку сільськогосподарських культур. Оптимізація калійного живлення значно покращує посухостійкість ярих культур та їхню стійкість до грибкових і бактеріальних захворювань. Застосування калійних добрив не тільки підвищує врожайність цих культур, але й покращує якість продукції, зокрема наповненість зерна.

Чим важчий гранулометричний склад ґрунту, тим вищий загальний вміст калію. Однак, існує незначний зв'язок між загальними запасами калію і сполуками, які фактично доступні для рослин.

Метод Чирікова дає найбільш об'єктивну оцінку калійного статусу ґрунту лише тоді, коли ґрунт містить 40-45% фізичної глини, тобто на середньосуглинкових ґрунтах. У той же час, природний вміст  $K_2O$  в орному шарі ґрунтів з таким гранулометричним складом зазвичай знаходиться в межах 70-90 мг/кг за методом Чирікова (середня забезпеченість калієм).

Зі збільшенням кількості дрібних частинок у ґрунті збільшується і кількість калієвмісних мінералів. Іншими словами, чим важчий гранулометричний склад, тим більша ілюзія вмісту рухомого калію. У більшості випадків відносно низька ефективність калію на деяких ґрунтах лісостепової та степової зон, особливо на чорноземах звичайних, південних і темно-каштанових, пояснюється не стільки недостатнім забезпеченням рухомим калієм, скільки нестачею вологи і низькою загальною агротехнікою. В Україні добре відомо, що ефективність мінеральних добрив (особливо калійних) знижується зі заходу на схід і південний схід. Проведенні дослідження показали нам наступні результати (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

Вміст рухомих форм калію в чорноземі опідзоленому за методом Чирікова мг/кг.

№	Варіант досліджу		Шар ґрунту, см	Вміст рухомих форм калію
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	187
2		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	185
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	160
4		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	161
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	0-25	117
6		Фон (контроль (без підживлення))	0-25	115

\*Примітка (фон поля) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Під час проведення дослідження , було визначено , що високій і середній зоні забезпечення дослідження вміст рухомих форм калію коливається в межах 160-187 мг/кг ґрунту (високий вміст), проте в низькій зоні варіанті дослідження вміст рухомих сполук калію коливається в межах 115 – 117 мг/кг ґрунту (підвищений вміст).

### 3.6 Біометричні показники кукурудзи на зерно в умовах диференційного використання добрив

Найбільш поширеними та досліджуваними показниками стану рослин є морфологічні та фізіологічні характеристики. Морфологічна діагностика передбачає візуальну оцінку зовнішніх ознак рослини (розмір, форма листків, стебел, коренів, загальний вигляд), тоді як фізіологічні показники характеризують її життєві процеси (швидкість росту, розвиток, фотосинтез тощо). За цими показниками можна оцінити стан росту і розвитку культури.

Чисельні дослідження довели, що кожна культура має специфічний фенотип, який оптимально адаптований до умов зростання. На прикладі кукурудзи можна виділити такі морфологічні характеристики: висота рослини, довжина міжвузлів, діаметр стебла, біомаса надземної частини, листовий апарат (кількість листків, площа листової поверхні, листовий індекс). Ці показники відображають фізіологічний стан рослин та є індикаторами умов вирощування, зокрема, кліматичних умов, мінерального живлення та генетичного потенціалу сорту. Контроль за динамікою цих показників є ключовим при вивченні впливу мінерального живлення на ріст і розвиток рослин. Незбалансоване живлення, зокрема надлишок азоту в пізні вегетаційні фази, може призвести до вегетативного переростання рослин та зниження продуктивності.

Найвищі біометричні показники рослин кукурудзи було зафіксовано в польових зонах з високими умовами розвитку (таблиця 3.5). Найвищий середній біометричний показник, розрахований на основі даних трьох повторень, спостерігався в зонах з оптимальними умовами. Середня висота рослин у оптимальній зоні становила 84 см, що на 8 см більше, ніж у середній зоні, та на 14 см більше, ніж у неоптимальній зоні. Середній діаметр стебла в оптимальній зоні становив 2,6 см, такі ж показники показала середня зона забезпечення, проте на 0,5 см даний показник був більший, ніж у неоптимальній зоні. Середня надземна маса рослин в оптимальній зоні була на 10 грам більшою, ніж у середній зоні, та на 19 грам більшою, ніж у проміжній зоні.

