

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

05.10– КМР. 1642 «С» 2021.10.07 10 ПЗ

**КОВАЛЬЧУКА МАКСИМА ЮРІЙОВИЧА**

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет Агробіологічний

УДК 631.811.631.5:633.854.79  
ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан агробіологічного факультету

Завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І.Душечкіна

д.с.-г.н., професор  
Тонха О.Л.  
“ ” 2021 р.

д.с.-г.н., професор, член-кореспондент НААН  
Бикін А.В.  
“ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на тему: **Діагностика живлення у критичні періоди росту і розвитку рослин ріпаку за використання методів спектрального аналізу**

Спеціальність 201 Агрономія (код / назва)  
Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві (назва)  
Орієнтація освітньої програми освіньо-професійна (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Професор, доктор с.г. наук (науковий ступінь та вчене звання)  
Бикін А.В. (підпис) (ПШ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Кандидат с.г. наук, доцент

Бордюжа Н.П.

(науковий ступінь та вчене звання)  
Виконав (підпис)  
Ковальчук М.Ю. (ПШ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Агрохімії та якості  
продукції рослинництва ім. О.І. Дусечкіна

Д.с.г.-н., професор \_\_\_\_\_ Бикін А.В.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ

Ковальчуку Максиму Юрійовичу

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Діагностика живлення у  
критичні періоди росту і розвитку рослин ріпаку за використання методів  
спектрального аналізу»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “07” жовтня 2021р.  
№1642 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 8.11.2021

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи агрономічні  
дослідження:

1. Наукові дослідження співробітників кафедри,
2. Професійна документація ТОВ «Агрорегіон».

## Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести моніторинг поля ріпаку озимого за допомогою програми Story, індексом вегетації за основними фазами росту і розвитку рослин.
2. Дослідити формування фотосинтетичного апарату і урожайності ріпаку озимого.
3. Провести комплексну діагностику поля ріпаку озимого із наступним встановленням причин неоднорідності ґрунтового покриву поля.
4. Провести картографування врожайності ріпаку озимого.
5. Визначити економічну ефективність вирощування ріпаку озимого залежно від неоднорідності ґрунтового покриву поля.

Дата видачі завдання “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доцент, к.с.-г.н.

(підпис)

Бордюжа Н.П.

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Ковальчук М.Ю.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## Реферат

Тема дипломної роботи: Діагностика живлення у критичні періоди росту і розвитку рослин ріпаку за використання методів спектрального аналізу.

Об'єкт досліджень: Залежність супутникових знімків від ситуації в посівах озимого ріпаку, створення наукового підґрунтя для трактування даних спектрального аналізу.

Предмет дослідження: вегетаційні індекси, комплексний аналіз ґрунту, критичні фази росту та розвитку ріпаку озимого, структура урожайності, біологічна і фактична урожайність ріпаку озимого.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів (тематичний огляд літератури, методика дослідження та експериментальна частина, висновків, рекомендацій виробництву та епілогу використаних джерел). Основний текст дипломної роботи викладено на 72 сторінках комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць і 26 рисунків.

В розділі 1 «Мінеральне живлення та діагностика ріпаку озимого в прецизійному агровиробництві» подано основні відомості з обраної теми, а саме розкриті питання щодо специфіки діагностики живлення ріпаку озимого, особливостей живлення цієї культури, методик діагностики живлення у точному землеробстві.

Розділ 2 «Умови та методи проведення досліджень» містить інформацію про характеристику ґрунтових і погодно-кліматичних умов господарства, технологія вирощування ріпаку озимого, умови проведення польового дослід у прецизійному агровиробництві, методики польових і лабораторних досліджень.

У розділі 3 «Експериментальна частина» представлені результати досліджень індексу вегетації рослин ріпаку озимого, біометричних показників рослин цієї культури, встановлена залежність між цими показниками.

Представлені результати комплексної агрохімічної діагностики поля, встановлено, що просторова неоднорідність ґрунтового покриву має природних характер, проведено картування врожаю.

В розділі 4 «Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого» проведено аналіз економічної ефективності вирощування рослин ріпаку озимого залежно від ступеня їх розвитку.

У результаті проведених досліджень в умовах ТОВ «АГРОРЕГІОН» було встановлено, що:

1. За допомогою супутникового моніторингу можна точно встановлювати зони неоднорідності ґрунтового покриття, та відстежувати напрямок зміни цих неоднорідностей. Індекси вегетації NDVI прямопропорційно відображають площу листової поверхні рослин на початку вегетації, та в подальшому після їх (листіків) реутилізації, кількість стручків, та гілочок на рослині. Найбільш точніше продуктивність рослинності визначають індексні карти у фазу стручування та наливання урожаю. Рослини зони із вищим індексом NDVI (0,89-0,70) були вищими (183 см), сформували більшу площу листової поверхні (618-2855,4 см<sup>2</sup>/1 рослина) у період бутонізації-стручування, кількість стручків (340 шт/рослина) та інших елементів структури врожаю, що обумовило рівень врожайності 4,8 т/га.

2. Комплексна агрохімічна діагностика поля дала можливість встановити причини просторової неоднорідності розвитку рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ: ґрунтова ділянка темно-сірого опідзоленого ґрунту зони вищого розвитку рослин характеризувалась вищим вмістом мінерального азоту (68-93,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (139-218 мг/кг ґрунту) та на одиницю вищий показник рН ґрунтового розчину.

3. Просторова неоднорідність ґрунтового покриття досліджуваного поля має природний характер і обумовлена рухом потоків води у результаті змін рельєфу, що необхідно враховувати при розробці карт завдань для відбору зразків ґрунту при агрохімічних дослідженнях.

Просторова неоднорідність показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту обумовила зональне формування врожайності посіву ріпака озимого гібриду Фінікс КЛ, рослини із вищим індексом вегетації сформували біологічну врожайність на рівні 4,8 т/га, у той час як із нижчим –

3,5 т/га, відповідно неоднорідну рентабельність по полю (60% і 93% відповідно по зонах). Це є підставою стверджувати про необхідність диференційованого внесення агроресурсів, особливо азотних і фосфорних добрив.

Ключові слова: ріпак озимий, індекс вегетації NDVI, комплексна агрохімічна діагностика поля, просторова неоднорідність ґрунтового покриття, Strip Monitoring, рух потоків води, картографування врожайності, економічна ефективність, прецизійне агровиробництво (точне землеробство)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## ЗМІСТ

ВСТУП ..... 10

РОЗДІЛ 1. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ТА ДІГНОСТИКА РІПАКУ ОЗИМОГО  
В ПРЕЦИЗІЙНОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ ..... 14

1.1 Ріпак озимий як культура точного землеробства ..... 14

1.2 Фенологічні та критичні фази розвитку рослин у взаємозв'язку із  
морфолого-біометричною діагностикою живлення рослин ..... 16

1.3 Діагностика в прецизійному землеробстві та спектральний аналіз посівів  
ріпаку ..... 17

1.4 Дистанційне обстеження посівів Ріпаку Озимого ..... 18

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ..... 21

2.1 Ґрунтові умови проведення досліджень ..... 21

2.2 Погодно-кліматичні умови проведення дослідження ..... 23

2.3 Характеристика гібриду підбраного для проведення дослідження ..... 29

2.4 Технологія вирощування Ріпаку Озимого на дослідній ділянці ..... 31

2.5 Методика проведення досліджень ..... 33

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ..... 47

3.1. Вегетація NDVI ..... 47

3.1 Формування листової поверхні та структура урожайності ріпаку озимого  
гібриду Фінікс КЛ ..... 50

3.2 Комплексна агрохімічна діагностика поля ..... 53

3.3 Встановлення причини неоднорідності ґрунтового покриву досліджуваного  
поля ..... 58

3.4 Картографування урожайності ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ ..... 60

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ

ОЗИМОГО ..... 63

ВИСНОВКИ ..... 67

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ: ..... 69



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

**Актуальність магістерської роботи.** У сучасних умовах агровиробництво є надзвичайно конкурентним середовищем, цілями

виробників сільськогосподарської продукції, є отримання найбільшої

продуктивності з сталої площі. Це не можливо без використання засобів

точного землеробства, що досягається з розділенням полів на елементарні

ділянки і диференційне підвищення їх продуктивності. Визначення стану

посівів під час вегетації, регулювання їхнього росту та забезпечення

елементами живлення.

Дослідження та адаптування спектральної діагностики фітоценозів, до

конкретних культур, регіонів, кліматичних зон, надасть змогу з високою

точністю, завчасно визначати стан посівів, правильно запланувати методи

діагностики рослин, при появі певних нестач чи проблем в картах

спектрального аналізу. В Україні, дані методики є малорозвиненим в більшості

господарств, не дивлячись на їх відносну доступність порівняно з іншими

методами діагностики та аналізування в точному землеробстві.

Це може відбуватись також через те, що багатьом користувачам є не

зрозумілим, які висновки можна робити по картам вегетаційних індексів, окрім

підтвердження строкатості посівів.

**Метою і завданням магістерської роботи** є створення гіпотез, та

проведення паралелей, зв'язування масивів даних між собою, руйнування міфів

і підтвердження припущень, які є навколо даних методів, щоб на власному

досвіді впевнитись в результативності інформативності та користності даних

отриманих з супутникового чи безпілотного моніторингу. Основні ключові

задачі які мають бути виконані це:

1. Аналізування супутникових знімків, карт NDVI та проведення чітких

паралелей між ними і станом культури на полі, загальний її стан,

площа листової поверхні та наявність хвороб.

