

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – КМР.1813 «С» 2024.10.11 05 ПЗ

КАШУКИ ДМИТРА ОЛЕГОВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) агробіологічний

УДК 631.4:631.82:633.15:631.58

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету (Директор ННІ)
Агробіологічний**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

д.с.-г.н., професор

_____ Коваленко В.П.

(підпис)

(ПІБ)

« » _____ 2024 р.

д.с.-г.н., професор

_____ Літвінов Д.В.

(підпис)

(ПІБ)

« » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**з теми «Аналіз агрофітоценозів ТОВ «Юрівка» Сумської області за даними
дистанційного моніторингу»**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.с.-г.н., професор

(підпис)

Бикін А.В.

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент

(підпис)

Пасічник Н.А.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Кашука Д.О.

(ПІБ)

КИЇВ 2024

Реферат

Кваліфікаційна магістерська робота написана на сторінках, містить таблиць, рисунків, додатки.

Тема роботи: «Аналіз агрофітоценозів ТОВ «Юрівка» Сумської області за даними дистанційного моніторингу»

Метою магістерської роботи є аналіз стану агрофітоценозів фермерського господарства «Юрівка» Сумської області на основі даних дистанційного моніторингу. Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- проаналізувати стан агрофітоценозів господарства за допомогою космічних знімків.
- оцінити просторову структуру агрофітоценозу та виявити ділянки, що потребують агрономічного коригування.
- проаналізувати ефективність застосування дистанційного зондування в управлінні агрофітоценозами на ТОВ «Юрівка».

Об'єктом дослідження є агрофітоценози фермерського господарства ТОВ «Юрівка» та її стан і продуктивність, визначені за допомогою дистанційного моніторингу.

Основою для написання цієї кваліфікаційної роботи стало навчально-виробнича практика, яка проходила у господарстві ТОВ «Юрівка» на основі використання даних господарства, візуальному спостереженню, записів агронома за останні роки. В ході написання роботи були використані такі методи як: обробка космічних знімків, аналіз показників рослинності та застосування вегетаційних індексів.

Рекомендації щодо використання результатів роботи: візуальна оцінка стану агрофітоценозів бюджетоутворюючих культур господарства, з подальшим аналізом. Створення карт неоднорідності поля для подальшої диференціації та вирівнювання родючості ґрунту. Оцінка стану розвитку культур, та передбачення негативних розвитків хвороб та шкідників на полях. Підготовка звітів про стан та розвиток культур.

Ключові слова: ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ, ПШЕНИЦЯ ОЗИМА, КУКУРУДЗА, ПОПЕРДНИК, ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ІНДЕКС, NDVI, MSAVI, РОЗВИТОК.

Зміст

Вступ	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ	7
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1 Виробничо господарська характеристика ТОВ «Юрівка»	22
2.2 Ґрунтові умови проведення досліджень	25
2.3 Погодно-кліматичні умови проведення досліджень	27
2.4 Обробіток ґрунтів	30
2.5 Система удобрення досліджуваних полів	31
2.6 Системи захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників	32
2.7 Програма і методика проведення досліджень	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
3.1 Стан досліджуваних ділянок та їх візуальний вигляд з різних джерел даних	35
3.2 Аналіз вегетаційних індексів дослідних ділянок	45
3.3 Біометрія культур	63
3.4 Оцінка культур за вегетаційними індексами.	71
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА	73
ВИСНОВКИ	75
РЕКОМЕНДАЦІЇ ГОСПОДАРСТВУ	76
СПИСОК ВИКОРТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

Вступ

Сучасне сільське господарство стикається з низкою викликів, серед яких зміна клімату, деградація ґрунтів та зростання цін на добрива і засоби захисту рослин. Це вимагає оптимізації сільськогосподарських технологій та застосування нових підходів до управління агрофітоценозами. Ефективний моніторинг стану посівів стає запорукою швидкого та обґрунтованого прийняття рішень, особливо в умовах економічної нестабільності та зростаючих вимог до високих врожаїв.

Дистанційний моніторинг є одним з найбільш перспективних методів оцінки стану агрофітоценозів. За допомогою супутникових та аерофотознімків можна відстежувати динаміку росту та розвитку рослин, визначати фізіологічний стан та виявляти проблемні ділянки на полі. Це дозволяє фермерам вчасно реагувати на потенційні загрози, оптимізувати витрати та підвищити ефективність агротехнічних заходів.

Актуальність даного дослідження полягає в необхідності вдосконалення агроекологічного менеджменту у господарстві «Юрівка» в Сумській області. Впровадження дистанційного моніторингу може підвищити продуктивність господарства завдяки об'єктивній оцінці стану посівів та впровадженню технологій точного землеробства.

Наукова новизна полягає в розробці методичних рекомендацій щодо впровадження дистанційного моніторингу в управління агрофітоценозами.

Практична цінність результатів дослідження полягає в тому, що вони можуть бути використані для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва як у фермерському господарстві ТОВ «Юрівка», так і в інших сільськогосподарських підприємствах Сумської області.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Значення дистанційного моніторингу для управління агрофітоценозами (приклади практичного використання)

Об'єктивна та своєчасна інформація про використання земельних ресурсів, стан сільськогосподарських угідь та зміну кліматичних факторів є ключовою для організації ефективного агровиробництва. Чергування культур у сівозмінах, непередбачені зміни посівних площ, коливання властивостей ґрунтів і кліматичні умови протягом вегетаційного періоду вимагають оперативного моніторингу для своєчасного застосування відповідних агротехнічних заходів з метою підвищення біологічної продуктивності. Така потреба в актуальній і комплексній інформації сприяла впровадженню методів дистанційного зондування в агропромисловому комплексі (АПК) [1].

Дистанційне зондування в аграрному секторі — це метод збору інформації про стан посівів, ґрунтів і навколишнього середовища без прямого контакту. Для цього використовуються датчики, розміщені на супутниках, дронах, літаках та інших платформах, які фіксують дані в різних діапазонах електромагнітного спектру, таких як видиме та інфрачервоне випромінювання. Ця технологія є важливою складовою сучасного сільського господарства, оскільки надає точні й оперативні дані для прийняття ефективних рішень [3].

Загалом, дистанційне зондування допомагає приймати рішення в рослинництві, надаючи актуальну інформацію про:

- **Стан ґрунтового покриву** для планування посівної структури. Наприклад, на ділянках з виснаженими або деградованими ґрунтами доцільніше висівати багаторічні або однорічні культури, ніж просапні.
- **Стан посівів**, включаючи перевірку нормальної схожості культур, оцінку відновлення озимих після зими, визначення рівня накопиченої біомаси та

зрілості рослин. Також можна виявити зниження росту, що може свідчити про ураження шкідниками або дефіцит поживних речовин, і визначити потребу у використанні систем зрошення чи засобів захисту рослин.

- **Агроекологічні умови поля** – моніторинг погодних, кліматичних та пестицидних факторів, таких як вологість ґрунту, а також оцінка втрат врожаю внаслідок екстремальних погодних явищ, наприклад, сильних злив чи граду.

- **Ефективність технічних процесів** – визначення оптимального часу, місця та кількості внесення добрив, перевірка готовності ґрунту до посіву та розробка стратегій для мінімізації негативних наслідків несприятливих погодних умов.

- **Історія поля** – збір інформації про попередні посіви на полі та врожайність для аналізу.

- **Ідентифікація точок відбору зразків** – визначення однорідних і неоднорідних зон поля для оптимізації кількості точок відбору зразків і проведення точного аналізу ґрунтових і польових умов [2].

- **Прогнозування та оцінка врожайності.** На основі аналізу історичних і поточних даних дистанційного зондування можна створювати моделі для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. Ця інформація є корисною для фермерів, політиків та учасників ланцюгів поставок у процесі планування та прийняття рішень.

- **Точне землеробство.** Дистанційне зондування відіграє ключову роль у точному землеробстві, створюючи детальні карти змін, таких як стан посівів, ґрунту та рівень вологості. Ці карти допомагають направляти обладнання для змінного внесення ресурсів (VRT), дозволяючи застосовувати необхідну кількість води, добрив і пестицидів саме там, де це потрібно, що оптимізує витрати і знижує екологічний вплив.

- **Картування землекористування та рослинного покриву.** Ця технологія надає точні дані про структуру використання земель та її зміни з часом, що полегшує управління сільськогосподарськими угіддями, виявлення змін у сільськогосподарських практиках і оцінку ефективності політичних рішень і заходів.

- **Виявлення посухи та водного стресу.** Дистанційне зондування дозволяє виявляти регіони, що піддаються посусі або водному стресу, на ранніх етапах, що дає змогу своєчасно вжити заходів для зниження негативного впливу на врожай і оптимізації водних ресурсів [3].

На національному рівні основними напрямками використання аерокосмічного моніторингу державними органами є:

- **Інвентаризація посівів** – визначення структури та площ посівів для складання національної статистики.

- **Прогнозування врожаю** – планування імпорту й експорту, а також прогнозування ринкових цін на продовольчі товари.

- **Стан сільськогосподарських угідь** – виявлення незаконного використання земель, невикористовуваних сільськогосподарських ділянок, заростання ріллі деревами та чагарниками, а також порушення сівозміни.

- **Агрокліматичні умови на рівні районів або областей** – прогнозування стресових ситуацій у агроландшафтах, оцінка наслідків зміни клімату та планування адаптаційних заходів [2].

1.2 Особливості супутникового дистанційного моніторингу, вегетаційні індекси

До недавнього часу єдиним методом отримання інформації про стан сільськогосподарських культур було виїжджати на поле для проведення наземних спостережень. Проте в останні десятиліття технологічний прогрес у галузях, таких як машинобудування, авіація, автоматизація та робототехніка,

значно прискорився. У практику було впроваджено супутники, пілотовані літаки, безпілотні літальні апарати та наземні датчики. Розробка цих технологій вимагала значних наукових інновацій. Деякі країни інвестували великі кошти в ці проекти, більшість з яких були засекречені. Навіть сьогодні секретні програми провідних держав включають створення потужних безпілотників, супутників, нових датчиків і мікрочіпів. Такі системи здебільшого використовуються у військових цілях, забезпечуючи обороноздатність та зміцнення позицій на міжнародній арені, що нерідко призводить до конфліктів між країнами G7. У сфері сільського господарства ці технології відкрили доступ до нових типів даних, які сприяють модернізації аграрних практик та впровадженню новітніх технологій на підприємствах. Кожне джерело даних має свої переваги й недоліки залежно від конкретних завдань агровиробництва [24].

Система дистанційного моніторингу - це один цільний механізм, який дозволяє контролювати стан рослин на відстані. Її особливість полягає в тому, що вона надає інформацію про поточний стан рослини без необхідності безпосередньої присутності в полі. Ці дані є основою для технологій точного землеробства. Однак залишаються питання щодо надійності, доступності та достовірності результатів. Достовірність визначається тим, чи можна приймати конкретні рішення, використовуючи ці дані. Доступність означає, що дані доступні в потрібний час, в потрібному місці, в зручному форматі і за доступною ціною. Надійність означає, що дані точно відображають поточний стан культури на момент збору даних. Якщо всі ці критерії дотримані, дані мають високу цінність [25].

Види моніторингу:

- *Виїзд спеціаліста у поле.* Ефективність такого моніторингу найкраще досягається завдяки використанню індивідуального досвіду експертів у діагностиці стану посівів у виробничих умовах. Однак фізичні обмеження

експертів щодо оцінки великих масивів даних означають, що лише деякі з них можуть скористатися цим методом.

- *Наземні датчики.* Вони можуть точніше вимірювати певні показники, такі як вологість, температура та кислотність ґрунту. Вони спеціалізуються на невеликих площах і мають меншу працездатність, ніж людина. Доступність є високою, оскільки датчики можуть бути розгорнуті у великій кількості по всьому полю і можуть надавати дані 24 години на добу. З організаційних, економічних та фізичних причин існують значні обмеження на використання великої кількості пристроїв. Останнє стосується сільськогосподарської техніки.

- *Дистанційні сенсори (супутники, авіація, БПЛА).* Ці системи забезпечують всебічний моніторинг у реальному часі з високою деталізацією та ефективністю. Вони працюють на основі аналізу кількості світла, яке поглинає рослинність. Отримані дані використовуються для оцінки складу рослинних пігментів, а будь-які відхилення можуть вказувати на стреси, спричинені як технологічними, так і природними факторами. Однак через складність вимірювань часто можуть виникати неприйнятні похибки, які призводять до неправильних висновків і хибних рішень. Одним із обмежень цих методів є роздільна здатність зображення, яка залежить від відстані між датчиком і об'єктом. Чим вище знаходиться датчик, тим нижча роздільна здатність, тому БПЛА можуть забезпечувати детальніші дані, наприклад, вимірювати розмір і форму окремих рослин, що допомагає краще оцінювати пошкодження від шкідників і хвороб [26].

Вегетаційні індекси для моніторингу агроценозів

Сьогодні індекси рослинності для супутникових платформ є найбільш поширеними завдяки їх використанню протягом останніх десятиліть. Розробники індексів рослинності виходили з двох основних припущень:

- стан рослин можливо визначити за рахунок спектральних показників;
- голий ґрунт на знімку здатен формувати лінію у спектральному просторі із лінійним характером залежності. Так звана «ґрунтова лінія»

Ґрунтова лінія – це віртуальна лінія у спектральному просторі, що описує варіацію спектра голого ґрунту на зображенні. Вона встановлюється шляхом ідентифікації двох або більше параметрів голого ґрунту на зображенні, які відрізняються за коефіцієнтом відбиття від оптимальної лінії в спектральному просторі [23].