Другий аналіз біометричних показників (таблиця 3.6) проводився на стадії вегетативного розвитку кукурудзи (ВВСН 32-35). Порівнювали середні дані трьох повторень. Висота рослин в високій зоні розвитку досягала 123 см. У середній зоні поля висота рослин була близькою до показників високої зони, а в низькій зоні розвитку становила 116 см. Середня довжина міжвузля для високим забезпеченням становила 10 см, для зони із середнім і низьким забезпеченням цей показник становив 9 см. Діаметр стебла для всіх трьох зон відрізнявся за такими значеннями: висока 2,9 см, середня 2,7 см і низька 2,3 см.. Найбільша надземна маса (330г/рослину) спостерігалася в високій зоні росту. У середній зоні цей показник становив 300 г/рослину, а в низькій був значно нижчим.

Таблиця 3.5

Біометричні показники кукурудзи у мікростадію ВВСН 17-19 в різних зонах поля, 2024 р.

№	Варіант досліджу		Показник					
			Висота, см	Довжина міжвузля, см	Діаметр стебла, см	Маса надземної частини, г/роsl.	Кількість листіків, шт/роsl.	Площа листіків, см <sup>2</sup> /роsl.
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	84	10	2,6	106	10	4853
2		Фон (контроль (без підживлення))	82	10	2,5	97	10	4467
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	76	9	2,6	97	9	3785
4		Фон (контроль (без підживлення))	77	9	2,2	91	9	3347
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	70	9	2,1	87	9	3532
6		Фон (контроль (без підживлення))	69	8	2	84	8	3283

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Таблиця 3.6

Біометричні показники кукурудзи у мікростадію ВВСН 32-35 в різних зонах поля, 2024 р.

№	Варіант досліджу		Показник					
			Висота, см	Довжина міжвузля, см	Діаметр стебла, см	Маса надземної частини, г/роsl.	Кількість листіків, шт/роsl.	Площа листіків, см <sup>2</sup> /роsl.
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	123	10	2,9	330	11	4360
2		Фон (контроль (без підживлення))	120	10	2,7	290	11	4120
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	121	9	2,7	300	11	4110
4		Фон (контроль (без підживлення))	118	9	2,5	280	11	4040
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	116	9	2,3	280	10	3780
6		Фон (контроль (без підживлення))	110	8	2,1	270	10	3630

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Таблиця 3.6

Біометричні показники кукурудзи у мікростадію ВВСН 55-58 в різних зонах поля, 2024 р.

№	Варіант дослідження		Показник					
			Висота, см	Довжина міжвузля, см	Діаметр стебла, см	Маса надземної частини, г/росл.	Кількість листіків, шт/росл.	Площа листіків, см <sup>2</sup> /росл.
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	221	18	3,2	720	11	5470
2		Фон (контроль (без підживлення))	213	18	3	680	11	5130
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	211	18	3,1	690	11	5210
4		Фон (контроль (без підживлення))	204	17	2,9	650	11	5050
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	198	17	2,6	630	10	4890
6		Фон (контроль (без підживлення))	191	16	2,4	630	10	4740

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.

На основі даних про біологічні параметри кукурудзи, отриманих на етапі ВВСН 55-58, висота рослин у низькій зоні розвитку становила 191 см. За внесення YaraVita GRAMITER вона збільшилася до 198 см. Довжина міжвузля у різних варіантах коливалася від 16 до 18 см. Діаметр стебла був у межах 2,4-3,2 см. Найбільшу надземну масу (720 г/рослину) було зафіксовано у зоні із високим забезпеченням і використанням підживлення. Всі рослини мали в основному по одному качану на рослину. Визначення біометричних показників наведено ( рис. 3.6.1).



*Рис. 3.6.1. Визначення біометричних показників кукурудзи на зерно*

### 3.7 Вміст загального азоту в рослинах кукурудзи на зерно

Інформація про накопичення мінеральних елементів живлення за стадіями розвитку рослин дозволяє більш ефективно використовувати добрива для кукурудзи та визначити оптимальні пропорції NPK у добривах для різних методів підживлення.

Дослідження (таблиця 3.7) показали, що вміст азоту в кукурудзі змінюється протягом вегетаційного періоду. Найвищі концентрації азоту спостерігалися на початкових етапах розвитку рослин, зокрема у фазі 8-10 листків, коли вони складали від 5,42 до 6,25%. До фази викидання качана концентрація азоту в листках зросла, тоді як у стеблах – знизилася, що може бути пов'язано з активізацією фотосинтетичних процесів та ефектом «розведення росту».