2. Проведення комплексного агрохімічного аналізу ґрунту зі зразками

відібраними у критичні періоди росту та розвитку культури.

Встановлення причин неоднорідності посівів та динаміку змін агрохімічних показників.

3. Обстеження ділянки за допомогою супутникового моніторингу та моніторингу БПЛА.

4. Створення структури та карти урожайності, визначення показників, що кардинально впливають на урожайність.

**Об'єкт досліджень:** Залежність супутникових знімків від ситуації в посівах озимого ріпаку, створення наукового підґрунтя для трактування даних спектрального аналізу.

**Предмет дослідження:** вегетаційні індекси, комплексний аналіз ґрунту, критичні фази росту та розвитку ріпаку озимого, структура урожайності, біологічна і фактична урожайність ріпаку озимого.

**Методи досліджень:** польові, лабораторні і статистичні, за загально прийнятими в агрохімії методиками.

**Теоретичне значення магістерської роботи :** на підставі проведених досліджень можливо підвищити якість та ефективність спектрального аналізу та зробити трактування знімків більш науково обґрунтованим та достовірним.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На даний момент досліджень спектрального аналізу ріпаку озимого, проведено дуже мало досліджень, а актуальність отримання таких даних зростає разом із зростанням площ посівів. Наукова новизна отриманих результатів полягає у встановленні прямопропорційної залежності індексу вегетації ріпаку озимого NDVI від розвитку площі фотосинтетичного апарату, висоти рослин, кількості стручків на рослині, значення комплексної агрохімічної діагностики поля у визначення причин просторової неоднорідності показників родючості темно-сірого опідзоженого ґрунту, що робить необхідним використання технологій диференційованого внесення агресурсів.

**Апробація результатів.** Магістерська кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до науково-дослідної роботи кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім.О.І. Дущечкіна «Інноваційні методи

діагностики живлення та агрохімічного забезпечення сільськогосподарських культур» (U0115U003834), у межах роботи наукового студентського гуртка «Управління якістю продукції рослинництва у сучасних технологіях».

Результати магістерської кваліфікаційної роботи представлені на IV і V Міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (Київ, 2020 р., 2021 р.), а також на Міжнародній науково-практичній конференції «Агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів» (Київ, 2021 р.).

Ковальчук М.Ю. – переможець Всеукраїнського конкурсу для студентів аграрних закладів освіти та молодих фахівців «Здоров'я поля».

#### **Положення, що виносяться на захист:**

1. За допомогою супутникового моніторингу можна точно встановлювати зони неоднорідності ґрунтового покриву, та відстежувати напрямок зміни цих неоднорідностей. Індекси вегетації прямопропорційно відображають площу листової поверхні рослин ріпаку озимого на початку вегетації, та в подальшому після їх (листіків) реутилізації, кількість стручків, та гілочок на рослині. Найбільш точніше продуктивність рослинності визначають індексні карти у фазу стручкування та наливання урожаю.

2. Вегетаційні індекси та карти врожайності не дають змоги визначити дефіцит конкретних елементів живлення. Це в змозі зробити лише комплексна агрохімічна діагностика поля.

3. Просторова неоднорідність ґрунтового покриву обумовлена просторовою неоднорідністю показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту, що, у свою чергу, виникає унаслідок природного руху потоків води у результаті змін рельєфу.

4. Просторова неоднорідність ґрунтового покриву обумовлює зональне формування врожайності по полю із посівом ріпаку озимого, що обумовлює необхідність диференційованого внесення агроресурсів з метою вирівнювання врожайності культури і відповідно зростання рентабельності її вирощування на всій площі поля.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ТА ДІГНОСТИКА РІПАКУ ОЗИМОГО В ПРЕЦИЗІЙНОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ

### 1.1 Ріпак озимий як культура точного землеробства

В Україні в залежності від якості технології вирощування, урожайність культури дуже різниться в середньому у різних по силі господарствах 1,5-3,5 т/га, хоча для Європи цей показник становить 3,5-4 т/га. Рекордна урожайність ріпаку поставлена у тій же Європі, а саме у Великобританії на ділянці 8 гектар та становила 7 т/га у 2018 році, що становило на 3 центнерів більше минулого рекорду 2015 року у 6,7 т/га. У господарі, що отримали такий урожай, підкреслювали, що це завдяки позакореневим підживленням, у рекордному посіві їх було аж сім [2].

Більшість науковців вважають, що ріпак зародився в північно-західних прибережних регіонах (Велика Британія, Швеція, Нідерланди) та Середземномор'ї. До нас він потрапив з Німеччини на початку 19 століття, досить довгий час, аж до середини століття залишався основною олійною культурою, олію з якого застосовували переважно в технічних цілях. Але в 50 роках його виробництво стало практично відсутнім через поширення і розвиток виробництва соняшникової олії, економічна ефективність якого в разі перевищувала вирощування ріпаку. Також, в свою чергу, на період стагнації вирощування культури повпливала відсутність стійких та продуктивних сортів з низьким вмістом шкідливих речовин [3].

Повернення ріпаку в посіви відбулося на початку 21 століття з широким поширенням ріпаку як біопалива, створення гібридів з низьким вмістом глюкозинолатів та ерукової кислоти зробило ріпак одним з найекономічніше вигідніших культур, що на даний час посідає вагомe місце в структурі посівних площ українських аграріїв [4].

Досить відомим і підтвердженим є факт, що ріпак дуже вибагливий до технології вирощування. Прецизійне агровиробництво само собою передбачає

надзвичайно прискіпливу і високу технологію вирощування, що включатиме в себе такі основні етапи:

- Накопичення та збір різних даних, інформації про культуру, поле, клімат тощо.

- Обробка отриманих даних, створення завдань для вирішення знайдених проблем.

- Виконання поставлених завдань, проведення різних технологічних операцій.

Накопичення та збір інформації по озимому ріпаку може бути самим різноманітним. Якщо ми хочемо отримати достовірні дані і підходити з точки зору точного землеробства, доцільно, на самперед, визначати, не потреби культури, а потреби конкретного гібриду чи сорту, як показує практика і дослідження, навіть в межах одного виду культури. Адже одна і та ж культура

має дуже широкий спектр вимог до навколишнього середовища (у розрізі сортів чи гібридів (тепла, світла, вологи, елементів живлення) [1].

Після того, як ми дізналися вимоги сорту чи гібриду, їх необхідно задовільнити ресурсами. Для цього спочатку ми визначаємо характеристики нашого головного фактору виробництва, тобто земельної ділянки. По суті визначаємо потенціал поля. Чим більше даних, тим більший ефект буде від впровадження елементів агротехнології. Для цього застосовуємо різні методи діагностики живлення рослин. Метеоспостереження, стратегічна діагностика ґрунту, одні з головних моментів, що потрібно обов'язково застосувати перед введенням технології.

Далі після отримання того, що нам необхідно і того, що ми маємо, фактично, робимо так зване віднімання і отримуємо те, що необхідно довести.

З точки зору живлення це зробити найпростіше, не дивлячись на високу вартість різних елементів технології, таких як розкидачі, GPS навігатори для проведення диференційованого внесення. Все це можливо регулювати. Але такі показники як температура, кількість опадів, світла, не можливо регулювати (окрім окремих операцій які роблять не істотний вплив, та поливу). Тому аналіз

даних культури і ділянки слід робити одночасно і сукупно, щоб підібрати найбільш ефективніший гібрид (сорт), який найбільш підходить для умов вирощування, що не піддаються регулюванню зі сторони людини.

## 1.2 Фенологічні та критичні фази розвитку рослин у взаємозв'язку із морфолого-біометричною діагностикою живлення рослин

Ріпак озимий має свою особливу морфологію. Коренева система стрижнева добре розгалужена та зосереджена саме в орному шарі. У озимих видів може сягати до 3 метрів в глибину, особливістю її є те, що вона може мобілізувати елементи живлення з важкорозчинних сполук. Стебло одне, пряме циліндричне, добре розгалужене в залежності від сорту та виду відрізняється ступенем гілкування, також гілкування залежить від густоти висіву культури [5]. Листки вкриті восковим нальотом, по чергові, нижні утворюють розетку, після цвітіння листя опадає та піддається реутилізації. Суцвіття, гроно видне, починає цвісти з нижніх ярусів рослини закінчуючи верхніми, має жовтий колір для приваблення комах. Під стручок, у не стійких сортів схильний до розтріскування, що найбільше проявляється при не одночасному дозріванні [6].

Прийнято виділяти 8 макрофаз розвитку ріпаку: 3 осінні та 5 весняно-літніх. Перші 3 прийнято вважати найкритичнішими тому, що помилки допущенні під час їх проходження не можливо буде виправити в подальшому.

Це – проростання, сходів та утворення розетки листків. Ці фази мають якісно пройти в осінній період та дати рослинам можливість загартуватися, в цей період важливо слідкувати за дружністю сходів, кількістю шкідників, дефіцитами елементів особливо бору, не допускати надлишків елементів, азоту, що призведе до витягування рослин та їх точки росту [7].