Для визначення базової лінії RED-NIR будується графік залежності між інфрачервоним (ІЧ) і червоним каналами. Лінія, яка найточніше відображає цей графік, називається «базовою лінією». У трикутній області спектрального простору RED-NIR, найвища точка трикутника, що відповідає низькому відбиттю в червоній зоні та високому відбиттю в ближній інфрачервоній зоні, вказує на ділянки з густою рослинністю. У той час як плоска частина трикутника відповідає порожнім ділянкам ґрунту [26].

Існують 2 кардинально різні підходи по направленню ліній однотипного масиву рослинності (ізо вегетаційних ліній):

- ізо вегетаційні лінії збігаються в одній точці. Похідні з цього припущення індекси вимірюють нахил ліній між точкою RED-NIR і точкою конвергенції для побудови пікселю зображення. Приклади індексів: SAVI, NDVI тощо.
- ізо вегетаційні лінії проходять паралельно «лінії ґрунту». Такі індекси вимірюють відстань від точки RED-NIR до ГЛ. Приклади: WDVI, PVI, DVI.

Розглянемо, як працює індикатор на прикладі популярного індикатора рослинності NDVI. Цей індикатор вимірює нахил ГЛ і використовується для

кількісної оцінки рослинного покриву, щільність якого повинна становити не менше 30%. NDVI надає інформацію про фізіологічний стан рослин, зокрема вміст хлорофілу та рівень вологості. Він фактично вказує на обсяг фотосинтетично активної біомаси. Розрахунок здійснюється за наступною формулою:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR-червоний}) / (\text{NIR} + \text{червоний}),$$

де NIR – ближнє інфрачервоне світло;

Red – видиме червоне світло.

Цей показник розраховується на основі двох найбільш стабільних ділянок спектральної кривої. З підвищенням густоти посіву, а отже й фотосинтетичної активності, спостерігається більше відбиття в інфрачервоній області та менше відбиття в червоній області (рис. 1.1). Отримані дані дозволяють аналізувати стан рослин і відокремлювати їх від інших об'єктів [27].

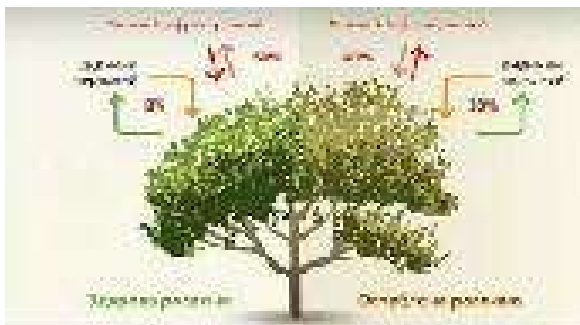


Рисунок 1.1 Принцип роботи індексу NDVI

У цифровому форматі експоненти представлені на дискретній шкалі від -1 до 1, а також на шкалі від 0 до 255. Водні поверхні, гори, будівлі, хмари і сніг мають від'ємні значення, в той час як ґрунт і суха рослинність мають значення, що коливаються від 0 до приблизно 0,1 або 0,2. Значення для рослинності завжди позитивні і коливаються від 0,2 до 1. Індекс для здорової, густої рослинності повинен перевищувати 0,5, тоді як для розрідженої рослинності він становить від 0,2 до 0,5 (Рис. 1.2) [28].

Проте цей розрахунок є лише наближеним відображенням реальних умов. Для точного інтерпретування значення даних завжди потрібно враховувати специфічні сезонні, культурні та технологічні фактори. Процес аналізу стану посівів за допомогою індикаторів потребує певних навичок від фахівців у цій сфері. Рівень достовірності висновків, зроблених для конкретної ситуації на полі, зростає разом із досвідом експертів [28].

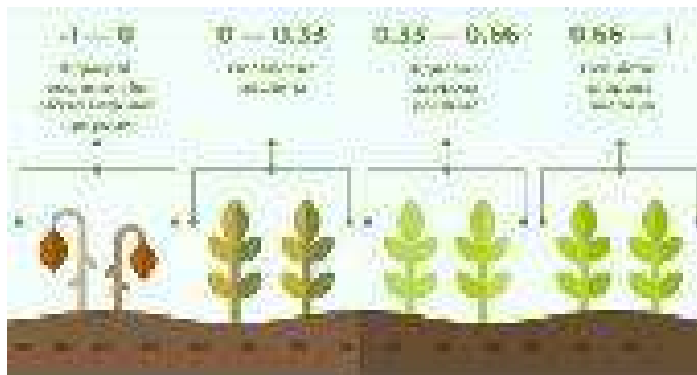


Рисунок 1.2 Відображення стану рослин за дискретною шкалою

NDVI можна обчислити на основі зображень, що містять спектральні канали в інфрачервоному та червоному діапазонах. Це використовується для моніторингу стану посівів протягом вегетаційного періоду [29].

З моменту народження алгоритму NDVI і до сьогоднішнього дня було зроблено багато вдосконалень для мінімізації негативних факторів. ARVI для зменшення атмосферних впливів, SAVI та його вдосконалення для протистояння відбиттям від шару ґрунту. Вертикальні індикатори включають PVI та WdVI (чутливі до атмосферних впливів) [30].

Також на ринку послуг на сервісах з дистанційного моніторингу доступні такі індекси як:

$$\text{ReCI} (\text{ReCI} = (\text{NIR}/\text{RED}) - 1)$$

Відображає фотосинтетичну активність вегетаційного покриву, корисний на стадії активного розвитку рослинності.

NDRE ($NDRE = (NIR - RED\ EDGE) / (NIR + RED\ EDGE)$)

Для моніторингу посівів на стадії дозрівання. Рекомендується комбінувати NDRE та NDVI.

GNDVI ($GNDVI = (NIR - GREEN) / (NIR + GREEN)$)

Точніший, ніж NDVI. Використовують для моніторингу рослинності з густим покривом чи на стадії дозрівання.

EVI ($EVI = 2.5 * ((NIR - RED) / ((NIR) + (C1 * RED) - (C2 * BLUE) + L))$)

Створений для коригування результатів NDVI з урахуванням фонових та атмосферних шумів, особливо в районах з густою рослинністю.

VARI ($VARI = (GREEN - RED) / (GREEN + RED - BLUE)$)

Використовується для оцінки стану рослинності в умовах різної товщини атмосфери (похибка менше 10%).

LAI ($LAI = \text{площа листя (M2)} / \text{площа землі (M2)}$)

Для аналізу стану культур у якості вступного параметра для моделі прогнозування продуктивності.

SIPI ($SIPI = (NIR - BLUE) / (NIR - RED)$)

Моніторинг здоров'я рослин у зонах з високою мінливістю структури рослинності та виявлення ранніх ознак хвороб сільськогосподарських культур та інших стресових факторів у поєднанні з LAI [31].

Вплив ґрунту на вегетаційні індекси

З огляду на різноманітність вегетаційних індексів, їх застосування має певні недоліки при роботі на ділянках з розрідженою рослинністю. Це пов'язано з тим, що спектр зображення залежить від ґрунту, а його спектральний індекс – від умов навколишнього середовища, зокрема, від рівня вологості. Фоновий ґрунт значно впливає на індекс: чим яскравіший ґрунт, тим нижче значення індексу, і навпаки. Додатковою складністю є наявність різних підтипів ґрунту на одному полі. Фонові елементи, такі як каміння, ґрунт і рослинні залишки, мають

різні характеристики в ближній інфрачервоній області, що призводить до суттєвих змін у вегетаційному індексі. Для вирішення цієї проблеми застосовується аналіз різних спектральних каналів.

1.3 Особливості розвитку пшениці озимої та кукурудзи

Пшениця озима

Пшениця посідає перше місце у світі за посівними площами (близько 230 млн га) та валовим збором (понад 530 млн тон) і є однією з основних зернових культур. В Україні середня посівна площа озимої пшениці становить близько 6,5 млн га, що становить 40% від загальної площі посівів зернових культур. [10]

Ріст і розвиток рослин.

Протягом вегетаційного періоду озима пшениця проходить відповідні фази розвитку, пов'язані з утворенням нових органів та їх формуванням. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин певною мірою залежать від умов існування. Найкраще рослини розвиваються за оптимального забезпечення необхідними факторами життєдіяльності та якісного виконання всіх агротехнічних заходів [6].

Мінімальна температура для проростання насіння пшениці становить 3,0-4,5°C (оптимальна температура проростання - 15-18°C, максимальна - 30-32°C). Під час проростання насіння поглинає 50-55% води від власної ваги; для отримання хороших сходів через 7-8 днів необхідна сумарна активна температура 130-140°C (оптимальна температура на початку посіву +14-17°C) [9].

Озима пшениця проходить 12 фаз розвитку та наступні фенологічні етапи: проростання насіння, сходи, колосіння, трубкування, вихід в трубку, цвітіння, формування, налив зерна, молочна, воскова та повна стиглість [9].

Проростання. Насіння озимої пшениці найбільш інтенсивно проростає при температурі 15-18°C. У цьому випадку сходи з'являються через 7-8 днів.

Однак оптимальна температура для отримання максимальної кількості сходів повинна бути значно нижчою, ніж в процесі росту, в межах 12-17°C. Поява перших листків на поверхні ґрунту характеризує не тільки етап проростання, а й перехід рослини в якісно новий стан. Якщо до цього ріст кореня і гіпокотіля забезпечувався за рахунок резервного матеріалу ендосперму, то з появою зелених листків у ріст включається пластичний матеріал, що утворюється в результаті фотосинтезу. Тривалість періоду проростання за нормальних умов становить 15-25 днів. Якщо запізнитися з посівом, рослина увійде в зиму з одним-трьома листками. В такому випадку період сходів триває до весни, коли відновлюється вегетація, що разом з періодом зимового спокою становить 100-150 днів. Досягнення високої польової схожості є одним з найважливіших завдань агротехніки. При вирощуванні озимої пшениці за інтенсивною технологією польова схожість повинна становити 80-90%, але статистика свідчить, що в господарствах вона не перевищує 50-70% [6].

Куцнення. Характерною біологічною особливістю зернових культур є їх здатність до куціння. Куціння - це поява на рослині бічних бруньок і вузлових коренів; відбувається після утворення 3-4 листків; це процес, який відбувається після утворення перших листків, і є найважливішим фактором розвитку рослини [6].

У озимої пшениці розрізняють два періоди появи сходів - осінній та весняний, залежно від строків сівби та інших факторів. Якщо строк сівби пізній і восени не утворюються бічні бруньки, куціння відбувається лише через 30-40 днів навесні. У цьому випадку коефіцієнт обробітку ґрунту зменшується [11].

Існує два протилежні погляди на здатність озимої пшениці до куціння та важливість цього явища для врожайності. Одні дослідники вважають обробіток ґрунту важливим резервом підвищення врожайності. Інші дослідники стверджують, що збільшення кількості пагонів призводить до зниження

врожайності зерна з одиниці площі, тобто зводить нанівець потенціал обробітку ґрунту. На їхню думку, озима пшениця характеризується асинхронним розвитком пагонів, що призводить до зменшення кількості пагонів у пізній фазі росту. Пагони, які доживають до збору врожаю, є менш продуктивними, ніж первинні пагони. Крім того, вторинні пагони, які не утворюють зерна, непродуктивно використовують воду, світло та поживні речовини [11].

Найбільш сприятливою температурою для проростання озимої пшениці є 13-18°C, а за 2-4°C проростання майже припиняється. Вузол кущіння є головним органом, і коли він відмирає, рослина гине. У ґрунті він знаходиться на глибині 1,5-3,0 см і може переносити заморозки до мінус 17-20°C. Залежно від часу посіву розрізняють осінній та весняний культиватори. Кількість стебел на рослині називається коефіцієнтом кущіння [6].

Кількість стебел на рослині визначає загальну кількість кущів, а кількість стебел, які дають урожай, визначає, що є продуктивним; згідно з дослідженнями А.І. Носатовського, в теплом кліматі, достатній кількості поживних речовин і води в ґрунті, з однієї рослини за двомісячний період вегетації може утворюватися до 100 пагонів. У звичайних умовах високі врожаї дають кущі, що складаються з двох-трьох стебел. Коефіцієнт кущіння і необхідну густоту стебел (500-700 стебел/м²) можна регулювати за допомогою агротехніки. Посів насіння на глибину понад 4 см зменшує процес пагоноутворення. Високі норми висіву та недостатнє забезпечення поживними речовинами і водою знижують силу пагонів. Кущистість озимої пшениці також є сортовою ознакою. Кущистість зерна слід розглядати як позитивну рису. Більшість сортів формують 30-50% врожаю на бічних рядках. У розріджених посівах продуктивні пагони на бічній стороні дають 60-70% врожаю зерна.

Вихід в трубку. Початком фази вважають момент, коли на головному пагоні з'являється перший стебловий вузол на відстані 2-5 см від поверхні

грунту. Наступає ця фаза через 25-35 днів після відновлення весняної вегетації. Триває 25-30 днів. Холодна й хмарна погода сповільнює ріст стебла. Під час виходу в трубку інтенсивно наростає вегетативна маса. Формуються генеративні органи. Тому в цей період росту пшениці необхідно максимум води і поживних речовин. Нестача їх у ґрунті призводить до значного зниження врожаю. Встановлено, що для одержання високопродуктивних посівів площа листкової поверхні на 1 га повинна становити 50-60 тис.м² і більше. Величина листкової поверхні і тривалість її фотосинтетичної діяльності залежить від удобрення, норми висіву, сорту та інших агротехнічних заходів. Особливо важливо забезпечити високу фотосинтетичну активність верхнього листка, який дає до 70% асимілянтів.