На пізніх стадіях розвитку кукурудзи азот поступово переміщується з листя і стебел до качанів, де відбувається інтенсивне формування зерна і накопичення поживних речовин. У варіанті №1, оброблених YaraVita GRAMITER в періоді від викидання волоті до біологічної стиглості, вміст азоту в листках зменшився з 7,10% до 6,12%. На етапі викидання волоті кращими щодо вмісту азоту виявилися варіанти із оптимальною і середньою зоною забезпечення, що досягали 7,10% і 6,82% які були оброблені препаратом YaraVita GRAMITER. Підвищення загальної концентрації азоту в кукурудзі має значення, оскільки 60-70% азоту зберігається в зернах кукурудзи, завдяки перенесенню азоту з інших органів. Решта 30-40% надходить із надземних частин і качанів. Найбільша частка азоту надходить із листя, і його кількість у зерні буде більшою, якщо азот у листі був високим на ранніх стадіях наливу зерна.

Таблиця 3.7

Вміст загального азоту в рослина на зерно, %. 2024 р.

№	Варіант досліджу		Фаза росту і розвитку рослини								
			8-10 листків		Викидання волоті			Біологічна стиглість			
			листя	стебло	листя	стебло	качани	листя	стебло	обгортка	зерно
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	6,25	6,85	7,10	5,32	6,12	6,12	6,11	5,60	1,23
2		Фон (контроль (без підживлення)	5,42	5,66	6,43	4,21	6,01	5,32	5,21	5,60	1,02
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	5,90	6,29	6,82	5,12	6,23	5,76	6,01	5,60	2,11
4		Фон (контроль (без підживлення)	6,00	6,21	6,31	5,08	5,97	5,13	6,08	5,60	1,24
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	5,81	6,01	6,44	4,89	5,89	5,11	5,78	5,60	1,12
6		Фон (контроль (без підживлення)	5,78	5,98	6,38	4,98	6,01	5,23	5,83	5,60	0,98

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.

## РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ЯКІСТЬ ТА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

### 4.1. Вплив позакореневого підживлення на структуру врожаю

Ефективність використання добрив оцінюється за їхнім впливом на якісні та кількісні показники врожаю. Підвищення продуктивності рослин є ключовим показником успішності таких практик.

Аналіз даних (таблиця 4.1) свідчить про позитивний вплив позакореневого підживлення препаратом YaraVita GRAMITER на ряд важливих показників, зокрема на довжину качана, заповненість качана зерном та загальну врожайність (див. рис 4.1.1-4.1.3).

Аналіз структури врожаю на дослідних ділянках показав, що на ділянках з високим рівнем розвитку основний внесок у збільшення врожайності зробила підвищена маса 1000 зерен. На ділянках із середнім рівнем розвитку ключовим фактором було також підвищення маси 1000 зерен. Найбільш суттєве покращення структури врожаю спостерігалось на ділянках з низьким початковим рівнем розвитку, де збільшення врожаю підвищився за рахунок збільшення кількості рядів на початку кукурудзи.

Таблиця 4.1

## Структура врожаю кукурудзи на зерно

№	Варіант дослідю		Показник				
			Довжина початка, см	Кількість рядів зерен, шт	Кількість зерен в ряду, шт	Кількість зерен на початку, шт	Маса 1000 зерен, г
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	22,5	16	31,2	499,2	330
2		Фон (контроль (без підживлення))	22	15,5	32,7	506	310
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	19,5	15,5	30,2	468,1	331
4		Фон (контроль (без підживлення))	19,5	14,5	32	464	314
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	23	15,5	28,5	441,7	331
6		Фон (контроль (без підживлення))	22,5	14	28,7	401,8	338

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.



*Рис. 4.1.1. Початки кукурудзи із зони поля з оптимальним забезпеченням розвитку рослин ,зліва – підживлення, справа – контроль.*



*Рис. 4.1.2. Початки кукурудзи із зони поля з середнім забезпеченням розвитку рослин ,зліва – підживлення, справа – контроль.*



*Рис. 4.1.3. Початки кукурудзи із зони поля з неоптимальним забезпеченням розвитку рослин ,зліва – підживлення, справа – контроль.*

## 4.2 Вплив позакореневого підживлення на врожайність та якість зерна кукурудзи

Рослини здатні засвоювати лише невелику частину загального запасу мікроелементів у ґрунті. Більша частина цих елементів перебуває в недоступній для рослин формі і вимагає участі мікроорганізмів та корневих виділень для переходу в доступну форму.