Навесні після відновлення вегетації для ріпаку озимого важливими є фази такі як стеблування, бутонізація, цвітіння, утворення стручків та дозрівання. У цей період необхідно стимулювати ріст присадженої з осені точки росту та



сприяти активному наростанню листо-стеблової маси, що доцільно робити азотними добривами з вмістом сірки, на яку ріпак дуже позитивно відгукується і різко негативно ставиться до її нестачі. Тобто перше весняне підживлення у фазі стеблуння та друге у фазі утворення бутонів [8].

Також в період сходів та утворення розетки вносяться ріст-регулятори та проводиться контроль наявних і профілактика не виявлених хвороб.

Ріст регуляція на весні і контроль хвороб проводиться у фазу стеблуння під час відновлення вегетації.

Контроль шкідників проводиться у всі періоди і фази вирощування озимого ріпаку, необхідно постійно інспектувати посиви та попереджати спалахи різних видів комах, слимаків тощо. Слід зауважити, що всі операції по захисту слід проводити до початку цвітіння, та застосовувати препарати, що не вбивають корисних комах та зі зниженими їх нормами [9].

### 1.3 Діагностика в пренізічному землеробстві та спектральний аналіз посівів ріпаку

Станом на сьогодні невід'ємною частиною агротехнологій будь-якого господарства є дистанційний моніторинг посівів. Саме за допомогою цього методу можна швидко виявити відхилення у рості і розвитку рослин, пошкодження їх шкідниками чи розвиток хвороб, виявити причини цих відхилень і швидко прийняти управлінські рішення. Нині є безліч методів моніторингу посівів, і лише їх ефективне поєднання дає ефективний результат. [10]

Одним із сучасних і ефективних методів моніторингу є використання супутників, БПЛА тощо. Пристрої оснащені спеціальними сенсорами та камерами призначені для дистанційного зондування посівів, встановлені на БПЛА, літаках, супутниках, а також на сільськогосподарській техніці, тракторах, комбайнах, сівалках тощо [11].

Сенсорні пристрої сприймають випромінювання електромагнітної енергії, чи відбиття світла, що передає поверхня рослин та перетворюють її на певну інформацію, яку після певного аналізування можна пов'язати з родючістю ґрунту, якістю проведення операцій та звісно загальним станом посівних площ [12].

Під час вегетації дистанційне зондування вказує на строкатість посівів, зменшення або збільшення норми удобрення, при досить точних сенсорах можна визначити наявність хвороби чи ушкодження шкідниками [13].

При діагностиці та спектральному аналізуванні посівів слід приймати до уваги певні безспірні фактори, розуміючи логіку яких, проведення діагностики спрощується і підвищується її ефективність, наприклад:

- Всі процеси в житті рослин впорядковані та відбуваються в строгій послідовності.

- Умови в яких перебуває рослинність значно впливають на темпи її розвитку.

- Порушення живлення, дефіцити та нестачі елементів живлення впливають спочатку на розвиток вегетативних органів що в подальшому впливає на репродуктивні.

- Надлишок як і нестача негативно впливають на розвиток рослинних органів, тому посіви потребують детального аналізування не тільки візуальних показників [14].

#### 1.4 Дистанційне обстеження посівів Ріпаку Озимого.

Як вже відомо попит на олійну сировину, сприяє щорічному збільшенню площ даної культури, разом із цим постає питання швидкого та якісного обстеження масиву посівів, адже дослідити великі масиви складно традиційними методами, що є на даний час на озброєнні в господарств.

Звичайно якість обстеження фахівцем не можна порівняти з будь якими іншими методами, але їх продуктивність в розрізі часу надзвичайно мала, якщо мова іде про тисячу гектарів то в розрізі навіть одного дня важко здійснити повноцінне обстеження. А у виробничих умовах площі такої рентабельної культури бувають значно більші.

Тому на великих масивах доцільно застосовувати дистанційний моніторинг, що дозволяє виділити зони обстеження, тим самим зменшити кількість точкових обстежень в подальшому.

Але порівнюючи з іншими культурами, є дуже мало чітких рекомендацій та досліджень, які можуть допомогти агрономам та агровиробникам з дистанційним моніторингом посівів озимого ріпаку. Це відбувається через специфічність культури та її варіативність. Не має чітко встановленої ширини міжрядь як, наприклад, у кукурудзи чи соняшнику. Різні господарства виходячи з можливостей уже куплених сівалок висівають з тією шириною, яка більш технологічно зручна. Також в подальшому впливає вимерзання культури, яке відображається на рослинності набагато гірше ніж на інших озимих культурах, випадають як поодинокі так і цілі масиви рослин, тому в подальшому після перезимівлі ми не можемо говорити про однакову кількість рослин на квадратному метрі посіву.

На даний момент аналізуючи супутникові знімки, можна відносно точно сказати, коли посіви переходять з одної фази росту в іншу та встановити, з якою інтенсивністю це відбувається, також можна визначити зональність посівів, оцінити відмінність в їхньому розвитку, але через відсутність досліджень ми можемо лише робити припущення, того що відбувається з рослинами в агрохімічному плані, як вони і ґрунт забезпеченні елементами живлення, адже чіткого знімка того самого NDVI і пояснення, що відбувається з даним посівом, яке він має забезпечення, і якому стану рослин на полі відповідає показник на полі немає.

Саме тому постає питання дослідження, і проведення чітких паралелей і залежностей, у якому стану на полі відповідають ті чи інші знімки. Звісно

ніколи не можна буде сказати напевно, різні типи ґрунтів вносять свої корективи, в стан посівів, види добрив, ширина міжрядь різні технології вирощування, але залежності які зустрічаються в тих чи інших умовах

повторюються і в інших, але з іншою інтенсивністю. Це зрозуміло навіть на

прикладі добрив, на даний час всім відомо, що добрива є найефективнішим методом швидкого підвищення врожаю, але вони по різному проявляють свій ефект за різного ступеня вологозабезпечення, їх форми та типу ґрунту, на якому вони застосовуються.

Найбільш ефективним способом підвищити ефективність трактування

спутникових знімків є проведення досліджень в реальних виробничих посівах, адже невеликі ділянки не дають змоги отримати високу варіативність посівів, отримати достатню кількість ґрунтових відмін. Оцінка відмінних один від

одного ділянок посів як у візуальному, морфологічному так і в агрохімічному

плані в подальшому дасть можливість з більшою точністю аналізувати дані, які

отримуються за допомогою дистанційних методів обстеження. Кожна фаза росту та розвитку культури відображає на знімках нові зони неоднорідностей, які нерідко повторюються, але саме прослідковування і визначення тенденцій

прояву цих зон в подальшому дасть змогу їх прогнозувати та впроваджувати

технологічні операції, які дадуть змогу більш ефективно управляти посівами та їх як індивідуальною так і загальною продуктивністю.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Ґрунтові умови проведення досліджень

Наукові дослідження за темою магістерської кваліфікаційної роботи проводились на полях ТОВ «Агрореґіон». Ґрунти на ділянці досліду (24.0) гектара перехідні, світло сірі та сірі опідзолені, лісові ґрунти.

З положень агрохімії давно відомо, що саме від ґрунту залежить ефективність дії добрив. У залежності від гранулометричного складу ґрунту, його родючості ефективність застосування добрив або підвищується, або знижується, (подекуди на родючих чорноземах ефект від застосування калійних добрив взагалі відсутній) [15]. Дослідні сірі лісові ґрунти знаходятьсядесь по середині цієї градації. Тобто, ми можемо помічати досить великий ефект від застосування добрив, а саме через те, що вони мають мало потужний гумусовий горизонт, добре виражений дерновий процес, трішки гірше підзолистий ніж в дерново-підзолистих і світло-сірих. Характеризуються не високим вмістом гумусу 2-3,5%. У складі та структурі ґрунту переважають фульвокислоти, що і зумовлюють кислу реакцію середовища на відміну від чорноземів, в яких переважають гумінові [16].

На даних ґрунтах на фоні добрив за високої технології вирощування культур можна отримувати високі врожаї всіх сільськогосподарських культур. Також завдяки середньо суглинковому гранулометричному складу вони добре підходять для вирощування озимого ріпаку [17].

Але, в перну чергу, в наших дослідженнях нас цікавитиме не тип ґрунту у масиві, а його просторова неоднорідність. Саме це може повпливати і створити похибку в наших дослідженнях. Тобто, ґрунт має бути, по можливості, максимально вирівняний, наскільки це можливо в реальних виробничих умовах як відносно елементів живлення так і вологості. Для цього в дослідженнях прийнято застосовувати вирівнювальні посіви, тому попередником для нашого поля озимого ріпаку став ярий ячмінь. Він швидко звільняє поле, не агресивний до витрати вологи та дуже добре вирівнює поле за елементами живлення (яра злакова культура, суцільного посіву) [18].

Маючи знімки NDVI минулого сезону, ми зможемо помітити деякі неоднорідності ґрунтового покриву та накладати їх при виникненні незрозумілих питань в дослідженнях. В цілому після збору врожаю попередника, оцінюючи якість проведення вирівнювального посіву, можна зробити висновок, що поле не має штучних неоднорідностей, а також не строкате за ґрунтовим покривом у межах дослідної ділянки [19].