Колосіння. Одночасно з інтенсивним ростом стебла, внаслідок різкого видовження передостаннього міжвузля, відбувається вихід колоса з піхви верхнього листка, що означає настання фази колосіння. Продовжується формування репродуктивних органів, наростання вегетативної маси і сухої речовини. Інтенсивність ростових процесів залежить від забезпеченості вологою і елементами живлення. Це найбільш ефективний період для обробітку посівів фунгіцидами (тілт, рекс, фалькон, альто-супер та ін.) з метою захисту озимої пшениці від хвороб.

Цвітіння. За нормальних умов вегетації через 4-5 днів після виколошування настає цвітіння, яке триває 3-6 днів. Починається цвітіння з середини колоса й поступово переходить до низу і верхівки колоса. У колоску спочатку цвітуть бокові (нижні) квітки, а потім середні. За перших строків цвітіння утворюється найвиповненіше зерно. Пшениця в основному самозапильна культура. На якість зерна дуже впливають метеорологічні умови в період від запилення до фази повної стиглості зерна. Висока температура повітря посилює дихання рослин, спричинюючи надмірні витрати вуглеводів,

внаслідок чого збільшується нагромадження білка в зерні. За нижчої температури дихання рослин послаблюється, збільшується нагромадження вуглеводів.

Фази стиглості. Після цвітіння і запліднення із стінок зав'язі утворюється оболонка зернівки. Ріст стебла, листків і коренів майже припиняється і пластичні речовини надходять тільки до зерна. Період формування зерна триває 12-16 днів і під кінець цього періоду відмічають настання молочної стиглості. Зерно в цій фазі уже нормальної величини, але ще зелене, молокоподібної консистенції. Вологість зерна в молочної фазі стиглості - 60-40%. У восковій фазі стиглості консистенція зерна нагадує віск, вологість зерна становить 40-20%. В кінці цієї фази зерно набуває нормального забарвлення, надходження поживних речовин у зерно і його ріст припиняється. У цей період починають роздільне збирання. За повної стиглості вологість зерна знижується до 20-14%, воно стає твердим і втрачає зв'язок з материнською рослиною. Збирати озиму пшеницю можна прямим комбайнуванням. У разі запізнення з обмолотом найбільш цінне зерно, яке досягає раніше, легко осипається, що призводить до втрат урожаю.

Кукурудза

1. проростання насіння. Для проростання насіння необхідна температура ґрунту не нижче 10°C. Насіння потребує добре підготовленого, вологого ґрунту. В середньому, залежно від температури ґрунту, сходи проростають за 12-17 днів

2. стадія з 4-5 листками. Розвиток кореневої системи. Рослини більше не залежать від поживних речовин насіння. Вразливі до нестачі поживних речовин, особливо фосфору. Формується остаточна густота рослин.

3 Формування качана: стадія 8-10 листків. Формування качана (кількість гребенів і зерен). 10 листків: фаза швидкого росту - потребує вологи та

поживних речовин. Чутлива до низьких температур ($<8^{\circ}\text{C}$), використання гербіцидів та нестачі сонячного світла.

4. формування волоті. Визначає кількість колосків на рослині.

Кількість зерен у рядку сформована на 90%. Дуже чутлива до нестачі води та азоту на цій стадії росту.

5. цвітіння шовку (нитки). Запліднення пилком. Дуже чутливий до дефіциту води.

6. ламання зерна, лімітуюча стадія. Після цієї стадії осипання не відбувається. 3 тижні після запилення, тобто 25 днів після цвітіння. Кількість сформованих зерен. Етап, що знаменує собою кінець максимальної чутливості до водного стресу.

7. стадія наливу зерна. Етап з 50% вмістом води. Стадія фінального зрошення = стадія 32% сухої речовини.

8. чорна точка. Стадія фізіологічної зрілості зерна - кінець стадії наливу зерна Вологість зерна на рівні 32. Поява чорної точки : закриття шляхів передачі поживних речовин між зерном і стрижнем [12].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом проведення моїх досліджень є агрофітоценози кукурудзи, озимої пшениці після попередника озима пшениця і озима пшениця після попередника соняшник.

Мета: дати оцінку стану агрофітоценозів господарства за даними дистанційного супутникового моніторингу, з встановленням залежності між даними надземних досліджень і спектральними характеристиками, для розроблення рекомендацій щодо оптимізації системи застосування добрив.

Умови та методика проведення досліджень

2.1 Виробничо господарська характеристика ТОВ «Юрівка»

Дане господарство за формою господарювання відноситься до «Товариства з обмеженою відповідальністю». Господарство спеціалізується на виробництві зерна: пшениці озимої, кукурудзи та соняшнику, допоміжною галуззю виробництва є сушка зернових мас. Адміністративно-географічне розташування ТОВ «Юрівка» – Сумська область, Конотопський район, село Юрівка, вулиця Площа Бердицького, будинок 6.

Загальна площа землекористування товариства складає 3615 га, рілля з яких складає 3422 га. Документально оформленої історії полів господарство не має, всі дані історії полів знаходяться безпосередньо в записниках агронома. Забезпеченість людськими ресурсам: ТОВ «Юрівка» в повній мірі забезпечена людським ресурсами. З врахуванням всіх вимог безпеки праці кількістю людей для кожної зміни у господарстві працює 121 особа.

Продуктивність основних галузей.

Основні галузі господарства – це вирощування пшениці озимої, врожайність якої склала – 68,7 ц/га; вирощування кукурудзи на зерно – 112 ц/га;

виросування соняшнику – 31 ц/га, і в цьому році відновили виросування бобової культури – сої.

Матеріально-технічні ресурси

Господарство в повній мірі забезпечене всіма необхідними матеріально технічними ресурсами, які необхідні для повноцінного виросування, збирання, післязбиральної доробки, зберігання та відвантаження врожаю. Ресурси, які господарство не має, на прикладі самохідного апарату для обприскування рослин, господарство наймає.

Коротка історія виникнення господарства

У період радянського союзу існувало господарство Юрівка, яке займалося виросуванням с/г продукції. Після розпаду союзу, відбулася зміна керуючого персоналу і ніхто не хотів купувати господарство, що і призводило до його занепаду. В результаті чого була розорена ферма а все поголів'я було продане. Потім територію господарства було викуплено меценатом, який і зараз є власником даного господарства. Після того власник призначив нових керівників і з того часу господарство налагодило виробіток і функціонує і до сьогоднішнього дня під назвою ТОВ «Юрівка».

Географічне розміщення

ТОВ «Юрівка» знаходиться у Лісостеповій частині України, переважаючим рельєфом є рівнини. Знаходиться за 2 км від лівого берега водосховища Ромен (річки Ромен). Розташоване на трасі, що сполучає два районні центри, відстань до кожного з них 36 км.

Відстань до головного ринку збуту, а саме до одеського порту, лежить через автомобільне сполучення яке складає 763,6 км.

Головним ринком збуту для ТОВ «Юрівка» являється одеський порт, у який щорічно відбувається відвантаження зерна озимої пшениці, кукурудзи та соняшнику на фури і пряма доставка до порту. Доставляють зерно також не

прямим способом, тобто доставляють декількома фурами до поселення «Нова Дівіца», а вже далі там йде завантаження зерна на вагони і подальша відправка до одеського порту.



Рис. 2.1 Фото господарства з Google Планета Земля [13].



Рис 2.2 Фото господарства з Google Планета Земля [13].

Таблиця 2.1. Технічне забезпечення господарства

Техніка	Кількість, шт.
Трактори	
NEW HOLLAND T5.105	2
NEW HOLLAND T8050	2
MTЗ - 82	3
T-150	2
Фронтальний навантажувач JCB 531-70 Agri Super	1
Комбайни	
New Holland CR 9.80	2
Вектор	1
Полісся	1
Машини	
ЗІЛ	3
Камаз	3
Газон	1
Агрегати	
Плуг Lemken діамант	2
Дискові борони Солоха	3
Культиватори John Deere 960	4
Сівалка Great Plains	1
Сівалка КУН	1
Оприскувач ОП-3000	3

2.2 Ґрунтові умови проведення досліджень

За останніми дослідженнями ґрунтів зробленими у 2019 році у господарстві ТОВ «Юрівка» переважаючими є два типи ґрунтів: чорнозем типовий – 3143 га, та чорнозем опідзолений – 278 га. Чорнозем глибокий типовий слабогумусований крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидних суглинках. Цей ґрунт має добрий водно-повітряний режим, чим сприяє високій біологічній активності корисних мікроорганізмів, які беруть участь у нагромадженні значної кількості активного перегною. За складом цей ґрунт

крупнопилувато-легкосуглинковий. В орному шарі його (0 - 20 см) міститься 19,64 % мулу, 32,12 % фізичної глини, 61,18 % крупного пилу.

Таблиця 2.2. Основні агрохімічні показники ґрунтів господарства

Тип ґрунту	Площа поля	Бал бонітету	Вміст гумусу, %	рН сольовий витяжки	Нг		S	V, %	Середній вміст рухомих поживних речовин, мг/100г ґрунту		
					мг-екв на 100 г ґрунту				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чорнозем типовий слабогумусований	3143 га	66	3,8	7	2,9	5,9	67,0	5,8	6,6	7,6	
Чорнозем опідзолений	279 га	55	3,1	6,1	2,8	9,5	77,2	5,2	5,8	7,0	

Значна насиченість кальцієм, високий вміст гумусу (в одному шарі 3,02 %, в під орному – 2,94 %, на глибині 70 - 80 см – 2,07 %) створюють оптимальні умови для утворення добре виявленої агрономічної цінної водостійкої зернистої структури, особливо у найбільш збагаченому на гумус верхньому горизонті – Н. Такі структурні окремоті мають здатність вбирати в себе вологу і легко віддавати її рослинам. Сільськогосподарські культури на цих ґрунтах значно підвищують урожайність від внесення органічних та мінеральних добрив.

Морфологічна будова кожного генетичного горизонту:

Н 0-31 см – гумусовий, темно-сірий, свіжий, легкосуглинковий, орний шар рихлий грудочкувато-пилуватий, підорний шар злегка ущільнений, грудочкувато-слабозернистий, корінці рослин, поступово переходить в

Н рк 31-58 см – гумусовий, перехідний, бурувато-темно-сірий, свіжий, легкосуглинковий, злегка ущільнений, в 35 см карбонатний, грудочкуватий, корінці рослин, червоточини, поступово переходить в

НР к 58-101 см – нижній перехідний, сірий, світлий, легкосуглинковий, корінці рослин, злегка ущільнений, грудочкуватий, кипить від HCl, кротовини, перехід поступовий в Рк з 101 см -128 см – лесовидний суглинок.

Отже, за морфологічними ознаками профілю видно, що цей ґрунт має низький показник гумусу як в орному так і в підорному шарі, а на глибині 70-80 см високий, то можна сказати, що цей ґрунт родючий. За гранулометричним складом це в основному легкосуглинкові ґрунти. Вміст гумусу в них складає в середньому 2,47%, коливаючись від 1,52 до 3,16%. Реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної або нейтральна, рНсол. 5,6-6,1, вміст рухомих форм фосфору – підвищений, 120-160 мг/кг ґрунту, обмінного калію – середній, 98-113 мг/кг ґрунту, вміст обмінного кальцію і магнію – середній, відповідно 8,4 і 1,7 мг-екв./100г ґрунту. Бальна оцінка чорнозему опідзоленого 55.

2.3 Погодно-кліматичні умови проведення досліджень

При описі погодних умов, таблиці 2.3, для більш точного опису на території даного господарства, я проаналізував дані за 5-ти річний період, взявши за основу метеостанцію Конотоп.

Таблиця 2.3. Середньорічна та середньобагаторічна кількість опадів та їх розподіл по місяцях, мм [4].

Роки	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2018	66	52	83	7,4	50	44	82	2,1	32	27	4	66	514
2019	61	40	31	43	50	30	44	21	35	9,2	43	41	445
2020	62	44	17	25	187	46	69	20	22	21	63	42	616
2021	68	57	11	66	56	72	13	88	83	32	39	57	642
2022	78	22	19	156	31	96	92	52	105	69	0	0	720
2023	26	44	46	41	20	40	72	52	21	101	124	86	673
Середня багаторічна норма	63	46	39	23	90	43	62	17	32	19	42	49	554

Середньорічна кількість опадів — 554 мм, максимум опадів припадає на травень (90.3 мм), мінімум — на серпень (17 мм). Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 76 %, мінімальна вона у травні (64 %), максимальна — у листопаді-грудні (86 %). Середньорічна загальна хмарність — 6,5 балів, максимум припадає на грудень (8,1), мінімум — на серпень (5,0).