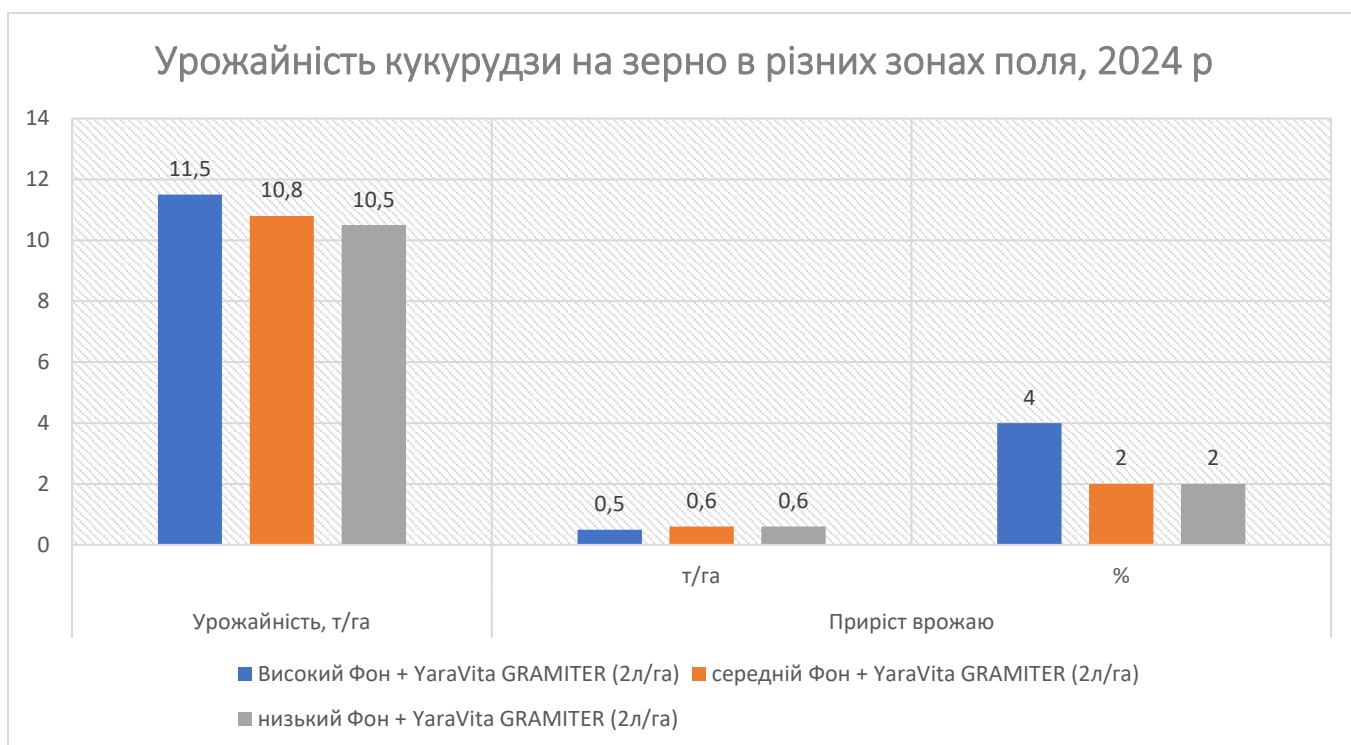
Цинк відіграє важливу роль у фотосинтезі, сприяючи утворенню хлорофілу та синтезу вітамінів групи В, Р і С. Він також підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, зокрема до низьких температур. Нестача цинку може призвести до порушення росту рослин та, зокрема, до погіршення формування качанів капусти.

Таблиця 4.2

Урожайність кукурудзи на зерно в різних зонах поля, 2024 р.

№	Варіант досліджу		Урожайність, т/га	Приріст врожаю	
				т/га	%
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	11,5	0,5	4
2		Фон (контроль (без підживлення))	11,0	-	-
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	10,8	0,6	2
4		Фон (контроль (без підживлення))	10,2	-	-
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	10,2	0,7	7,3
6		Фон (контроль (без підживлення))	9,5	-	-

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.



*Рис. 4.2.1. Урожайність кукурудзи на зерно в різних зонах поля, 2024 р*

Мідь позитивно впливає на якість і кількість врожаю, підвищуючи вміст білків і цукрів у зерні та посилюючи стійкість рослин до хвороб. Дефіцит міді може бути спричинений надмірним внесенням азотних і фосфорних добрив, а також несприятливими погодними умовами, такими як посуха і спека.