Основні ґрунтові показники ділянки подаємо в зведеній таблиці 2.1, в якій наведено данні, що надаються державними структурами для цього типу ґрунтів. А також, у цій таблиці представляємо результати власного агрохімічного аналізу ґрунту цього ж поля, отримані після власного відбору зразків ґрунту та проведення досліджень.

Таблиця 2.1.

#### Характеристика світло-сірих лісових ґрунтів

Характеристика сірих-лісових ґрунтів згідно ґрунтової карти				Власне аналізування ґрунту			
N, мг/кг	P,мг/кг	pH	Гумус,%	N, мг/кг	P, мг/кг	pH	Гумус,%
23	108	5,1	4,19	85	139	6,4	2,25

Оцінивши показники таблиці, стає зрозуміло наскільки на даний час не ефективно користуватися ґрунтовими картами при встановленні норм удобрення, особливо в цій зоні вирощування, значення кардинально різняться. Реальна норма удобрення, яка необхідна при даних агрохімічних показниках ґрунту, буде в два і більше разів відрізнятись від тої, що необхідно буде встановлювати по показникам, що надаються в вільно доступних ґрунтових картах. Це ще раз наголошує на тому, що до кожного поля та навіть окремих його частин необхідний індивідуальний підхід.

## 2.2 Погодно-кліматичні умови проведення дослідження

Клімат та погодні умови, наявність опадів, температура впливають не лише на процеси росту та розвитку культур і забезпеченості їх вологою, а і, з агрохімічної точки зору, впливають на швидкість процесів, що проходять у ґрунті. В залежності від кліматичних умов ми маємо певну тенденцію змін і проходження цих процесів [20].

Токсичність добрив, їх перетворення в інші форми (азотні), відсотки використання та засвоєння елементів з добрив, їх рухливість та доступність для культур, надходження елементів живлення з опадами, активність процесів: нітрифікації, денітрифікації, мінералізації елементів, всі ці процеси за різних ґрунтово-кліматичних умов можуть сильно відрізнятись [21].

Загалом зона відзначається достатнім рівнем зволоження та високою кількістю ефективних температур, що підходить для більшості, вирощуваних в Україні, культур [22]. Також слід відмітити, що саме в цій зоні вирощування в Україні збирають рекордні урожаї досліджуваної культури. Достатня кількість опадів та не занадто жарке літо й осінь є сприятливими умовами для формування високої продуктивності рослин ріпаку [23].

Цього року порівняно з попередніми, погодні умови склалися таким чином, що ґрунт зміг накопичити високу кількість вологи, а також спостерігалася достатня кількість опадів під час майже всього вегетаційного періоду. Це мотивувало аграріїв дати більшу кількість добрив, орієнтуючись на високу планку прогнозованого врожаю [24].

Погодні умови року, коли були проведені дослідження, а саме, вегетаційного періоду рослин ріпаку озимого отримані із метеостанції Meteoblue, що знаходиться на відстані 4,68 км від дослідної ділянки. Дата посіву 14 серпня 2020 року тому з даної дати буде точка відліку кількості опадів в графіках та таблицях. Таблиця 2.2 презентує основні показники.

Показники температури в осінньо-зимовий період мають досить плавний перехід. Не має різких скачків зниження температури, що позитивно впливало на загартування рослин.

Таблиця 2.2

**Значення основних фізичних показників атмосфери за вегетаційний період, 2020-2021 рр.**

Дата початку тижня	№ Тижня	Середня температура, °С	Температура мін., °С	Температура Макс., °С	Температура поверхні ґрунту, °С	Опади, мм
1	2	3	4	5	6	7
2020.08.17	34	22,7	14,1	33,8	35,3	0
2020.08.24	35	20,4	10,8	31,7	26,9	12,3
2020.08.31	36	22,5	16,6	32,9	34,6	2
2020.09.07	37	18,3	8,8	30,5	35,1	4
2020.09.14	38	16,1	7,5	24,6	28,9	0
2020.09.21	39	16,9	7	27,3	28,8	0
2020.09.28	40	15	12,3	22,3	21,5	1,4
2020.10.05	41	16	10	21	17,8	49,6
2020.10.12	42	12,6		20,5	18,4	13
2020.10.19	43	10,3		17,2	10,5	0
2020.10.26	44	9	7,6	9,5	16	6
2020.11.02	45	7,4		7,5		0,5
2020.11.09	46	4,5	2,4	9,5	10	2
2020.11.16	47	-0,2	-3,5	1,2	-3	3,4
2020.11.23	48	3,6	2,9	7	5,4	0
2020.11.30	49	-1,6		-1	-6,6	0,3
2020.12.07	50	-4,2	-9,7	0,8	-4,1	3,2
2020.12.14	51	0,8		2,7	-3,7	0,3
2020.12.21	52	0,1			-8,7	3,3
2021.01.04	1	1,1		2,5	-6,3	0,5
2021.01.11	2	-7,1	-2,8		-13,1	0
2021.01.18	3	-6,7			-15,8	0
2021.01.25	4	-0,7	-1,6		-4,6	6
2021.02.01	5	-5,7	-13,8	-12	-5,8	1
2021.02.08	6	-8,5			-16,4	0
2021.02.15	7	-8,9			-13,9	0
2021.02.22	8	2,9			1,2	0
2021.03.01	9	1,7			6,4	2
2021.03.08	10	-1	1,9	0	2,1	0
2021.03.15	11	2,8	2,9		7,6	0



2021.03.22	12	4,3	-2	0,1	0
2021.03.29	13	8	4,8	22	0,1
2021.04.05	14	5,7		17,9	0
2021.04.12	15	8,9		23	0

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
2021.04.19	16	8,5			15,3	0
2021.04.26	17	5,6			22,3	0
2021.05.03	18	10,9			27,6	0
2021.05.10	19	11,3			23,7	0
2021.05.17	20	15,2		17,8	24,6	0
2021.05.24	21	15,5		18	28,6	4
2021.05.31	22	16,7			30,4	0
2021.06.07	23	15,8			24,1	0
2021.06.14	24	18,9			29,7	0
2021.06.21	25	22,8			27,3	0
2021.06.28	26	25,9			24,5	0
2021.07.05	27	22,8			31,5	0
2021.07.12	28	24,5			22,3	0
2021.07.19	29	26,2			27,6	0

Також слід звернути увагу на те, що після посіву поверхня ґрунту дуже добре прогрівалася [25]. Це мало як негативний вплив на сходи: надмірна температура прискорювала випаровування вологи з зони розміщення насіння, так і позитивний тим, що створювалися умови для дружності сходів [26].

Протягом перезимівлі рослин температура ґрунту лише раз опускалася до  $-16,4$  °C. Таке не тривале зниження температур не є критичним для добре загартованих рослин ріпаку, які витримують зниження температур на рівні кореневої шийки до  $-18$  °C. Також в період цвітіння рослин не було надто високих температур, які могли негативно вплинути на перезапилення і запліднення квіток [27].

Згідно рисунку 2.1 після посіву культури на поле поступила достатня кількість опадів, що разом із температурою дозволило отримати швидкі та дружні сходи. Але, з іншого боку, тепла та волога осінь створила умови, що сприяли витягуванню та переростанню рослин. У технології вирощування це

змусило коригувати кількість внесень регуляторів росту та збільшити кількість інгібіторів гібереліну. Позитивним у даному випадку було те, що ріпак мав нижню межу норми висіву в даному регіоні і цим самим рослини також самостійно коригували витягування за рахунок меншої конкуренції.