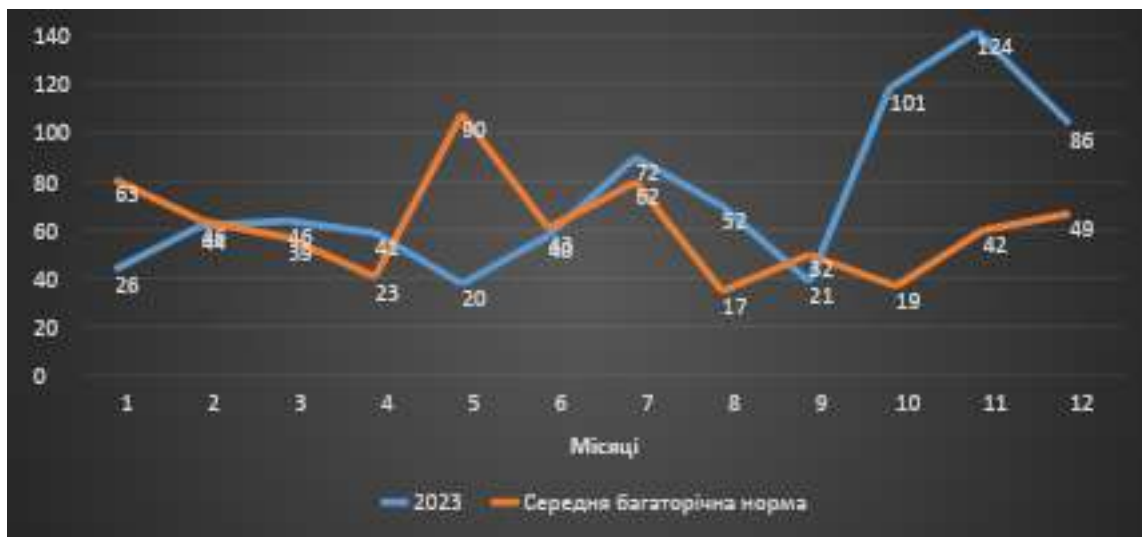


Рис. 2.3 Графік порівняння середньої багаторічної норми та за 2023 рік [4].

Виходячи з графіка (рис. 2.3) порівняння середньої багаторічної норми та норми за 2023 рік, можна сказати що опади за квітень, травень, серпень, жовтень, листопад та грудень є нетиповими у порівнянні з середньою багаторічною нормою, а саме у травні кількість опадів була меншою у 4,5 рази, у серпні випало більше у 3 рази, у жовтні, листопаді і грудні випало більше за норму у 5; 3; та 2 рази відповідно. За даним таблиця 2.4, було побудовано графік (Рис 2.4), на ньому ми спостерігаємо, що суттєвих відмінностей в даних не спостерігається, тому температура є типовою за багаторічною нормою.

Таблиця 2.4. Середньорічна та середньомісячна температура повітря [4].

Роки	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2018	-4	-5,3	-3,4	10,9	18,2	19,6	20,8	21,2	16,8	9,1	-0,7	-3	8,4
2019	-5,5	-0,8	3,3	10	17,2	22,8	19	19,3	14,5	10,1	3,6	1,8	3,6

2020	0,3	1	6	8,4	12,2	21,9	20,5	19,6	17	12	3	-1,9	10
2021	-3,6	-6,9	1,1	7,4	14,5	20,5	23,9	21,1	11,9	6,9	3,4	-2,6	15
2022	-2,7	0,2	1,9	7,6	13,5	20,5	19,7	21,5	11,7	9,4	0	-1,1	15,3
2023	-1,6	-1,7	4,3	10,3	15	18,9	20,5	22	16,8	9,5	3,3	-0,7	9,7
Середня багаторічна норма	-2,6	-0,9	2,5	9,7	15,2	21,9	20,3	20,3	16,6	10,7	2,2	-1,1	9,3



Рис 2.4 Графік порівняння середньої багаторічної норми та за 2023 рік [4].

Клімат — помірно-континентальний. Зима м'яка, з переважно похмурою погодою та частими відлигами. Морози зазвичай нетріскучі. Середньомісячні температури найхолоднішого місяця (січень) $-4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум — у січні $-32,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тривалість безморозного періоду в різні роки сильно змінюється й коливається від 150 до 180 днів. Літо тепле, в окремі роки спекотне та посушливе. Дні з мінливою хмарністю та слабким вітром; ночі ясні та прохолодні. Середньомісячні температури найтеплішого місяця (липень) $+20,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури зареєстрований у серпні $+39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура $+7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вітри на території району не відзначаються постійністю характеристик, але спостереження свідчать про певну закономірність у їхньому характері та поширенні.

2.4 Обробіток ґрунтів

Таблиця 2.4. Обробіток ґрунтів

Культура та її попередник	Основний обробіток				Передпосівний обробіток				Післяпосівний обробіток			
	Приєм	Глибина	Строк	Агрегати	Приєм	Глибина	Строк	Агрегати	Приєм	Глибина	Строк	Агрегати
Пшениця озима після пшениці, соняшнику	Дискування	10 см	30 серпня	Трактор New Holland T8050 + Дискова борона Lemken Rubin	Культивація	12 см	13 вересня	Трактор NEW HOLLAND T5.105 Культиватор John Deere 960	Обприскування	-	під час вегетації від фази кушення до другого міжвузля	МТЗ 82.1 ОП-3000
	Оранка	27 см	11 вересня	Трактор New Holland T8050 Плуг Lemken Diamant 16V								
Кукурудза на зерно після соняшнику	Дискування	13 см	30 жовтня	Трактор New Holland T8050 Дискова борона Lemken Rubin	Культивація+боронування	7 см	1 квітня	Трактор New Holland T8050 Культиватор John Deere 960 БЗСС-1	Внесення гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів	-	30 квітня	МТЗ 82.1 ОП-3000
	Оранка	27 см	11 листопада	Трактор New Holland T8050 Плуг Lemken Diamant 16V								

2.5 Система удобрення досліджуваних полів

При вирощуванні сільськогосподарських культур господарство ТОВ «Юрівка» для збільшення врожаю і забезпечення ґрунту поживними елементами здійснює внесення добрив.

Оскільки дослідження на забезпечення ґрунту поживними речовинами проводилося, але господарство не дочекалося результатів даного дослідження, то добрива вносяться не за нестачею елементів у ґрунті для формування урожаю, а за досвідом агронома і спираючись на попередні роки.

Кукурудза

Для вирощування кукурудзи вносять перед посівом карбамід з нормою внесення 100 кг/га. NPK 10:20:20 150 кг/га

Для підживлення використовують: магній з нормою 4 кг/га та Навалон з нормою 1 кг/га.

Пшениця озима

При посіві озимої пшениці йде внесення добрива NPK 10:20:20 з нормою внесення 150 кг/га.

Весняне підживлення селітрою 150 кг/га.

При підживлення використовують карбамід 10 кг/га, навалон 1 кг/га, КАС 4 л/га, магній 2 кг/га

Оскільки агроном спирається при внесенні добрив на попередні роки, то відповідно останні роки з 2021 по 2024 роки добрива вносились так само під ті самі культури і з тією самою нормою.

Через відсутність у господарстві тваринництва, та співпраці з тваринницьким фермами господарство взагалі не забезпечене органічними добривами, відповідно і внесення органічних добрив господарство не проводить.

Вирощування сидеральних культур у даному товаристві не практикується. Через відсутність науково обґрунтованої сівозміни та наявності у господарстві

всього чотирьох культур сидерати неможливо сіяти за браком часу. Після вирощування культур, та збору врожаю рослинні рештки, які залишаються на полі зароблюються в ґрунт, що в свою чергу при розкладанні забезпечує ґрунт певним відсотком поживних речовин.

2.6 Системи захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників

Із системою засобів захисту посівів від шкідників, хвороб та бур'янів господарство користується тією самою тактикою, що і з добривами, тобто спираючись на досвід минулорічних дій і відповідно їх ефективності, агроном застосовує такі засоби захисту рослин:

Таблиця 2.6 Системи захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників

Пшениця озима		
Засоби захисту від:		
Бур'янів	Назва	Норма, л/га
Гербицид	Трігер	0,025 г/га
Технічні	Культивація	12 см
Технічні	Боронування	5 см
Шкідників		
Інсектицид	Атрікс	0,2
Хвороб		
Фунгіцид	Бампер Супер	1,5
Кукурудза на зерно		
Бур'янів		
Гербицид	Апріорі	0,6 г/га
Ґрунтовий гербицид	Аценід	2,5
Технічні	Культивація	7 см
Технічні	Боронування	4 см
Шкідники		
Комахи	Трихограма	150000 шт/га
Інсектицид	Рімон Фаст	0,6

2.7 Програма і методика проведення досліджень

Метод дослідження – це певний порядок маніпуляцій, що включає в себе певні дії або операції, за допомогою яких здобувається й обґрунтовується нове знання в науці [5]. Як трактує словник з філософії слово спостереження – це навмисне й цілеспрямоване сприйняття зовнішнього світу з метою вивчення і відшукування сенсу в явищах. Можливості метода спостереження обмежені. Він дозволяє виявити лише зовнішні ознаки, зовнішні прояви фактів [5]. Саме спостереження, моніторинг і подальший аналіз за фазами росту і розвитку кукурудзи, та пшениці озимої по різних попередникам і є однією з основ моєї роботи. Саме від кількості спостережень і залежатиме точність і достовірність моєї роботи, чим більше спостережень та порівняння отриманих даних з фактичними тим реалістичнішим буде мій дослід.

Яка ж головна мета проведення даних досліджень? Дати оцінку стану агрофітоценозів господарства за даними дистанційного супутникового моніторингу, з встановленням залежності між даними наземних досліджень і спектральними характеристиками, для розроблення рекомендацій щодо оптимізації системи застосування добрив.

Саме дослідження проводилося у період 2023-2024 років. На протязі 3 років на досліджуваних полях висівалися такі культури як пшениця озима двох сортів, а саме сорту «Тобак» та «Скаген», та гібрид кукурудзи Піонер (P9074).

1. Фенелогічні спостереження. Спостереження за основними фазами росту та розвитку рослин: проростання, формування волоті, поява жіночих суцвіть, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість та повна стиглість [21].

2. Висоту рослин у дослідному варіанті вимірювали відстань від поверхні ґрунту до верхівки волоті вимірювали за допомогою рулетки після завершення цвітіння [21].

3. **Діаметр стебла.** Діаметр стебла вимірювали між першим і другим вузлом за допомогою штангенциркуля.

4. **Обрахунок кількості листків на рослині.**

5. **Площа листкової поверхні.** Визначення проводили шляхом множення довжини кожного листка на його ширину, коефіцієнт 0,75, а також підсумовування всіх листків однієї рослини [21].

6. **Кількість продуктивних качанів, або продуктивних пагонів.** До продуктивних належать усі качани, або пагони в яких сформувалося зерно і що мають колос, незалежно від його ступеня стиглості [21].

7. **Збирання і облік врожаю.** Врожай вираховується методом суцільного зважування.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Стан досліджуваних ділянок та їх візуальний вигляд з різних джерел даних

Дистанційний моніторинг це збір даних, їх обробка, аналіз та подальші висновки в ході яких вирішується що робити на полях або безпосередньо на агрофітоценозах.

Збір відбувається з різних джерел інформації: наземних (моніторинг людиною безпосередньо на полі), знімків з літальних апаратів (літаків, БПЛА, дережаблів), космічних знімків (знімків з супутників).

Безпосередньо у дослідженні було використано наземне дослідження, та дані з космічних знімків, а саме з різних сайтів які можна використовуються у дистанційному зондуванні Землі.

Дослідження по дистанційному моніторингу агрофітоценозів проходило безпосередньо на 3 полях вищевказаного господарства:

1. Досліджуване поле №1.

Культура - кукурудза, попередник – соняшник.

Площа: 179,6 га.

Розташування: Конотопський район, Україна, координати – 51.0173° пн. ш. 33.3567° сх.

2. Досліджуване поле №2.

Культур пшениця озима, попередник – соняшник.

Площа: 51,4 га.

Розташування: Конотопський район, Україна, координати – 51.0180° пн. ш. 33.4007° сх

3. Досліджуване поле №3.

Культур пшениця озима, попередник – пшениця озима.

Площа: 98,4 га.

Розташування: Конотопський район, Україна, координати – 50.9862° пн. ш. 33.3744° сх.

Моніторинг за всіма дослідними ділянками проводився за допомогою супутникових знімків які були зроблені супутником Sentinel-2 (Вартовий – 2)

Дослідження це певні маніпуляції над об'єктом дослідження які проходить протягом певного відрізка часу [16].

Дистанційне зондування агрофітоценозі пшениці озимої по різних попередниках та кукурудзи на зерно починалися у різний період часу. Головним орієнтиром початку моніторингу було початок висіву культур на поля, а саме: у сезоні 2023-2024 пшеницю озиму на полях №2 та №3 висівали в один день, а саме 15 вересня 2023 року, кукурудзу висівали 20 квітня 2024 року. Датою кінця моніторингу було закінчення вегетаційного сезону, та саме день збору врожаю, а саме пшеницю озиму з полів №2 та №3 зібрали 24 липня 2024 року, а кукурудзу на зерно з поля №1 було зібрано 9 жовтня 2024.

Для кращого візуального сприйняття і для отримання більш доповненої картини поля моніторинг проводився також і за попередниками, тобто за культурами які знаходилися на полі у сезон 2022 – 2023 років, тобто за соняшником, що є попередником кукурудзи; соняшником, що є попередником пшениці озимої; пшеницею озимою, що є попередником пшениці озимої.

Терміни початку і закінчення моніторингу також починаються і закінчуються від початку посіву культури до дати її збирання:

Соняшник, попередник кукурудзи: початок 10 квітня – кінець 15 жовтня;

Соняшник, попередник пшениці озимої: початок 20 квітня – кінець 20 жовтня;

Пшениця озима, попередник пшениця озима: початок 25 вересня – кінець 15 серпня.