Дослідження впливу позакореневого підживлення на врожайність кукурудзи забезпечило максимальний ефект на ділянках із низьким показником родючості. На ділянках з середнім рівнем родючості також спостерігалось позитивне ефект від внесення, хоча й у меншому ступені. На ділянках з високими умовами забезпечення, внесення добрив призвело до збільшення врожаю на 0,5 т/га (за даними таблиці 4.2) (див. рис. 4.2.1).

Таблиця 4.3

## Показники якості зерна кукурудзи

№	Варіант дослідю		Показник			
			Вологість, %	Вміст жиру, %	Білок, %	Крохмаль, %
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	13,8	4,1	10	70,3
2		Фон (контроль (без підживлення))	13,6	3,8	9,9	71
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	14,1	3,9	8,7	71,3
4		Фон (контроль (без підживлення))	14,3	3,8	7,9	71,6
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	13,7	4	9,8	70,9
6		Фон (контроль (без підживлення))	13,8	3,7	8,7	70,9

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.

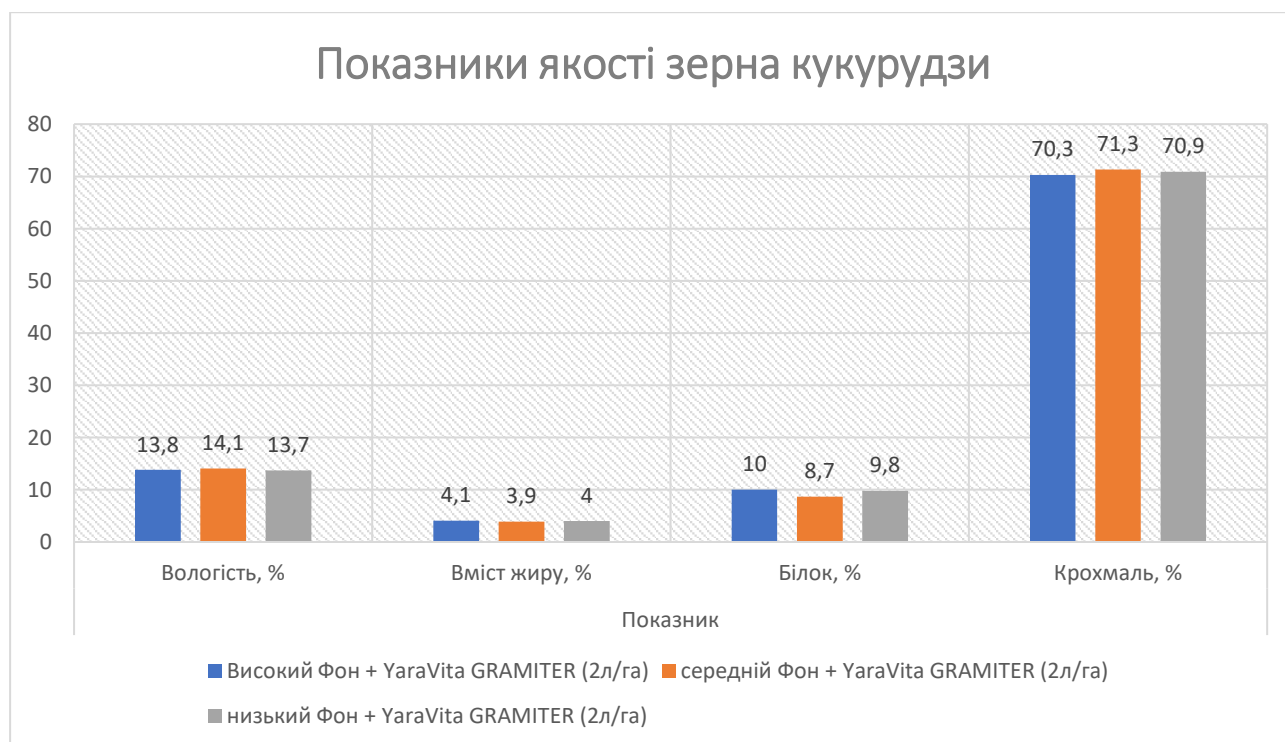


Рис. 4.2.2. Показники якості зерна кукурудзи

Оцінка якості зерна кукурудзи є важливим завданням для забезпечення ефективного використання цієї культури. Оскільки кукурудза широко використовується в різних галузях, вимоги до її якості постійно зростають. Крім фізичних характеристик, таких як маса, вологість та цілісність зерна, важливу роль відіграє і хімічний склад. Саме хімічний аналіз дозволяє отримати більш повну інформацію про якість зерна та його придатність для різних цілей. Результати хімічного аналізу зерна кукурудзи, отримані в ході досліджень, представлені в таблиці 4.3 (див. рис. 4.2.2).