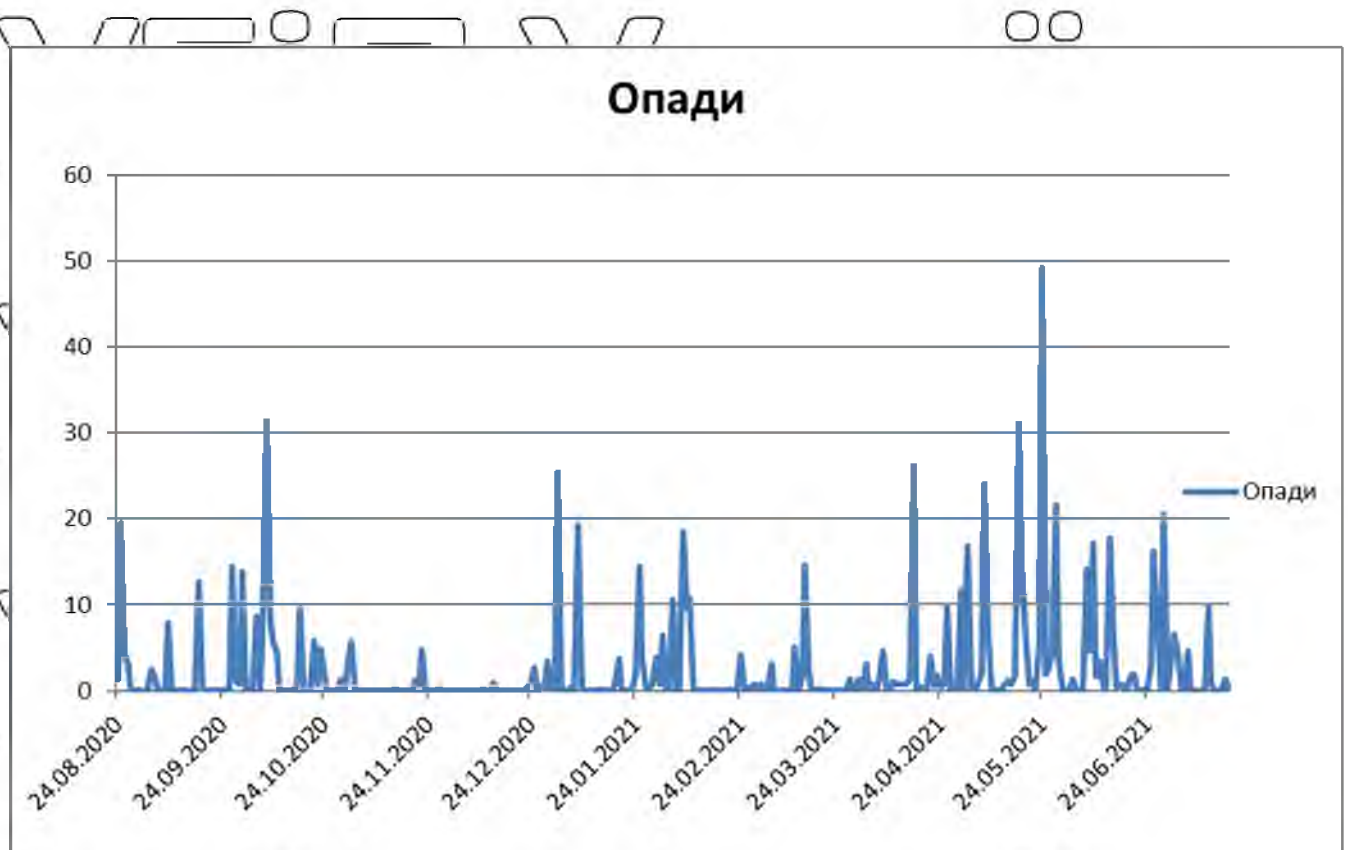


Рис. 2.1 Зміна кількості опадів протягом вегетації рослин ріпаку озимого, 2020-2021 рр.

Також період з березня по квітень був досить дощовим та пасмурним. У фази стеблудання та бутонізації це позитивно впливало на ріст та розвиток рослин, адже такі умови найсприятливіші для культури. Але могло негативно вплинути під час цвітіння, адже так як і занадто високі температури впливають на життєздатність пилку, так і надмірна вологість впливає на його мобільність під час дощів, майже всі ксмахи, що активно сприяють його переміщенню не працюють через особливості будови їх організму [28].

Більш контрастну картину щодо температурних змін протягом вегетації рослин ріпаку озимого, яка вказана в таблиці 2.2, можна спостерігати на

рисунку 2.2. Враховуючи те, що за основу взята середньотижнева температура, він досить плавний. Різкі скачки пониження температур відбувалися в основному в січні та лютому, не велика їх кількість припадає на початок березня. Це означає, що вони не впливають на стан посівів так як рослини перебували у стані зимового припинення вегетації та знаходилися під сніговим покривом.



Рис. 2.2. Зміна температури під час періоду вегетації рослин ріпаку озимого, 2020-2021 рр.

Після відновлення вегетації був лише один суттєвий стрес у кінці березня: зниження температури до  $0^{\circ}\text{C}$ . Надалі ж температури плавно зростали.

Надмірно високі температури почалися в кінці червня та в липні. Це припало на кінець фази формування стручків, що вже не сильно впливало на урожайність ріпаку озимого, але все ж могло вплинути на масу насіння [29].

Слід відмітити, що під час обстеження рослин, навіть візуально, можна було відмітити, в яких зонах та ділянках поля рослини краще пережили стресові умови.

На рисунку 2.3 зображена вологість ґрунту, яку надала метеостанція в шарі 0-30 см, тобто в шарі, де розміщена основна маса кореневої системи.

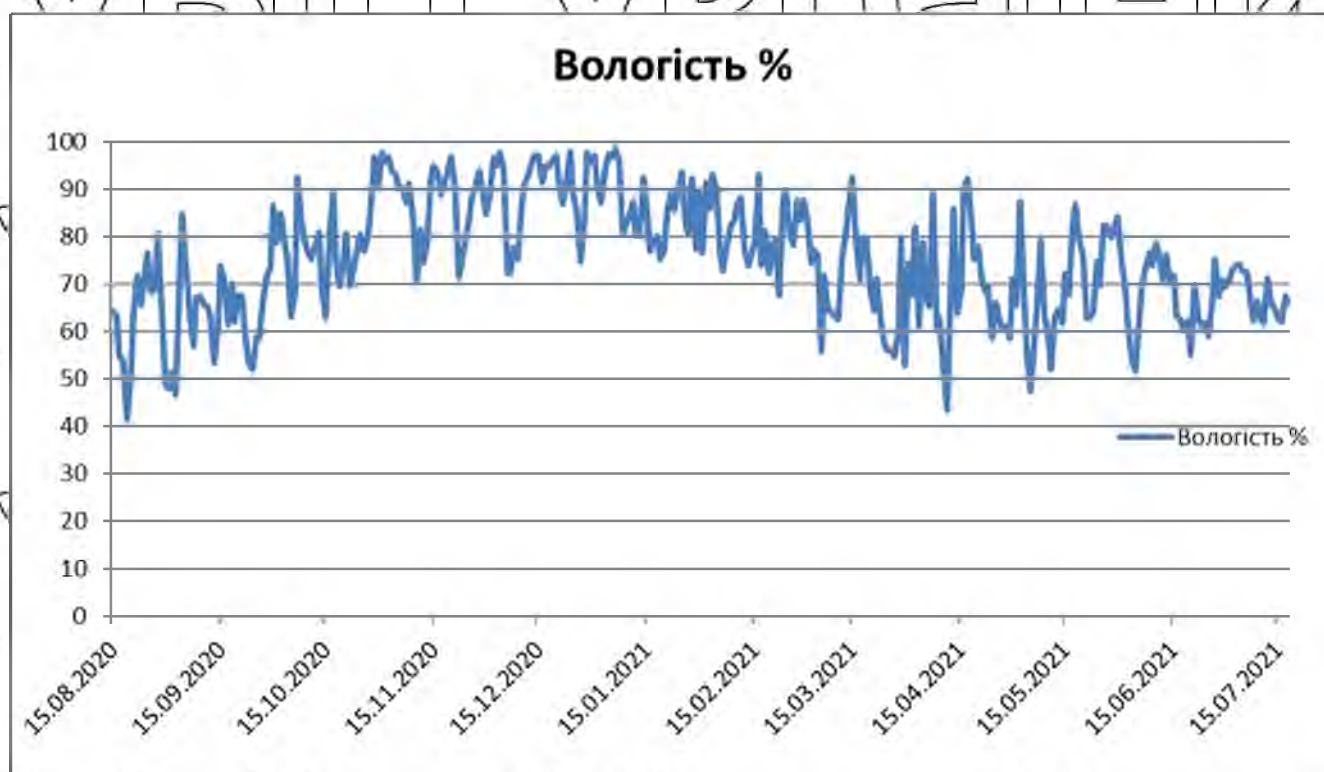


Рис. 2.3. Зміна вологості ґрунту під час періоду вегетації рослин ріпаку озимого, 2020-2021 рр.

Чітко можна спостерігати як відновлюється та накопичується вологість в осінньо-зимовий період. Завдяки частим дощам та сприятливим температурам вологість ґрунту під час проходження основних фаз росту та розвитку рослин підтримувалася на рівні 70% у березні, квітні та травні. У червні середнє значення опустилося до 60%. Варто відмітити, що за весь період вегетації вологість ґрунту лише двічі опустилася нижче відмітки 50%.

Тож можна зробити висновок, що ріпак не відчував дефіциту вологи після відновлення вегетації та стрес від цього фактору вирощування був

мінімальним, що є ще однією вагомою причиною очікування високого урожаю культури, навіть враховуючи те, що дана вологість є усередненою, поле рпаку чисте від бур'янів як основного конкурента в споживанні вологи, та всі відкриті поверхні ґрунту також закриті рослинністю, що сприяє меншому коефіцієнту випаровування [30].

### 2.3 Характеристика гібриду підбраного для проведення дослідження

На досліджуваному полі вирощувався гібрид Німецької селекції компанії DSV Фінікс КЛ. Особливість гібрида в тому, що він може зберігати високу урожайність при високій стійкості до імідазолінів. Для даного дослідження це має досить високе значення поза як, давно відомий факт, що забур'яненість посівів через затінення, витіснення бур'янами, пригнічують культурні рослини.

Бур'яни конкурують за елементи живлення. Це може сильно знижувати урожайність рпаку озимого. Тобто, на окремих ділянках через забур'яненість культура може давати менший урожай. Це ще один тип строкатості посіву, який в точному землеробстві потрібно мінімізувати та не допускати [31].

Clearfile дозволяє нам лише за одну-дві обробки ділянки, здійснити контроль забур'яненості та рівномірно по всьому полі приборати шкодочинну рослинність [32].

Також гібрид адаптований до пізнього посіву (табл. 2.3), має добре розвинену кореневу систему, стійкість до вилягання, а також, завдяки тому, що стручки стійкі до розтріскування, стійкий до граду та має досить широкий період збирання [33].

Гібрид має високу потребу у внесенні регуляторів росту осінню та середню навесні, що досить важливо в умовах теплої осені цього сезону.