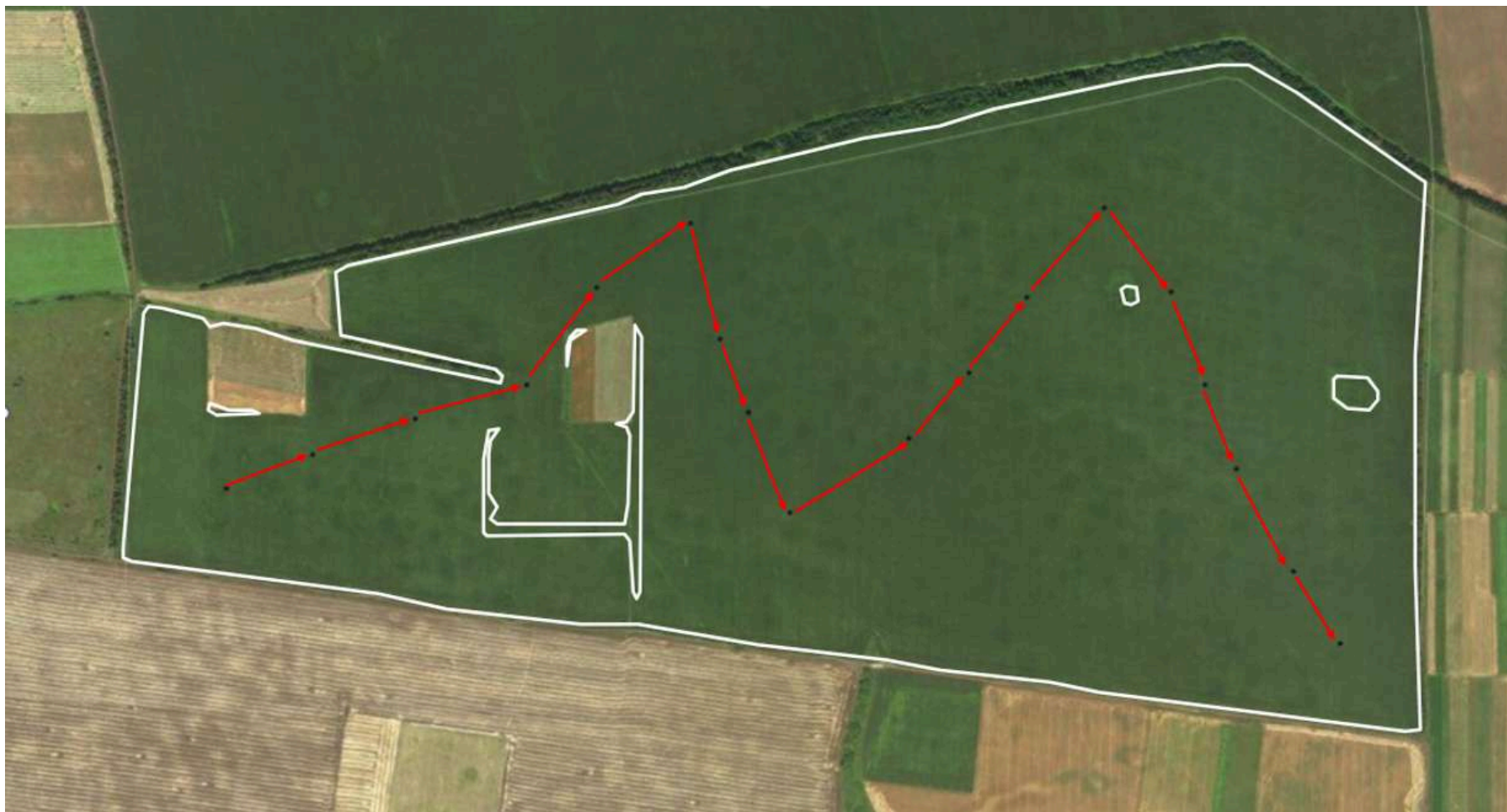
Досліджування проводилися кожного дня вегетації рослини, окрім днів коли через занадто високу хмарність супутник не міг відобразити чітку картину індексів на полі.

Детальний опис ділянок я робитиму по 4 періодах вегетації рослин, через тиждень після висівання культури, в середині вегетації, та в кінці вегетації перед збором врожаю, а для пшениці озимої також у період після відновлення весняної вегетації.

В ході дослідження полів було проведено відбори зразків ґрунту для точного встановлення вмісту NPK на заданих полях, оскільки господарство не володіє такими даними, і відбори і ґрунтовий аналіз проводився власноруч. На рисунках 3.1, 3.2 і 3.3 можна спостерігати, що з кожного поля було відібрано по 18 зразків, які потім змішали в одну пробу.

Загалом було проведено 3 відбори у три періоди. Перший підбір проводився восени 2023 року 14 жовтня. Другий відбір проведено весною, а саме 12 квітня. Третій відбір проведено уже у літній період а саме 3 липня.

Рис. 3.1



Досліджуване поле 1 (Рис. 3.1) на якому вирощувалася кукурудза на зерно, попередником даної культури виступав соняшник. Місця відбору проб та маршрут на забезпеченість NPK [14].

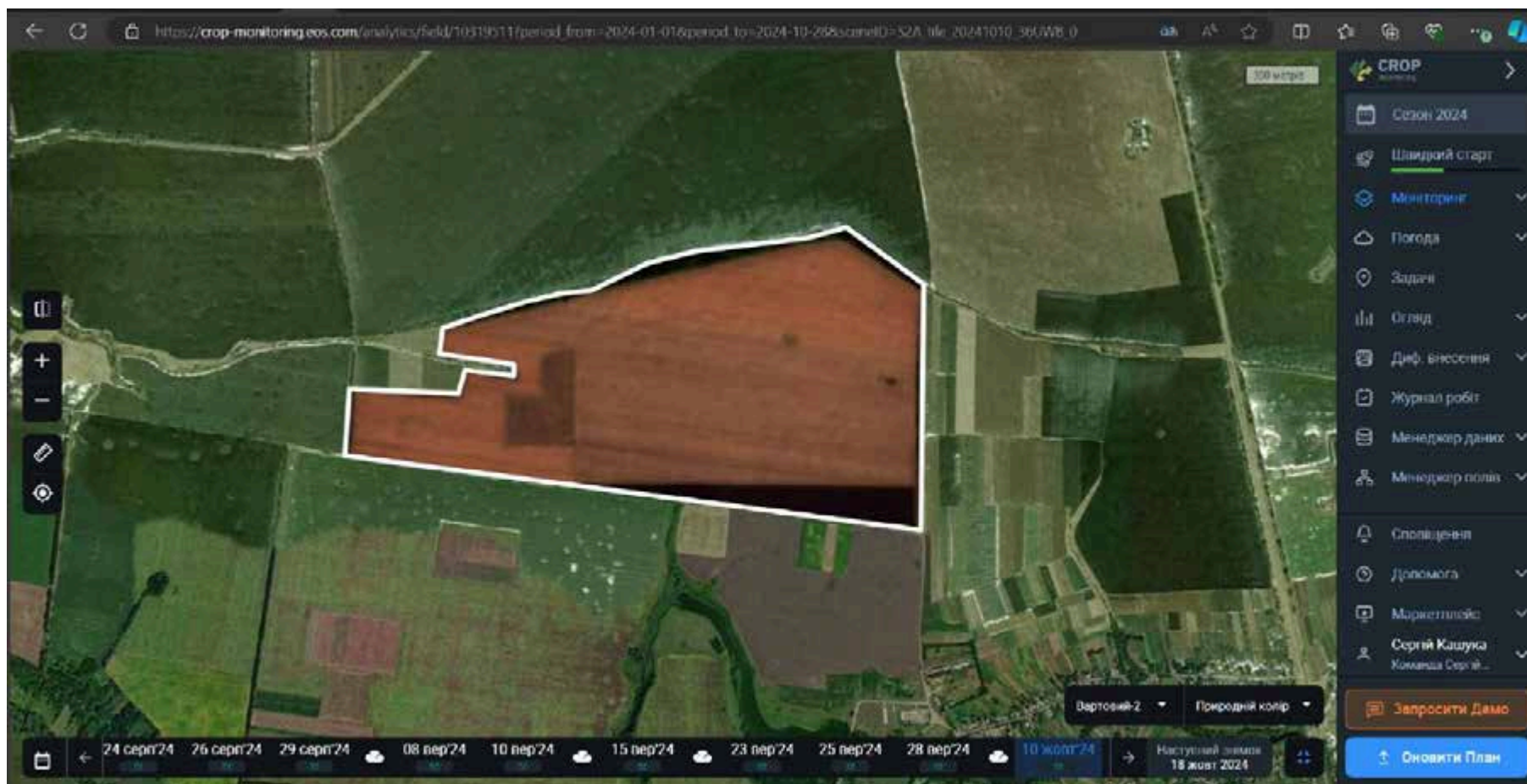
Досліджуване поле №2 (Рис. 3.2) на якому вирощувалася пшениця озима, попередником якої являвся соняшник.
Місця відбору проб та маршрут на забезпеченість NPK [14].

Рис. 3.3

Таблиця 3.1 Забезпеченість ґрунту

		Пшениця після пшениці, мг/кг					Пшениця після соняшнику, мг/кг					Кукурудза, мг/кг				
		pH	NO ₃ ⁻	N	P	K	pH	NO ₃ ⁻	N	P	K	pH	NO ₃ ⁻	N	P	K
Осінній відбір	1 повторення	7,3	45,7	140	88	143	7,1	40,7	145	100	245	6,9	38,0	100	80	154
	2 повторення	7,2	43,6	138	85	138	6,9	42,7	125	85	234	7,0	37,2	95	85	176
Весняний відбір	1 повторення	7,3	38,9	145	90	156	7,2	35,5	150	105	278	6,8	38,9	110	85	174
	2 повторення	7,1	38,0	142	87	154	6,8	34,7	130	90	284	7,0	38,0	100	87	179
Літній відбір	1 повторення	7,4	25,7	142	91	155	7,2	44,7	149	104	294	7,0	33,1	105	83	187
	2 повторення	7,2	24,0	147	169	242	6,9	42,7	126	89	228	7,1	34,7	56	90	194

Рис. 3.4



Досліджуване поле №1 (Рис. 3.4) на якому вирощувалася кукурудза на зерно, попередником даної культури виступав соняшник, у природному кольорі [15].

Рис. 3.5



Досліджуване поле №2 (Рис. 3.5) на якому вирощувалася пшениця озима, попередником якої являвся соняшник, у природному кольорі [15].

Рис. 3.6



Досліджуване поле №3 (Рис. 3.6) на якому вирощувалася пшениця озима, попередником якої була пшениця озима, у природному кольорі [15].

3.2 Аналіз вегетаційних індексів дослідних ділянок

Поле № 1 Ділянка з кукурудзою яка вирощувалась після соняшника.

Графік 3.1 проходження вегетаційних процесів кукурудзи на полі №1.



Початок досліджуваного періоду: 20 квітня 2024 рік, кінець: 9 жовтня 2024 рік.

Перший період (Рис. 3.7, 3.8)

Рисунок 3.7

Рисунок 3.8



Дані знімки було зроблено 23 квітня та 28 квітня. Аналіз проводився за індексом MSAVI.

Таблиця 3.2 Характеристика поля у період 23.04.2024 (Рис. 3.7)

Показник MSAVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,10 – 0,12	Розріджена рослинність	0
0,08 – 0,10	Розріджена рослинність	1
0,06 – 0,08	Розріджена рослинність	3
0,04 – 0,06	Паростки	10
0,02 – 0,04	Паростки	23
0,00 – 0,02	Сходи	47
-1,00 – 0,00	Відкритий ґрунт	15

Індекс MSAVI, середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,02	7	11	3,4	11,72	5,96

Таблиця 3.3 Характеристика поля у період 28.04.2024 (Рис. 3.8)

Показник MSAVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,12 – 0,15	Низька вегетація	1
0,10 – 0,12	Розріджена рослинність	1
0,08 – 0,10	Розріджена рослинність	5
0,06 – 0,08	Розріджена рослинність	56
0,04 – 0,06	Паростки	36

Індекс MSAVI, середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,07	8	17	0	13,07	20,73

Я навів дві послідовні дати із знімками для порівняння розвитку кукурудзи на другий день після висіву, та на 8 день після висіву. Для порівняння я використав спеціальний індекс MSAVI (Модифікований ґрунтовий вегетаційний індекс) - вегетаційний індекс, що дозволяє визначити наявність рослинності на ранніх стадіях

х сходів, коли значна частина ґрунту оголена. Індекс мінімізує вплив оголеного ґрунту на відображення карти вегетації. На підставі індексу можна побудувати карти для диференційованого внесення добрив на ранніх стадіях росту культури.

На відміну від індексу NDVI, він нівелює показники оголеного ґрунту і ми можемо побачити реальну картину на поля як же саме йде розвиток культури на ранніх стадіях.

Виходячи з вищенаведених зображень та таблиць, навіть не зважаючи на значну хмарність на першому зображенні все одно видно значна частина поля, а саме 47% знаходиться у фазі сходів, тоді ж як на 8 день уже 56% пройшли фазу паростків і вже відповідають показнику розріджена рослинність. Враховуючи температурні показники, та показники вологості рослини знаходяться в оптимальному середовищі для ростових процесів, по що ми можемо сказати з вищенаведених показників.

Рисунок 3.9 Другий період



Даний знімок було зроблено 25 липня 2024 року у середині вегетації культури, а саме коли у кукурудзи відбувалася поява суцвіть і безпосереднє цвітіння.