Аналіз даних свідчить про позитивну кореляцію між рівнем розвитку рослин та вмістом жирів та білків у зерні. Зокрема, найвищі показники вмісту цих компонентів були зафіксовані на ділянках із середнім та низьким рівнем розвитку рослин кукурудзи на зерно.

## **РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ**

Кукурудза на зерно є однією з найпоширеніших і найважливіших культур у сучасному сільському господарстві. Її зерно використовується як у харчовій промисловості, так і для кормів. Однак, ефективність виробництва кукурудзи тісно пов'язана з рівнем забезпеченості ресурсами. Дослідження показують, що при недостатньому забезпеченні ресурсами прибутковість виробництва може бути нижчою за 50%, тоді як за оптимальних умов вона може досягати 74% і більше.

Для досягнення максимальної врожайності кукурудзи необхідно застосовувати інтенсивні технології, які передбачають використання значної кількості добрив. Це пов'язано з тим, що кукурудза має високу потребу в поживних речовинах для формування зерна.

Вибір оптимальної технології вирощування сільськогосподарських культур передбачає комплексний аналіз виробничих витрат. Оцінка економічної ефективності включає в себе розрахунок собівартості продукції, прибутку та рентабельності. Рівень рентабельності залежить від багатьох факторів, зокрема від рівня технологічної оснащеності виробництва та стану посівів. Різні агротехнічні прийоми та їх поєднання впливають на врожайність і, відповідно, на економічну ефективність виробництва.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність застосування добрив під кукурудзу на зерно в різних зонах поля, 2024 р

№	Варіант дослідження		Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/га	Загальні витрати грн/га	Чистий прибуток грн/га	Рівень рентабельності, %
1	високий	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	11500	85100	25868	59232	70
2		Фон (контроль (без підживлення))	11000	81400	25268	56132	69
3	середня	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	10800	79920	25868	54052	68
4		Фон (контроль (без підживлення))	10200	75480	25268	50212	67
5	низький	Фон + YaraVita GRAMITER (2л/га)	10200	75480	25868	49612	66
6		Фон (контроль (без підживлення))	9500	70300	25268	45032	64

\*Примітка (фон) – внесення карбаміду 200 кг/га.

Сумарні витрати на вирощування кукурудзи склали 25 268 грн за гектар, включаючи витрати на: добрива, препарати захисту, орендну плату, насіннєвий матеріал, заробітну плату і паливні матеріали (таблиця 5.1). Вартість позакореневого підживлення препаратом YaraVita GRAMITER в складає 600 грн. При цьому, економічна ефективність вирощування коливалася від 64% на контрольній ділянці до прибутковості в 70% на ділянці з використанням препаратів позакореневого підживлення.

## ВИСНОВОК

В ході проведення позакореневого підживлення кукурудзи на зерно в різних зонах поля , було встановлено:

1. Використання супутникових даних та індексу NDVI дозволяє виділяти зони на полі з різним рівнем розвитку рослин.

2. За результатами аналізу ґрунту, був підтверджений поділ поля за зонами розвитку, який був визначений також за допомогою даних індексу NDVI.

3. Позакореневе підживлення препаратом YaraVita GRAMITER позитивно вплинуло на формуванню більшої біомаси рослин, що відобразилося у збільшенні маси надземної частини та висоти рослин, а також площі листкової поверхні.

4. Ділянки, на яких проводилося підживлення, показали більший вміст загального азоту в рослина у порівнянні із контролем.

5. Позакореневе підживлення сприяло збільшенню врожайності на всіх рівнях розвитку рослин. На оптимальному рівні підвищення врожайність становило: контроль – 11 т/га, обробка – 11,5 т/га; на середньому рівні: контроль – 11,2 т/га, обробка – 11,8 т/га; на низькому рівні: контроль – 9,5 т/га, обробка – 11,2 т/га.