Важливо враховувати особливість гібриду його інтенсивний ріст в осінній період, при неналежному підході може призвести до вимерзання великої кількості рослин [34].

Також слід відмітити високу компенсаційну здатність даного гібриду. Навіть при значному ушкодженні несприятливими умовами перезимівлі, бічне відкування може підтримати урожай на високому рівні, і також на цю особливість слід звертати увагу при підборі норми висіву. Адже цей гібрид краще буде почувати себе в зріджених посівах, а ніж навпаки в загущених [35].

Таблиця 2.3

### Характеристика гібриду Фінікс КЛ

Зони вирощування	Лісостеп, Степ, Полісся
Сортотип	Для пізніх посівів
Технологія	Clearfiled
Тип ґрунту	Можливе вирощування на всіх типах ґрунтів
Відношення до густоти	Оптимальна густота
Норми висіву, тис. нас.:	
Ранні	400-450
Оптимальні	450-500
Пізні	500-600
Стійкість до розтріскування стручків	Дуже висока
Стійкість до вилягання	Висока
Зимостійкість	Добра
Висота	Вище середньої
Розвиток восени	Швидкий
Розвиток на весні	Помірний
Стійкість до осипання	Дуже висока
Група стиглості	Середньостиглий
Стійкість до фомозу	Висока
Посухоустійкість	Дуже висока
Пізній строк сівби	Дуже добре
Ранній строк сівби	Негативно

Також варто відмітити необхідність внесення регуляторів росту весною в оптимальній кількості, що прискорить темпи відновлення вегетації та допоможе зберегти вологу через швидке змикання рослин на поверхні ґрунту [36].

## 2.4 Технологія вирощування Ріпаку Осимого на дослідній ділянці

Попередником гібриду ріпаку озимого Фінікс КЛ був ячмінь пивоварний. Основний обробіток ґрунту передбачав лущення стерні попередника за допомогою Massey Ferguson MF 6313 – дискова борона Caspardo UFO 600 і оранку, яку виконали трактором Case IH Quadtrac 600 із оборотним плугом LEMKEN.

Добрива в основний строк вносилися за допомогою розкидача Amazone ZG-TS 7504 добривом НПК 9-14-27+7(S) у нормі 150 кг на гектар.

Передпосівна культивування проводилася трактором Massey Ferguson 8737 з агрегатованим з ним компактоматом Farnet kompakmat K800.

Відразу для збереження вологи та підвищення якості сівби проводилося коткування за допомогою трактора Massey Ferguson 6713 та катка КДШ-6.

Сівба проводилася з шириною міжряддя 35 см в два сліди: 14.08. 2020 з нормою 500 тис. нас./га Сівалкою HORSH Maestro.

Догляд за посівами:

Осінній

30 серпня Обприскування: Фюзилад форте 1,23 л/га

9 вересня . Обприскування: Гербіцид - Нопасаран 1/га + фунгіцид-ретардант Карамба турбо 0,6 л/га та прилипач Метолат 1 л/га.

24 вересня Обприскування: Інсектицид Антиколорад Макс 0,1 л/га + Термінатор піни 0,1 л/га , Адамін бор 0,7 л/га.

3 жовтня. Обприскування: Інсектицид ФАС 0,15 л/га + фунгіцид Тезис 0,5 л/га, Адамін бор 0,7 л/га.

Весняно-літній

30 березня. Обприскування: Інсектицид ФАС 0,2 л/га, + Термінатор піни 0,1 л/га та фунгіцид Дезарал 0,5 л/га

19 квітня. Обприскування: Гербіцид Брейк 0,1 л/га Ниватон бор 0,5 л/га фунгіцид Тезис 0,5 л/га.

12 травня. Обприскування: Інсектицид ФАС 0,15 л/га + Ниватон бор 0,6 л/га

23 травня. Обприскування: Інсектицид Маврік 0,3 л/га + фунгіцид Дезарал 0,5 л/га + фунгіцид Тезис 0,2 л/га.

5 червня: Обприскування: фунгіцид Болівар форте 0,7 л/га + фунгіцид Тезис 0,1 л/га.

Весняне підживлення і внесення азотних добрив аміачною селітрою, та друге весняне підживлення сульфатом амонію по 160 кг/га, початок квітня внесення КАС 150л/га.

Збір урожаю проводився за допомогою комбайна John Deere S680i з попутнім картографуванням урожайності, комбайн має високі технологічні характеристики і здатен давати дуже низькі показники втрат.

Після збирання зерно відправляють на елеватор очищують від домішок та при необхідності доводять до потрібної вологості [37].

Загалом технологія відрізняється інтенсивним обробітком ґрунту, досить продуктивною та потужною технікою, що дає змогу вчасно, швидко та якісно проводити усі технологічні операції, посів ріпаку проводиться сівалкою у два сліди. Проводиться досить велика кількість обприскувань, для боротьби та попередженню прояву хвороб, також досить велика кількість фоліарного внесення мікроелементів, що для рослин озимого ріпаку дуже важливо.



# НУБІП УКРАЇНИ

## 2.5 Методика проведення досліджень

Нами проведені дослідження із ріпаком озимим Фінікс КЛ, який вирощувався після вирівнювального посіву ячменю ярого. Площа досліджуваного поля 24 га. Поле для досліджень було обране не випадково, оскільки метою наших досліджень стало встановлення причин просторової неоднорідності ґрунтового покриву цього поля, що проявляється щорічно навіть за умов диференційованого внесення добрив. Добрива на полі вносились класичним методом, без диференціації у кількості  $N_{130}P_{20}K_{40}$ .

Методика дослідження поля ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ в умовах прецизійного агровиробництва передбачала дистанційний моніторинг поля за допомогою ДПЛА і супутникового моніторингу за допомогою програми Crop Monitoring та Crop Operations у 4 етапи, які припадали на основні фази росту і розвитку рослин та періоди їх життєдіяльності, із наступним визначенням рівня розвитку рослин, виділенням ділянок із різним рівнем розвитку рослин за їх наявності. Поєднання дистанційного моніторингу із іншими видами діагностики, таких як візуальна, морфолого-біометрична, хімічна ґрунтова і рослинна.

Моніторинг проводили у наступні етапи росту:

- Відновлення весняної вегетації
- Бутонізація
- Цвітіння
- Стручкування.

Для аналізування супутникових знімків використовувалася програма Crop Monitoring та Crop Operations це платні сервіси, до яких під'єднане господарство вони надають доступ до супутникових знімків з високою роздільною здатністю (3 метра на піксель) через умарність деякі частини знімка можуть бути недоступні. Також сервіси надають змогу прогнозувати стадію

росту культури, проводити аналіз урожайності, вказують на погодні тривоги, та прогнозують вікно збору врожаю [38].

Для обстеження посівів в період відновлення весняної вегетації використовувався дрон Phantom 4 Pro, який здатний знімати відео в форматі HD 4 k зі швидкістю 60 кадрів в секунду [39].

Початкове обстеження поля провели у період весняного відновлення вегетації. Проаналізували отриманий супутниковий знімок (рис. 2.4), встановили, що рослини виходили із перезимівлі однорідно розвиненими.

Оскільки рослини у цей час малого розміру і роздільна здатність супутникового моніторингу може не зловити різницю у стані розвитку рослин, тому додатково провели обліт поля за допомогою БПЛА (рис. 2.5, 2.6), аналіз яких підтвердив дані супутникового моніторингу. Поле не мало явних ділянок випадання рослин, та характеризувалось рівномірним зайняттям культурою площі поля.



Рис. 2.4 Карта NDVI ріпаку озимого за відновлення весняної вегетації рослин.



Рис 2.5 Обстеження посівів ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ за допомогою БПЛА за весняного відновлення вегетації рослин.



Рис 2.6 Обстеження посівів ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ за допомогою БПЛА за весняного відновлення вегетації рослин.

3 метою підтвердження або заперечення даних дистанційного моніторингу, щоб усунути можливість сприйняття біомаси бур'янів замість

культурних рослин, здійснили візуальних огляд рослин на предмет нестачі елементів живлення та розвитку хвороб, ураження шкідниками, загальний стан розвитку рослин [40].

У результаті встановили, що на ділянках спостерігалось випадіння рослин, але при цілому стан рослин задовільний, відсутні видимі хвороби на листках та коренях (рис. 2.7), густина стояння рослин 25 шт./м<sup>2</sup>, що є оптимальним для даного гібриду. Тож поле ріпаку не потребує пересівання та може забезпечити високий урожай культури [41].



Рис. 2.7 Оцінка ураження хворобами кореневої системи ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ за відновлення весняної вегетації рослинами.

Загалом коренева система чиста немає явно видимого ураження та дефіциту елементів живлення, стан рослин на даному етапі можна розцінювати як відмінний. При визначанні площі листової поверхні на даному етапі не спостерігалась відмінність в рослинності через не повне відновлення вегетації.

Нами було проведено відбір проб в загальному по всьому полю. Відбирали зразки ґрунту із двох шарів 0-20 та 20-40 см, а також зразки рослин для агрохімічного аналізу.

Наступний відбір відбувався в фазу бутонізації. Спочатку отримали супутникові знімки, на основі яких були створена карта розподілу вегетативної маси рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ на основі індексу NDVI (рис. 2.8).