Даний період досліджувався за вегетаційним індексом NDVI, оскільки ґрунтовий фактор вже не заважав отримати достовірну інформацію про дану культуру.

Таблиця 3.4 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,90 – 0,95	Густа рослинність	2
0.85 – 0.90	Густа рослинність	92
0.80 – 0.85	Густа рослинність	5
0.75 – 0.80	Густа рослинність	1

Індекс NDVI (Нідерланди), середній	Типовий діапазон	Температура		Вологість		
		Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,87	0,74-0,85	14	30	0	1,3	1

Проаналізувавши дане зображення візуально можна сказати, що розвиток рослин є рівномірним, можна виокремити деякі ділянки маленькі ділянки неоднорідності, які на зображенні виділені світло зеленим кольором. Якщо звернутися до відсоткової характеристики поля, то стає очевидним, всі 100% поля мають густу рослинність, а середній індекс NDVI даного періоду склав 0,87. Для цієї дати і періоду розвитку рослини середнім значенням даного індексу є проміжок від 0,74 до 0,85. Як можна спостерігати наше значення навіть перевищує типове. Велике значення NDVI може бути через значне забур'янення поля, проте візуальне спостереження безпосередньо на полі показало, що бур'янів на полі не було, а ті які були знайдені не в змозі були конкурувати з основною культурою. З цього можна зробити висновок, що на цей період культура має дуже хороший розвиток, що у подальшому відобразиться на врожайності.

Рисунок 3.10 Третій період



Даний знімок було зроблено 29 серпня 2024 року, використовуючи вегетаційний індекс NDVI.

Таблиця 3.5 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,80 – 0,85	Густа рослинність	2
0,75 – 0,80	Густа рослинність	38
0,70 – 0,75	Густа рослинність	32
0,65 – 0,70	Густа рослинність	16
0,60 – 0,65	Густа рослинність	6
0,55 – 0,60	Помірна рослинність	2
0,50 – 0,55	Помірна рослинність	1
0,45 – 0,50	Помірна рослинність	1
0,40 – 0,45	Помірна рослинність	1
0,35 – 0,40	Розріджена рослинність	1

Індекс NDVI (Нідерланди), середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,72	19	34	0	1,13	1

29 серпня за кукурудзою було помічено процес значного спаду індексу NDVI без подальших підйомів, а це означає, що почалися процеси відмирання. Якщо подивитися на дані таблиці, то все ще великий відсоток поля має густу рослинність і середній показник індексу NDVI складає 0,72, проте звернувшись до графіка 3.1 ми можемо спостерігати подальше падіння цього значення аж до періоду 9 жовтня, коли було зібрано врожай даної культури, що склад 10,2 т/га, при запланованій агрономом 10 т/га.

Поле № 2 Ділянка з пшеницею озимою яка вирощувалась після соняшника.

Графік 3.2 Графік проходження вегетації пшениці озимої на полі №2



Початок досліджуваного періоду: 15 вересня 2023 рік, кінець: 24 липня 2024 рік.

Рисунок 3.11 Перший період



Даний знімок було зроблено 21 вересня 2023, через 6 днів після висівання пшениці озимої.

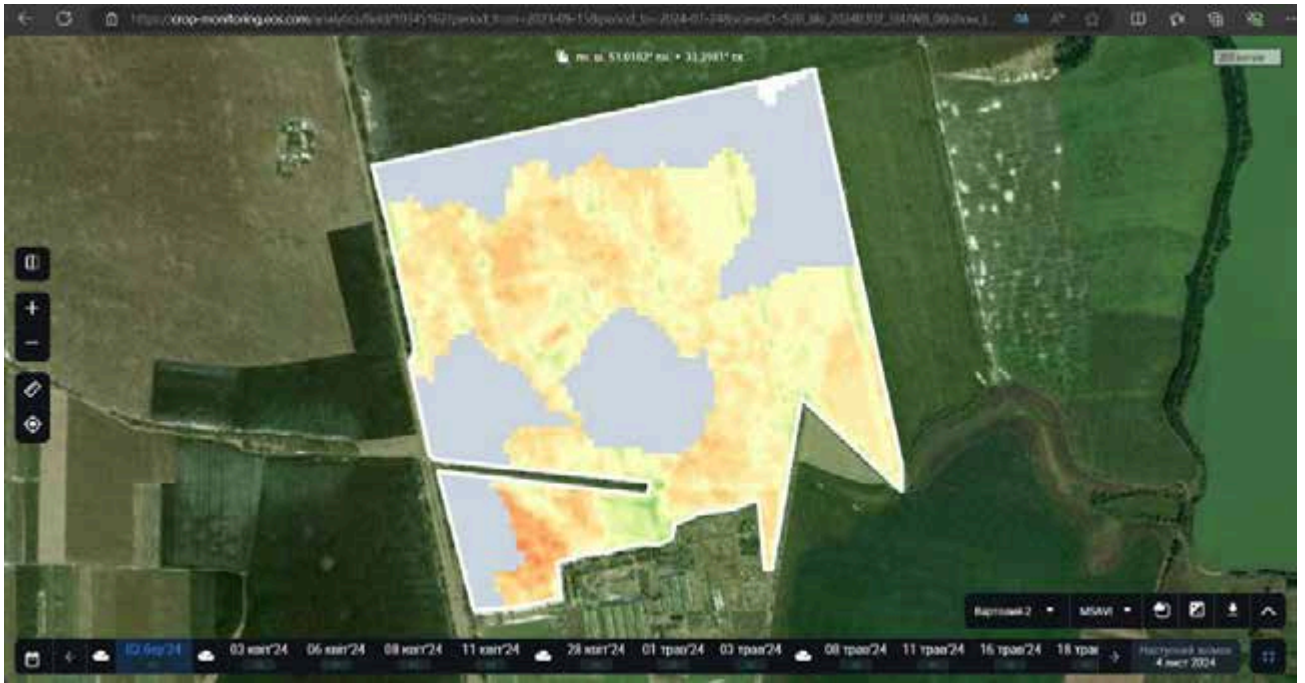
Таблиця 3.6 Характеристика поля у даний період

Показник MSAVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,22 – 0,25	Помірна рослинність	1
0,2 – 0,22	Помірна рослинність	1
0,17 – 0,2	Низька вегетація	8
0,15 – 0,17	Низька вегетація	26
0,12 – 0,15	Низька вегетація	53
0,10 – 0,12	Розріджена рослинність	9
0,08 – 0,10	Розріджена рослинність	1

Індекс MSAVI, середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,15	15	27	0	12,83	10,73

Дане зображення було зроблено через 6 днів після висіву і виходячи з нього і вищенаведеної характеристики можна сказати, що за даними індексу MSAVI, що допомагає нам відстежувати вегетацію у післяпосівний період можна сказати, що 87 % поля має низький рівень вегетації, проте оскільки від моменту посіву пройшло 6 днів, то можна сказати, що розвиток культури є досить швидким і такі фактори як температура та вологість сприяють цьому розвитку.

Рисунок 3.12 Другий період



Знімок було зроблено 2 березня 2024, через 169 днів після висівання пшениці озимої. У період коли пшениця почала відновлювати весняну вегетацію.

Частина цього фото була закрита хмарами, проте великий відсоток поля доступний для аналізу і ми можемо зробити висновки.

Таблиця 3.7 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,17 – 0,2	Низька вегетація	3
0,15 – 0,17	Низька вегетація	6
0,12 – 0,15	Низька вегетація	36
0,10 – 0,12	Розріджена рослинність	31
0,08 – 0,10	Розріджена рослинність	19
0,06 – 0,08	Розріджена рослинність	4

Індекс MSAVI, середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %

0,12	2	7	0	13,55	12,73
------	---	---	---	-------	-------

Ознайомившись з графіком 3.2, можна сказати, що культура вже почала відновлювати свою вегетацію. Проте рослинність ще є досить розрідженою 54%, що ж до інших 45% рослин рівень їх вегетації перебуває на низькому. Фактором цього може бути ще низькі температури, що стримує розвиток рослин.

Рисунок 3.13 Третій період



Дане зображення було зроблене 22 червня коли культура знаходилась на останніх стадіях цвітіння, а саме перед початком відмирання. Висновок про останній період перед початком відмирання можна зробити з графіка 3.2 на якому видно, що після 22 червня шкала почала стрімке падіння.

Таблиця 3.8 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,85 – 0,90	Густа рослинність	2
0,80 – 0,85	Густа рослинність	50
0,75 – 0,80	Густа рослинність	35

0,70 – 0,75	Густа рослинність	11
0,65 – 0,70	Густа рослинність	2

Індекс NDVI (Нідерланди), середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,8	13	24	0	7,79	6,36

У період перед початком відмирання пшениця озима має дуже хороші показники рослинності. Всі 100% поля мають густу рослинність. Що у подальшому по впливає на урожай даної культури.

Рисунок 3.14 Четвертий період



Даний знімок був зроблений 27 червня у період коли пшениця озима уже знаходилась у період відмирання, про що може свідчити графік 3.2. Це зображення зроблене для елемента порівняння завершальних стадій розвитку пшениці озимої між собою.

Таблиця 3.9 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,90 – 0,95	Густа рослинність	2
0,85 – 0,90	Густа рослинність	2
0,80 – 0,85	Густа рослинність	3
0,75 – 0,80	Густа рослинність	18
0,70 – 0,75	Густа рослинність	27
0,65 – 0,70	Густа рослинність	23
0,60 – 0,65	Густа рослинність	11
0,55 – 0,60	Помірна рослинність	5
0,50 – 0,55	Помірна рослинність	1
0,45 – 0,50	Помірна рослинність	1

Індекс NDVI (Нідерланди), середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,73	15	25	0	5,49	1

Ознайомившись з даними таблиць можна сказати, що на період початку відмирання ще 93% поля мало густу рослинність, і лише 7% помірну. Порівнюючи з даними попередньої таблиці то стає помітним спад зеленої маси рослин, що є типовим для цього періоду.

Поле № 3 Ділянка з пшеницею озимою яка вирощувалась після пшениці озимої.

Графік 3.3 Графік проходження вегетації пшениці озимої на полі №3.



Початок досліджуваного періоду: 15 вересня 2023 рік, кінець: 24 липня 2024 рік.

Рисунок 3.15 Перший період



Даний знімок було зроблено 21 вересня 2023, через 6 днів після висівання пшениці озимої.

Таблиця 3.10 Характеристика поля у даний період

Показник MSAVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,22 – 0,25	Помірна рослинність	1

0,20 – 0,22	Помірна рослинність	2
0,17 – 0,20	Низька вегетація	16
0,15 – 0,17	Низька вегетація	25
0,12 – 0,15	Низька вегетація	39
0,10 – 0,12	Розріджена рослинність	13
0,08 – 0,10	Розріджена рослинність	3
0,06 – 0,08	Розріджена рослинність	1

Індекс MSAVI	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,15	16	27	0	12,77	10,77

Оскільки після висіву культури пройшло 6 днів, то кількості зеленої маси ще мало на полі, а велика частина поля ще складає ґрунт, то оптимальним показником на даному етапі є 0,12 – 0,15.

Як ми можемо спостерігати 39% поля знаходиться саме в цьому діапазоні, тому розвиток цього відсотка рослин є оптимальним і відповідає даному періоду. 41% знаходиться вище даного діапазону, проте це перевищення не критичне, це може свідчити що цей відсоток рослин розвивається швидше, оскільки температура перевищує середню багаторічну норму, а підвищений рівень температури може спричинити нетипові підвищення рівня росту рослини. 2%, та 1% поля значно перевищують середнє значення, це може свідчити вже про появу на полі інших видів рослин, тобто бур'янів. Цей відсоток поки що не є критичним, проте вже потрібно провести наземний моніторинг для уточнення даних.

Рисунок 3.16 Другий період



Даний знімок було зроблено 2 березня 2024, через 169 днів після висівання пшениці озимої. У період коли пшениця почала відновлювати весняну вегетацію. Дане зображення не є повним оскільки деякі зони поля було закрито перистими хмарами, це не дало повноцінно відобразити поле, проте з даної картини ми все одно можемо робити висновки. Фото було підібране саме у цей період оскільки відбувається інтенсивне пробудження після зими рослин, а цей знімок був єдиним, який був можна було проаналізувати, решта знімків були закриті хмарами.

Таблиця 3.11 Характеристика поля у даний період

Показник MSAVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,30 – 0,35	Помірна рослинність	5
0,27 – 0,30	Помірна рослинність	9
0,25 – 0,27	Помірна рослинність	10
0,22 – 0,25	Помірна рослинність	23
0,20 – 0,22	Помірна рослинність	17
0,17 – 0,20	Низька вегетація	19
0,15 – 0,17	Низька вегетація	7

0,12 – 0,15	Низька вегетація	5
0,10 – 0,12	Розріджена рослинність	2
0,08 – 0,10	Розріджена рослинність	1

Індекс MSAVI	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,22	1	7	0	13,74	12,74

Проаналізувавши показники, враховувавши період у який було зроблено дане зображення рослин, можна сказати, що після виходу з зими культура почала інтенсивно відновлюватися, про це свідчать дані з графіка 3.3.

Про інтенсивне відновлення і подальший ріст пшениці також можна говорити і за показниками індексу **MSAVI**.