6. Вирощування кукурудзи на зерно з використанням позакореневого підживлення забезпечувало найвищі показники економічної ефективності в умовах оптимальних рослин на полі. При позакореновому підживленні YaraVita GRAMITER в нормі 2 л/га умовний чистий прибуток становив 59 232 грн, а рівень рентабельності досягав 70%.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ilchuk M.M., Konoval, I.A., Baranovska, O.D., & Yevtushenko, V.D. (2019). Development of the grain market in Ukraine and its stabilization. *Ekonomika APK*, 4, 29-38. doi: 10.32317/2221-1055.201904029.
2. Talavirya, M.P., & Vashchenko, I.V. (2018). Formation and functioning of the corn market in Ukraine. *Ekonomika APK*, 9, 28-33.
3. Gozh, O.A. (2013). Productivity of maize hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the South of Ukraine. *Irrigation Agriculture*, 61, 118-120.
4. Marchenko, T.Yu., Glushko, T.V., Sova, R.S., & Gozh, O.A. (2015). Productivity of maize hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants in the conditions of irrigation of the south of Ukraine. *Agrarian science: Development and perspectives: Materials of the international scientific and practical Internet conference* (p. 6). Mykolaiv.
5. O. Ovcharuk Prospects of use of nutrient remains of corn plants on biofuels and production technology of pellets and briquettes T. Hutsol, O. Ovcharuk, V. Rudskyi, K. Mudryk, M. J. Jewiarz. M. Wrobel, J. Stuks July 2019/ In book: *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation* Springer International Publishing. P. 293-300. DOI 10.1007/978-3-030-13888-2\_29 55 .
6. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневого внесення на стійкість кукурудзи до вилягання. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2018р №8. С. 15-25.
7. Дудка М. Черчель В. Позакореневе підживлення: необхідність чи альтернатива. *Пропозиція*. 2014р. №6. С.64-69.
8. Шинкарук Л.М. Вплив підживлення кукурудзи на біометричні показники та структуру врожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020р. С. 444 – 455.
9. Паламарчук В.Д. Коваленко О.А. Вплив позакореневого підживлення на площу листя кукурудзи. 2018р. С.69-79.

10. Паламарчук В.Д. Коваленко О.А. Вплив позакореневих підживлень на рівень передзбиральної вологості зерен гібридів кукурудзи. С. 58-64.
11. Авраменко С. Курило О. Бобров О. Підживлення кукурудзи маловідоме, проте ефективне. С.54-58.
12. Грабовський М.Б, Федорчук Ю.В, Правила Л.А, Грабовська Т.О. Вплив площі живлення сорго цукрового та кукурудзи на їх ріст, розвиток та урожайність зеленої маси в сумісних посівах. 2018р. С.23-43.
13. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. 2017р. С.55-62.
14. Паламарчук В.Д. Поліщук І.С. Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. 2011р. С.432.
15. Бахмат М.І. Бунчак О.М. Фотосинтетична продуктивність агроценозу кукурудзи залежно від впливу органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в умовах Західного Лісостепу. С. 9-16.
16. Вожегова Р.А. Малярчук А.С, Котельников Д.І, Лальченко Н.М. Продуктивність кукурудзи за мінімальної обробки ґрунту та органо-мінеральних системах удобрення на зрошенні Півдня України. С.122-128.
17. Лупенко Ю.О. Науково-методологічні забезпечення розвитку та економіки сільського господарства України. С. 7-14.
18. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Коренева система гібридів кукурудзи на ранніх стадіях розвитку, залежно від норм добрив та густоти стояння рослин в умовах Правобережного Лісостепу України. С. 10-17.
19. Дробітько А.В. Коваленко О.А. Вплив функціональних та мікродобрив на стресостійкість та продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату.

- 20.** Паламарчук В.Д., Паламарчук О.Д. Вирощування кукурудзи на зерно та перспективи отримання альтернативних джерел енергії. 2019р. С.43-51.
- 21.** Каленська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. 2018р. С.416-423.
- 22.** Kumar, M. A. A., Gali, S. K., & Hebsur, N. S. (2007). Effect of Different Levels of NPK on Growth and Yield Parameters of Sweet Corn. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20 (1), 41–43.
- 23.** Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2017). Produktyvniost korotkorotatsiinykh sivozmin za maksimalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvolozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1 (2), 313–319. [In Ukrainian].
- 24.** Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 117, 37–43. doi: 10.32851/2226-0099.2021.117.6 [In Ukrainian].
- 25.** Бородін А.Л. Крилач С.І. Вплив параметрів структури ґрунту, створених передпосівних обробітків, та їх динаміка на вологозабезпеченість кукурудзи. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015р. С.129-132.
- 26.** Інтенсифікація технології вирощування кукурудзи на зерно – гарантії стабілізації урожайності / А.В. Черенков, В.С. Циков, Б.В. Дзюбецький та ін. 2012р. С.30.
- 27.** Камінський В.Ф. Стабілізація землекористування, як основа розвитку адаптивного землеробства у світі вчення. 2014 р. С. 113-118.
- 28.** Корсун С.Г. Груша В.В., Довбуш Н.І. Індукція флуоресенції хлорофілу в листках кукурудзи за умов забруднення важкими металами. 2015р. С. 36-41.