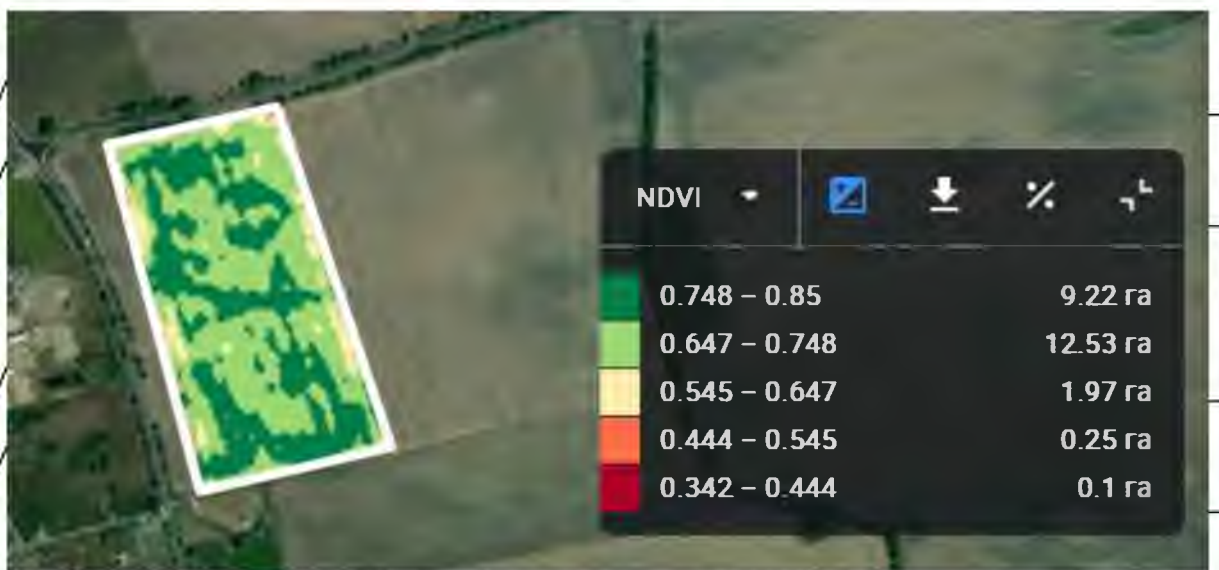


Рис. 2.8. Карта розподілу вегетативної маси рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ на основі індексу NDVI в фазу бутонізації.

У результаті аналізу цієї карти визначили 2 зони із відмінною вегетацією рослин: зона з індексом NDVI 0,75-0,85 площею 9,22 га і 0,65-0,75 площею 12,5 га (рис. 2.9). Також визначена зона із індексом NDVI 0,55-0,65, але її площа порівняно із двома попередніми не значна, не перевищує 2 га. На основі обробки цієї карти, нами було створено карту відбору зразків ґрунту і рослин для подальших досліджень.

Для відбору зразків із визначених ділянок користувались мобільним додатком системи GPS, що допомагали знаходити необхідні зони із високою точністю. За допомогою систем глобального позиціонування встановлювали точки для більшої ефективності в центрі кожної ділянки (рис. 2.10). Таким

чиним додаток на смартфоні не дозволить здійснити відбір та ввести дані поки ми не будемо в зоні яка нам необхідна [42]

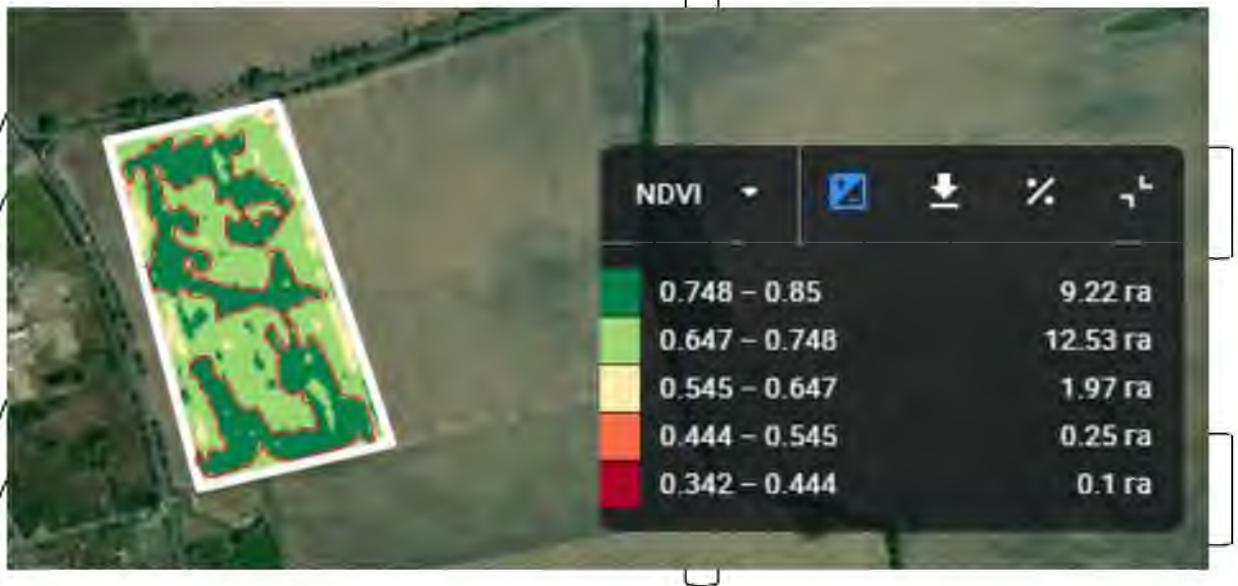


Рис. 2.9. Визначення зон з відмінною вегетацією рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КД на основі індексу NDVI в фазу бутонізації.

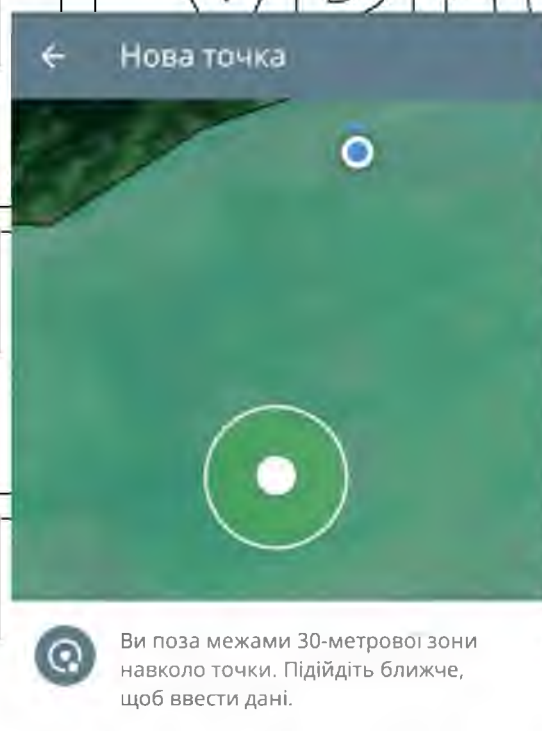


Рис. 2.10. Знаходження точного розміщення зони з відмінною вегетацією рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КД на основі індексу NDVI в фазу бутонізації за допомогою мобільного додатка.

Також здійснений візуальний огляд рослин та визначена площа листової поверхні. В фазу бутонізації аналогічно з попереднім відбором рослини не були уражені хворобами, та не відчували дефіцит елементів живлення, спостерігалися незначні дуплистості стебла (рис. 2.11), що можна пов'язати з інтенсивним ростом через достатнє забезпечення вологою та високі норми азотних добрив [43].



Рис. 2.11. Оцінка ураження хворобами рослин ріпаку озимого гібриду Фінкс КЛ у фазу бутонізації.

Також стебло не крихке та важко ламалося, що свідчить про стійкість ріпаку до механічних ушкоджень під час руху техніки та інтенсивних дощів і градів. Це забезпечилось достатнім живленням рослин кальцієм, що відповідало за побудову майже всіх механічних тканин рослинного організму [44].

Площа листової поверхні помітно відрізнялася в двох зонах, у яких відбиралися зразки як візуально так і в подальшому це підтвердили вимірювання. Слід відмітити, що попри більшу листову поверхню і в загальному, маси рослин дуплистість у рослин в зоні з кращою вегетацією була відсутня в той час як у рослин з гіршою була видима незначна її кількість [45].

До того ж, нами проведено відбір зразків ґрунту на глибину 0-20 та 20-40 см, а також відібрані рослинні зразки в досліджуваних зонах із різним рівнем розвитку рослин.

Відбір у фазу цвітіння відбувався також у дві зони по тій же схемі, що і в бутонізацію тільки по іншій карті (рис. 2.12), та з іншим індексом, що відрізнялося, через те, що через цвітіння поверхня відбиває інший спектр. Під час цвітіння значно важче розділити поле на зони, але все ж загальні та більш великі зони можливо виділити.



Рис. 2.12. Визначення зон з відмінною вегетацією рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ на основі індексу NDVI у фазу цвітіння.

Тенденція розвитку рослинності спостерігається і в фазу цвітіння. Це ті ж самі зони, що були і в фазу бутонізації, але вони менш контрастні і їх важче розділити, таким самим методом за допомогою систем глобального позиціонування, встановлюємо точки, для більшої ефективності в центрі



кожної ділянки. Таким чином додаток на смартфоні не дозволяє здійснити відбір та ввести дані поки ми не будемо в зоні, яка нам необхідна [46].