У період після виходу культури із зими середнім показником індексу **MSAVI** є 0,17 – 0,20. Саме такі значення мають рослини після виходу з зими, якщо звернутися до вищевказаної таблиці, то можна сказати, що за середнім значенням за цей день 0,22 пшениця активно відновлює свій ріст, оскільки цей показник вищий за середньостатистичний, рослини активно накопичують біомасу, та ростуть. Проте, даний процес розвитку є не досить рівномірним, оскільки 63 % поля вже має помірну рослинність, а 3 % поля мають показник розрідженої рослинності. Це може бути проявами факторів таких як заморозки. Це і будуть першими зонами нерівномірності поля, за якими треба особлива увага. Саме за цим відсотком поля необхідно детально провести спостереження і можливе диференційне внесення азотних добрив для вирівнювання поля та покращення загального стану культури. Температурний фактор можна нівелювати, оскільки порівнюючи з середньою багаторічною нормою він його не перевищує, а лежить в межах.

Рисунок 3.17 Третій період



Знімок було зроблено 22 червня 2024 року у період бутонізації пшениці озимої.

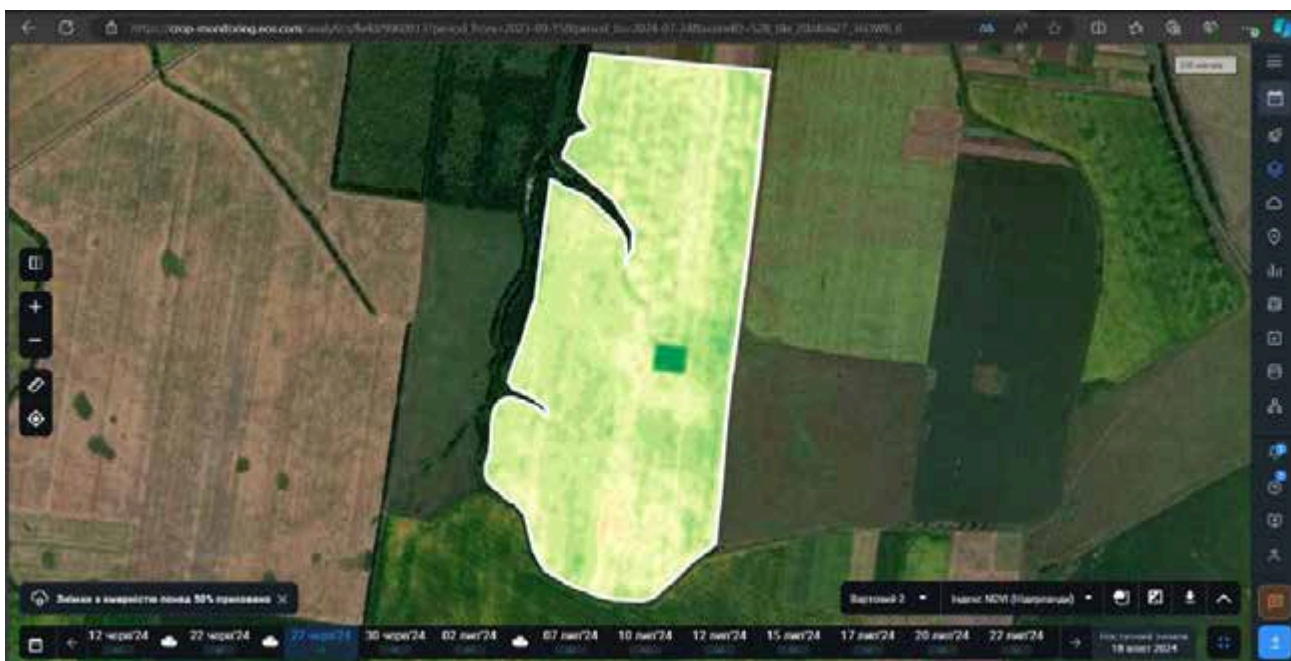
Таблиця 3.12 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,85 – 0,90	Густа рослинність	1
0,80 – 0,85	Густа рослинність	8
0,75 – 0,80	Густа рослинність	43
0,65 – 0,70	Густа рослинність	39
0,60 – 0,65	Густа рослинність	8
0,55 – 0,60	Густа рослинність	1

Індекс NDVI (Нідерланди), середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,75	14	25	0	7,8	6,22

За даними вегетаційного індексу NDVI у період цвітіння пшениці озимої, типовим для даного періоду є вегетаційний індекс в межах 0,57 – 0,75. Взнявши середнє значення індексу 0,75 по цій ділянці можна сказати, що на полі спостерігається густа рослинність. Значних відхилень, або явно виражених зон неоднорідності не спостерігається. Аномальні відхилення по температурі також відсутні. Отже, культура має густу зелену масу, візуально здорова, без явних проявів захворювань, чи пошкодження шкідниками, та має активний фотосинтез.

Рисунок 3.18 Четвертий період



Знімок зроблено 27 червня у період коли пшениця озима вже почала процеси відмирання. Про це можна сказати якщо звернутися до графіка 3.3. Ми можемо побачити стрімке падіння графіка за індексом, що і свідченням зменшення зеленої маси рослини. Початком періоду відмирання можна назвати 24 червня, проте сильних змін у величині індексів не спостерігається, а 27 червня вже має більш виражені зміни, які простіше проаналізувати.

Таблиця 3.13 Характеристика поля у даний період

Показник NDVI	Характеристика показника	Відсоток поля що займає даний індекс, %
0,75 – 0,80	Густа рослинність	1
0,70 – 0,75	Густа рослинність	5
0,65 – 0,70	Густа рослинність	22
0,60 – 0,65	Густа рослинність	40
0,55 – 0,60	Помірна рослинність	23
0,50 – 0,55	Помірна рослинність	7
0,45 – 0,50	Помірна рослинність	1

Індекс NDVI (Нідерланди), середній	Температура		Вологість		
	Min	Max	Опади, мм	Вологість у кореневій зоні, %	Вологість у поверхневому шарі ґрунту, %
0,63	15	24	0	5,55	1

За даними вищенаведеної таблиці стає зрозуміло, що ще більше 40% поля має густу рослинність, проте відсоток помірної значно зріз у порівнянні з попереднім знімком, оскільки це період відмирання рослини, то загрози ураження хворобами або шкідниками можна відкинути.

Типовими показниками для даного періоду є 0,58 – 0,78, взявши наше середнє значення по полю яке склало 0,63, можна сказати, що відхилень не спостерігається а процеси формування врожаю відповідають середньостатистичним даним.

3.3 Біометрія культур

На досліджуваних полях вирощувалися пшениця озима відповідного сорту, а саме «Тобак» та гібрид кукурудзи Піонер 9074. Ці сорт та гібрид мають певні свої характеристики:

Таблиця 3.14 Характеристика сортів та гібридів вирощуваних культур

Пшениця озима	
Сорт/гібрид	Коротка характеристика
Тобак	<p>Сорт інтенсивного типу, відноситься до низькорослих пшениць. Висота рослин 75-79 см.</p> <p>Середньостиглий сорт, вегетаційний період становить 269-282 днів. Маса 1000 зерен – 42,4-43,3 г. Норма висіву складає 4,0-5,0 млн. схожих насінин/га, залежно від агротехнічних строків посіву та погодних умов.</p> <p>Сорт добре зарекомендував себе при ранніх строках висіву, але і добре переносить більш пізні строки сівби.</p> <p>Характеризується високою продуктивною кущистістю.</p> <p>Середній урожай в господарстві 90,4 ц/га, потенційна врожайність 1100-120 ц/га.</p> <p>Сорт має високу стійкість до вилягання, стійкий до осипання зерна в колосі. Має високу зимостійкість та посухостійкість, а також високий рівень стійкості до фузаріозу колоса, бурої листкової іржі і борошнистої роси.</p> <p>Борошномельні та хлібопекарські показники сорту: сила борошна становить 260 W_{o.a.}, об'єм хліба – 950-1100 мл. Зерно містить 13,0-13,5% білка, 27,0-27,4% клейковини.</p>
Кукурудза на зерно	
ПІОНЕР 9074	<p>ФАО – 330</p> <p>Група стиглості – середньостиглий</p> <p>Тип зерна – зубоподібний</p> <p>Напрямок використання – зерно, крохмаль, спирт</p> <p>Віддача вологи – відмінна</p> <p>Посухостійкість – відмінна</p> <p>Стійкість до сажкових хвороб – 6=9</p> <p>Гібрид постачається протруєним від сажкових та інших хвороб, викликаних монокультурою</p> <p>Придатність до:</p> <p>Монокультури – дуже добра</p>

	мінімального обробітку ґрунту – так пізнього збирання – ні Рекомендований до вирощування у Лісостепу, Степу Придатний до вирощування у монокультурі Рекомендована густина рослин перед збиранням: Достатнє зволоження, тис шт./га: 65-70 Недостатнє зволоження, тис шт./га: 60-65
--	---

Перший біометричний облік культур був проведений під час проходження виробничої практики 07.06.2024. На цей момент пшениця озима вже перебувала у макростадії 7: утворення зерна, мікростадії 71 – майже всі зерно досягли половини кінцевого розміру, а при натисканні на зерно виділяється водяниста рідина. (рис. 3.19, 3.21), а кукурудза – макростадія 1, мікростадія 18 – 8-й листок розпустився (Рис. 3.20)



Рис. 3.19

Рис. 3.20

Рис. 3.21

Аналіз рослин включав в себе визначення таких показників як: загальна висота рослини, загальна кількість пагонів, кількість продуктивних пагонів, кількість стебел, листків, діаметр стебла, маса надземної частини, маса кореневої системи, площа листків.

Зважаючи на те, що пшениця озима була по різних попередниках деякі їхні показники відрізняються.

Висота озимої пшениці є ключовим біометричним показником, який впливає на стійкість сорту до вилягання, здатність засвоювати поживні речовини та загальну врожайність. Цей параметр обумовлений генетичними факторами та характеризується високою спадковістю [17]. У нашому випадку висота рослин на полі після соняшника весь вегетаційний період перевищувала висоту рослин на полі після пшениці озимої.

Загалом кількість пагонів на рослинах відображає здатність пшениці до кущення. Залежно від умов та технологій вирощування, на одній рослині може утворюватися від 1 до 4 пагонів, а при зріджених посівах їх кількість може сягати 10 і більше. [18]. У нашому випадку кількість пагонів варіювалася від 3 до 4 на рослину, а середня кількість продуктивних пагонів становила 2.

Листки пшениці виконують головну функцію в процесах фотосинтезу, газообміну, та транспірації, будучи основним фотосинтетичним органом рослини [19]. На період проходження фази утворення зерна на всіх рослинах пшениці озимої на двох полях було в середньому по 6 листків.

Товщина соломини дозволяє оцінити ефективність поглинання поживних речовин і загальний стан рослин. Міцність пшеничної соломини залежить від кількості зімкнутих судинних пучків ті їх діаметра. У досліджуваних зразках на даній стадії розвитку діаметр соломини був 4,7 мм на обох полях.

Довжина колоса тісно пов'язана з сортовими властивостями. Крім того, на її формування значний вплив мають кліматичні умови під час періоду відгалуження, коли утворюється первинна структура колоса. [20]. Провівши аналіз стало зрозуміло, що після попередника соняшника довжина колоса перевищує довжину рослин, що були після попередника пшениці озимої. Відповідно у першому варіанті довжина склала 9,5 см, а в другому варіанті 9,3

см. У таблиці 3.15 відображені дані біометричних досліджень пшениці озимої по різних попередниках у фазі ВВСН 71.

Таблтця 3.15 Біометричні показники рослин пшениці озимої по різним попередникам у фазі ВВСН 71

Сорт	Попередник	Висота рослин (см)	Кількість пагонів (шт)	Кількість продуктивних пагонів (шт)	Кількість листків (шт)	Діаметр соломини (мм)	Довжина колосу (см)
Тобак	Соняшник	70	4	2	6	4,7	9,5
Тобак	Пшениця озима	68	4	2	6	4,7	9,3

У період першого обліку рослини кукурудзи мали 8 повноцінно сформованих листків. Однією з характеристик, що частково відображає процес росту кукурудзи і залежить від рівня мінерального живлення, є висота стеблостою [22]. На момент 8 листка висота рослини складала 44 см. Довжина листків у цей період склала 25 см, а ширина 4,5 см, оскільки було сформовано 8 листків, то площа листкового апарату на всю рослину склала 675 см².

Таблиця 3.16 Біометричні показники кукурудзи гібрида Р9074 у фазі ВВСН 18

Параметри	Значення
Висота рослин, см	44,0
Кількість листків, шт	8,0
Діаметр стебла, мм	6,0
Довжина листка, см	25,0
Ширина листка, см	4,5
Площа листкового апарату, см ²	675

На останніх етапах розвитку культури було проведено заключний біометричний облік з подальшим визначенням структури врожаю і відповідно біологічної врожайності. У таблиці 3.17 наведені дані біометричних показників рослин кукурудзи у фазі ВВСН 63 та озимої пшениці у фазі ВВСН 89.

Звернувшись до таблиці 3.17 можна стверджувати, що на завершальному етапі свого розвитку пшениця озима одного сорту по різним попередникам мала

різні біометричні дані, а саме якщо звернути увагу на загальну кількість пагонів, кількість продуктивних пагонів, кількість стебел та кількість листків то показники не відрізняються, проте довжини міжвузлів у пшениці відрізнялися, відповідно як і маса надземної та кореневої системи, площа листового апарату була майже однакова і загальна висота рослин також різнилася у своїх показниках. Звідси можна сказати, що пшениця озима у повторному посіві поступається більшістю біометричних показників перед тією, що була після соняшника. А головною відмінністю стала врожайність цієї культури.