**29.** Паламарчук В.Д, Коваленко О.А. Тривалість окремих міжфахових та вегетаційних періодів гібридів кукурудзи , залежно від строків сівби. С.119-128.

**30.** Паламарчук В.Д. Поліщук М.І, Паламарчук О.Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. 2016р. С.59-65.

**31.** Перспективні гібриди кукурудзи європейської селекції від компанії «Хімагромаркетинг»

URL: <http://www.himagro.com.ua/company/news/detail.php?ID=10547>.

**32.** Томашук О.В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах лісостепу правобережного. 2018р. С. 54-62.

**33.** Фітопатогенні бактерії. Методи досліджень. Монографія. Том 2./ В.П. Патики., Л.А. Пасічник, Р.І. Гвоздяк., В.Ф. Петриченко та ін. 2017р. С.423.

**34.** Сільське господарство України. Статистичний збір, за редакцією Ю.М. Остапчук. 2008р. С.391.

**35.** Гур'єва І.А. Рябчук В.К. Козубенко Л.В. Методичні рекомендації полового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. 2003р. С.43.

**36.** Хромяк В.М. Оптимізація гібридного складу, кукурудзи в умовах східної частини Степу України. 2005р. С.18.

**37.** Лісовий М.П. Інтегровані методи захисту рослин і можливості альтернативного землеробства в Україні. 1997р. С.37-40.

**38.** Барчукова А. Коваленко О. Кукурудза без стресів. 2013р. С.73-74.

**39.** Ткаліч Ю.І.. Ткаліч О.В. Кохан А.В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту і мікродобрив. 2016р. С.26-32.

**40.** Єрмакова Л.М.. Крестянінов Є.В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду. 2016р. С.65-66.

**41.** Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур / О.А. Дереча ті ін. 2005р. С.187.

**42.** Технології вирощування продукції рослинництва., Ч2. Основи землеробства / О.Ф. Смаглий, Євенко О.О. 2014р. С.144.

**43.** Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно / Держ., установа. Ін-т сільс. Госп-ва степової зони. 2012р. С.123.

**44.** Пащенко Ю.М. Кордін О.І., Скринник Я.Т. Ефективність застосування добрив в технології вирощування кукурудзи. С.17-18.

**45.** Шебеніна О.В. Сучасна парадигма інноваційного розвитку аграрного підприємства / Вісник аграрної науки Причорномор'я. 209 р. С. 4-10.

[URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6589.](http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6589)

**46.** Маленький О.І. Особливості впровадження інновацій в аграрному секторі економіки. С. 198-200.

[URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7178.](http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7178)

**47.** Усикова О.М. Розвиток інноваційно-інвестиційного потенціалу суб'єктів аграрного бізнесу.

[URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6437.](http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6437)

**48.** Васильєва Н.К. Інформаційні технології як складова підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств. С.3-7.

[URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit\\_2012\\_24\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2012_24_3)

**49.** Зелінська О., Сухоцька С. Використання сучасних інформаційних технологій в агропромисловому комплексі. С. 148-152.

[URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gev\\_2016\\_2\\_21.](http://nbuv.gov.ua/UJRN/gev_2016_2_21)

**50.** Соловійов А.І. Ефективне управління агровиробництвом на базі технологій точного землеробства. С 170-177.

[URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_ekon\\_2014\\_6\\_26.](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_ekon_2014_6_26)

**51.** McBratney A., Whelan B., Aneev T. (2005) Future Directions of Precision Agriculture. Precision Agriculture. No 6. P. 7 – 23.

**52.** Сергієнко А. В. конференції "НАУКОВА ВЕСНА"

[https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/naukova-vesna-2024/Scientific\\_Spring\\_2024.pdf](https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/naukova-vesna-2024/Scientific_Spring_2024.pdf)

**53.** Tendencies of Precision Agriculture in Ukraine: Disruptive Smart Farming Tools as Cooperation Drivers – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture12050698>.

**54.** How Will Precision Agriculture Help Farmers Meet Food Demand Sustainably? – URL: <https://www.uswheat.org/wheatletter/how-will-precisionagriculture-help-farmers-meet-food-demand-sustainably/>.