За даними таблиці 3.18 пшениця після соняшника переважає пшеницю у повторному посіві за головним показником, а саме за врожайністю. Перевага склала 10,1%. Показник який цілком відрізнявся у цих рослин була маса 1000 насінин. Різниця між цими показниками склала 11,3%. Решта показників теж різнилися між собою, проте всі вони були більшими у пшениці, що була після соняшника.

Наступним етапом біометричного дослідження кукурудзи став період цвітіння культури, що припадає на фазу ВВСН 63 максимальна активність цвітіння, коли більшість чоловічих колосків вже розцвіли. Результати даного біометричного обліку можна побачити у таблиці 3.17. Останнім дослідженням було визначення структурних елементів врожайності. При густоті стояння 45000 рослин на гектар на 14,4 м було нараховано 45 рослин, а на 1,44 м було 11 початків. Маса зерен з даних початків склала 1914 г. Відповідно маса зерна одного качана складає 174 г. Звідси біологічна врожайність складає 15,7 т/га.

Оскільки дане поле вже обмолотили, то фактична врожайність на ньому склала 10,7 т/га. Отже виробничі втрати склали 32% з гектара.

Таблиця 3.17. Біометричні показники рослин кукурудзи у фазі ВВСН 63 та озимої пшениці у фазі ВВСН 89 різних сортів та гібридів

Сорт, гібрид	Попередник	Висота, см	Загальна кількість пагонів, шт/росл.	Кількість продуктивних пагонів, шт/росл.	Кількість стебел, шт/росл.	Кількість листків, шт/росл.	Довжина міжвузля, см	Діаметр стебла, мм	Масанадземної частини, г/росл.	Масакореневої системи, г/росл.	Співвідношення надземної/підземної частини	Площа листків, см ²	Примітки
Гібрид Піонер 9074	Соняшник	210	2	1	1	17	6 7 11 12 13 9 10 12 7 6 8 6 10 12 9 11	40	150	1300	10,8:1	10710	Кукурудза відповідає показникам характеристики гібриду
Сорт Тобак	Соняшник	79	4	2	2	6	6 8 15 21	5	18	28	1,6:1	24	Незадовільна кількість

													продуктивн их пагонів
Сорт Тобак	Пшениц я озима	77	4	2	2	6	5 8 13 20	5	17	26	1,5:1	23	Незадовіль на кількість продуктивн их пагонів

Кукурудза	Соняшник	Піонер 9074	45000	45	11	608	286	174	1914	15,7	10,7	Добрі показники
-----------	----------	-------------	-------	----	----	-----	-----	-----	------	------	------	-----------------

3.4 Оцінка культур за вегетаційними індексами.

- Різниця між культурами:

Кукурудза після соняшника: Дані MSAVI і NDVI вказують на поступове покращення стану рослинного покриву, особливо в літні місяці (липень і серпень). Це може свідчити про ефективну систему живлення та сприятливі погодні умови.

Пшениця після соняшника: На зображеннях відображаються значні варіації стану посівів, зокрема ранньою весною, що може свідчити про проблеми із забезпеченням поживними речовинами або нерівномірність розвитку.

Пшениця після пшениці: У літній період NDVI демонструє високу щільність рослинного покриву, але це може бути наслідком залишків поживних речовин від попереднього посіву. Проте, на етапі раннього розвитку спостерігається нижча продуктивність порівняно з іншими культурами.

- Динаміка показників:

Весна: MSAVI демонструє низькі значення, особливо для пшениці після соняшника, що вказує на затримку розвитку культур через недостатній вміст вологи або поживних речовин.

Літо: NDVI показує покращення стану всіх культур, особливо кукурудзи. Це може бути наслідком ефективного використання добрив та сприятливого клімату в цей період.

- Практичне застосування:

Таблиця допомагає визначити ділянки, які потребують диференційованого внесення добрив або проведення коригуючих заходів, таких як полив чи обробка.

Індекси можуть слугувати основою для рекомендацій щодо сівозміни, зважаючи на зниження продуктивності пшениці після пшениці.

- Залежності:

Відмінності між показниками для різних культур підтверджують значимість сівозміни для збереження родючості ґрунту.

Позитивна динаміка в літній період вказує на ефективність управлінських рішень, таких як вибір системи живлення та агротехнічних заходів.

- Рекомендації:

Впроваджувати точне внесення добрив, зважаючи на локальні варіації продуктивності культур.

Використовувати ці дані для аналізу впливу попередника на стан культур і планування сівозміни.

Продовжити моніторинг у різні періоди, щоб виявляти потенційні ризики і приймати оперативні рішення.

РОЗДІЛ 4. ПРОГНОЗОВАНА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПРОВЕДЕНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ

Вартість добрив:

НРК – 25,000 грн/т,

Аміачна селітра – 18,000 грн/т.

Поточні витрати на добрива

Кукурудза:

Витрати на НРК = $179,6 \text{ га} \times 100 \text{ кг/га} \times 25 \text{ грн/кг} = 449,000 \text{ грн.}$

Озима пшениця:

Витрати на НРК = $149,8 \text{ га} \times 150 \text{ кг/га} \times 25 \text{ грн/кг} = 561,750 \text{ грн.}$

Витрати на аміачну селітру = $149,8 \text{ га} \times 150 \text{ кг/га} \times 18 \text{ грн/кг} = 404,460 \text{ грн.}$

Загалом: $561,750 + 404,460 = 966,210 \text{ грн.}$

Сумарні витрати на добрива:

$449,000 \text{ грн (кукурудза)} + 966,210 \text{ грн (пшениця)} = 1,415,210 \text{ грн.}$

Економія при диференційному внесенні добрив

Згідно з науковими дослідженнями, застосування диференційного внесення добрив може зменшити витрати на добрива на 15%.

Економія для кукурудзи:

15% економії: $449,000 \text{ грн} \times 0,15 = 67,350 \text{ грн.}$

Економія для пшениці озимої:

15% економії: $966,210 \text{ грн} \times 0,15 = 144,931 \text{ грн.}$

Загальна економія:

За 15%: 212,281 грн.

Розрахунок додаткового прибутку

Приріст урожайності:

Застосування точного внесення добрив також сприяє збільшенню врожайності на 5–10%.

Для кукурудзи:

$10,7 \text{ т/га} \times 5\% \times 179,6 \text{ га} = 96,235 \text{ т}$ (додатковий урожай).

Ціна кукурудзи = 6,000 грн/т.

$96,235 \text{ т} \times 6,000 \text{ грн/т} = 577,410 \text{ грн}$ (5% приросту).

Для пшениці:

$6,4 \text{ т/га} \times 5\% \times 149,8 \text{ га} = 48,736 \text{ т}$ (додатковий урожай).

Ціна пшениці = 5,500 грн/т.

$48,736 \text{ т} \times 5,500 \text{ грн/т} = 268,048 \text{ грн}$ (5% приросту).

Загальний додатковий прибуток від приросту врожаю:

$577,410 + 268,048 = 845,458 \text{ грн}$.

Висновки

Прогнозована економія на добривах:

В межах 212281 грн залежно від ефективності диференційного внесення.

Додатковий прибуток за рахунок приросту врожаю:

До 845,458 грн при середньому прирості врожайності на 5%.

Сумарний економічний ефект:

За рік впровадження технології господарство ТОВ «Юрівка» може отримати додатково 1,057,739 грн.

Впровадження дистанційного моніторингу та точного землеробства є економічно обґрунтованим і сприяє підвищенню рентабельності агровиробництва.

ВИСНОВКИ

Ознайомившись з самими принципами дистанційного моніторингу, а саме його роль у прецизійному агровиробництві було проведено дослідження агрофітоценозів пшениці озимої по різних попередниках та кукурудзи на зерно, в ході яких було сформовано такі висновки:

1. Дистанційне зондування є одним із підґрунть для початку впровадження точного землеробства, а саме диференційованого користування агрофітоценозом. За вегетаційними індексами можна чітко розрізнити зони, де рослини відстають в рості порівняно з іншими і виходячи з цього скорегувати норми добрив.

2. Комбінування дистанційного зондування та наземного моніторингу дозволяє більш точно знайти проблемні зони неоднорідності, оцінити їх стан та причини виникнення, що у подальшому дозволить прийняти міри для виправлення ситуації.

3. Користуючись спеціалізованим програмним забезпеченням, а саме Stop-Monitoring.EOS, можна порівнювати вегетаційні індекси фактичні з середньостатистичними, що дозволяє зрозуміти, на скільки культура своєчасно розвивається.

4. В ході аналізу пшениці озимої по різних попередниках, за даним вегетаційних індексів, біологічної та фактичної врожайності стає зрозуміло, що пшениця у монокультурі дає менший приріст врожаю порівняно з тією, яка вирощувалась після іншого попередника, а саме соняшника.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ГОСПОДАРСТВУ

Проаналізувавши агрофітоценози пшениці озимої та кукурудзи на зерно господарства ТОВ «Юрівка» агроному були надані дані досліджень, на основі яких було запропоновано почати впроваджувати елементи точного землеробства, а саме диференціація внесення добрив, що дозволить у подальшому при зменшенні економічних витрат на добрива збільшити врожайність та збільшити прибутки господарства.

СПИСОК ВИКОРТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ISSN 1561-8889. Космічна наука і технологія. 2010. Т. 16. № 6. С. 16–23.
2. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. — К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с.
3. П 38 Агрохімічний дистанційний моніторинг фітоценозів: навчальний посібник / Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко, Д. С. Комарчук Київ. НУБіП України: 2019.-268 с.
4. Архів погодних умов [Електронний ресурс] Режим доступу: https://rp5.ua/Погода_в_Юрівці_Сумська_область
5. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХП", 2009. – 142 с.
6. Л-65 Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. - Львів: НВФ "Українські технології", 2006. - 730 с.
7. Давиденко Г.А. Вплив попередників і добрив на агрохімічні показники ґрунту і продуктивність озимої пшениці. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія». 2012. Вип. 9 (24). С. 37- 39.
8. Невірковець Н.О. Озима пшениця в беззмінному посіві і в сівозміні// Вісник сільськогосподарської науки. – 1980. – № 8. – С. 19-20.
9. Технологія вирощування насіння пшениці озимої (Методичні рекомендації) / За ред. кандидатів с.-г. наук А.А. Сіроштана, В.П. Кавунця. Центральне, 2023. 37 с.
10. Рослинництво: навч. пос. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.

11. [▶ Основні складові успішного врожаю озимої пшениці - Журнал Агроном \(agronom.com.ua\)](#) В. В. Лихочвор, д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НААН, зав. кафедри технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету
12. [Основні етапи росту та розвитку кукурудзи - MAS Seeds Україна](#)
13. [Google Планета Земля](#)
14. [FIELD MANAGER | Digital Farming \(xarvio.com\)](#)
15. [Crop Monitoring: Satellite-Based Software For Agricultural Needs \(eos.com\)](#)
16. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 142 с.
17. Тимофєєв М.М., Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Стратегія формування сталих агробіогеоцено-зів. Збалансоване природокористування, 2016. № 1. С. 164–170.
18. Гриник І. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередника і рівнів живлення в умовах Лісостепу // Вісник аграрної науки. – 2001. – №7. – С. 14–15.
19. Носатовський А. І. Пшениця. Біологія: наукове видання / А. І. Носатовський. – М. : Сельхозгиз, 1965. – 567 с.
20. Зіневич Л.Л. Довідник агронома.-Київ.: Урожай., 1985.-672с.
21. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Є.М. Лебідь, В.С. Циков, Ю.М. Пащенко, М.С. Шевченко [та ін.]. Ін-т зерн. госпва УААН. – Дніпропетровськ, 2008. – 27 с.
22. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпро, 2009. 224 с.

23. Європейський зелений курс: супутниковий моніторинг у реалізації концепції аграрного розвитку в урбанізованому середовищі. О Опришко, Н. Пасічник, Н. Кіктєв, А. Дудник, Т. Гуцол - Сталий розвиток, 2024рр.
24. Білокриницький, С. М. Фотограмметрія і дистанційне зондування Землі: навч. посіб. / С. М. Білокриницький; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. Чернівці: Рута, 2007. - 320 с.
25. Білоус, В. В. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії [Текст]: навч. посіб. / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патиченко, І. О. Підлісецька. - К.:Київс. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2011. - 368с.
26. Зацерковний, В. І. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи [Текст]: навч. посіб. / В. І. Зацерковний; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. - Київ: НДУ ім. М. Гоголя, 2018. - 380 с.
27. Подорожняк, А. О. Метод інтелектуальної обробки мультиспектральних зображень [Текст] / А. О. Подорожняк, Н. Ю. Любченко, О. Д. Лагода// Системи оброб. інформації. - 2015. - Вип. 10. - С. 123-125.
28. Лялько, В. І. Нові методи в аерокосмічному землезнавстві [Текст]: Метод. посіб. з темат. інтерпретації матеріалів аерокосм. зйомок / В.І. Лялько, О. Д. Федоровський, М. А. Якимчук, Ю. В. Костюченко, В.Г. Бахмутов, Г. К. Коротаєв, С. М. Кочубей, В. М. Перерва; ред.: В. І. Лялько; НАН України. Центр аерокосм. дослідж. Землі ІГН НАНУ. - К., 1999. - 264 с.
29. Токарева, О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли [Текст]: учебн. пособие / О. С. Токарева. – Томск Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
30. 38 Агрохімічний дистанційний моніторинг фітоценозів: навчальний посібник / Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко, Д. С. Комарчук Київ. НУБіП України: 2019.-268 с.

31. [Дистанційне зондування та ГІС у сільському господарстві - Qaltivate](#)