Рис.2.13. Визначення зон з відмінною вегетацією рослин ріпаку озимого гібриду Дінке КЛ на основі індексу NDVI в фазу стручкування.

У фазу стручкування рослини не були уражені хворобами, що свідчить про вдало проведений захист рослин, що було досить важкою задачею в такий досить вологий сезон вирощування.

Карта NDVI у фазу стручкування дає вже більш чітку картину, яка вказує на ділянки, в яких буде більш висока урожайність культури, але нажалі в цю фазу ніяк не можливо на неї впливати.

Нагадаємо, що відбори зразків відбиралися у наступні етапи росту:

- Вихід з перезимівлі (рис. 2.14)
- Бутонізація (рис. 2.15)
- Цвітіння (рис. 2.16)
- Стручкування (рис. 2.17).



Рис. 2.14. Відбір зразків ґрунту та рослин в період відновлення вегетації.



Рис. 2.15. Відбір проб ґрунту та рослин в фазу бутонізації.



Рис. 2.16. Відбір зразків ґрунту та рослин в фазу цвітіння.



Рис. 2.17. Відбір зразків ґрунту та рослин в фазу стручкування.

Аналіз зразків проводилися на базі лабораторій кафедри агрохімії та якості продукції ім. С. І. Душечкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України. Підготовка зразків відбувалась згідно агрохімічних методик.

У зразках ґрунту визначали:

➤ Вміст вологи у ґрунті гравіметричним методом (ДСТУ ISO 11465:2001);

➤ Вміст нітратного азоту потенціометричним методом (ГОСТ 26950-86);

➤ Вміст амонійного азоту колориметричним методом за допомогою реактиву Несслера (ГОСТ 26489-85);

Площу листків рослин визначали за методикою Ничипоровича (рис. 2.17)

[48]



Рис. 2.17. Визначення площі листової поверхні ріпаку озимого гібриду Фінікс ЕЛ.

Після морфологічно-біометричної діагностики всі зразки висушилися (рис. 2.18) та були підготовлені для подальшого агрохімічного аналізу (рис. 2.19).



Рис. 2.18. Висушування зразків.



Рис. 2.19. Зразки підготовленні до аналізування.

У зразках рослин, що відбиралися по фазам після озонення зразків, за допомогою метода Гінзбурга визначали вміст елементів.

• Загальний азот колориметричним методом за допомогою реактиву Несслера

• Калій на полум'яному фотометрі

• Фосфор за допомогою фотоколориметра

Облік урожаю проводився прямим комбайнуванням, з кожного варіанту було відібрано зразок і проаналізовано вологість зерна, всі математичні обробки проводилися за методологією Б. О. Доспехова [44].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

# НУБІП України

## 3.1. Вегетація NDVI

Індекс вегетації NDVI є найбільш поширеним у сільському господарстві. Показники формуються при опрацюванні спеціальними програмами супутникових знімків, і на основі відбиттів від посівів різних спектральних діапазонів, отримується карта, яка дає можливість оцінити посіви, їх загальний стан, наявність бур'янів та хвороб, наявність випавших рослин, та оцінити якість проведення технологічних операцій. [49]

У наших дослідженнях дані показника NDVI оцифровувалися з знімків супутника, тому через часту хмарність атмосфери є багато тижнів, в які взагалі не вдалося зафіксувати показник (табл. 3.1). Дана ситуація загалом є досить частим явищем не тільки цього сезону, а відбувається щороку. Це відносять до основних недоліків супутникового дистанційного моніторингу. Жодний коефіцієнт обробки відбиття від поверхні на даний час не може нівелювати хмарність, димку та несприятливий стан атмосфери [50].

**Таблиця 3.1**  
Значення показника NDVI під час періоду вегетації ріпака озимого гібриду Фінкс КЛ, 2021

Дата початку тижня	№ Тижня	NDVI
1	2	3
2020.08.17	34	0,28
2020.08.24	35	0,25
2020.08.31	36	0,27
2020.09.07	37	0,28
2020.09.14	38	0,29
2020.09.21	39	0,28
2020.09.28	40	0,32
2020.10.05	41	0,44
2020.10.12	42	0,45
2020.10.19	43	Не вдалося зафіксувати

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
2020.10.26	44	0,46
2020.11.02	45	Не вдалося зафіксувати
2020.11.09	46	0,51
2020.11.16	47	Не вдалося зафіксувати
2020.11.23	48	0,6
2020.11.30	49	Не вдалося зафіксувати
2020.12.07	50	Не вдалося зафіксувати
2020.12.14	51	Не вдалося зафіксувати
2020.12.21	52	Не вдалося зафіксувати
2021.01.04	1	Не вдалося зафіксувати
2021.01.11	2	Не вдалося зафіксувати
2021.01.18	3	Не вдалося зафіксувати
2021.01.25	4	Не вдалося зафіксувати
2021.02.01	5	Не вдалося зафіксувати
2021.02.08	6	Не вдалося зафіксувати
2021.02.15	7	Не вдалося зафіксувати
2021.02.22	8	Не вдалося зафіксувати
2021.03.01	9	0,38
2021.03.08	10	0,31
2021.03.15	11	0,31
2021.03.22	12	0,31
2021.03.29	13	0,35
2021.04.05	14	0,35
2021.04.12	15	Не вдалося зафіксувати
2021.04.19	16	Не вдалося зафіксувати
2021.04.26	17	0,57
2021.05.03	18	0,57
2021.05.10	19	0,57
2021.05.17	20	0,56
2021.05.24	21	Не вдалося зафіксувати
2021.05.31	22	Не вдалося зафіксувати
2021.06.07	23	Не вдалося зафіксувати
2021.06.14	24	0,67
2021.06.21	25	0,61
2021.06.28	26	Не вдалося зафіксувати
2021.07.05	27	0,57
2021.07.12	28	0,51
2021.07.19	29	Не вдалося зафіксувати



Починаючи з серпня разом із ростом культури і наростанням її вегетативної маси логічно наростало значення показника NDVI. Перехід рослини до іншого етапу свого розвитку видимий на графіку (рис. 3.1) різкими ламаними лініями. Свого піку під час проходження осінньої вегетації він досягав у кінці листопада перед випаданням снігу та припиненням рослинами вегетації. Впадіння рослин в період зимового спокою дуже помітний і зобразився різким провалом на графіку та тривав до початку березня. Після відновлення вегетації показник швидко набував тих самих значень, що були під час входження в зиму.

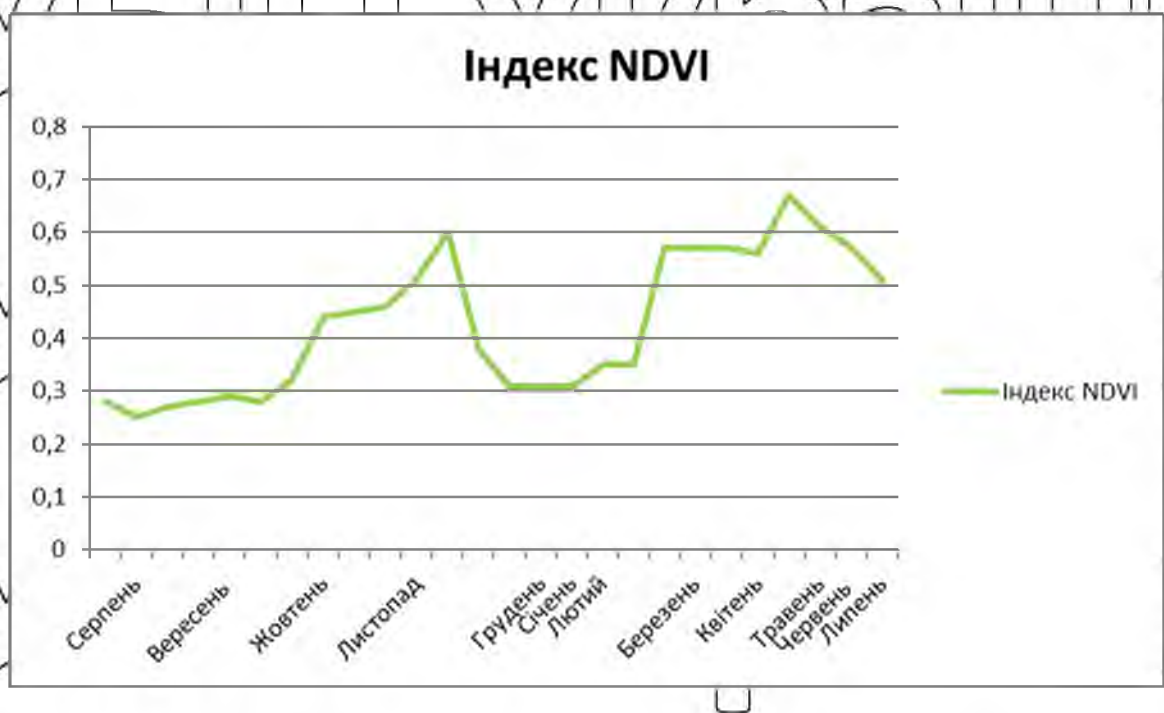


Рис. 3.1. Зміна індексу NDVI під час періоду вегетації ріпаку озимого гібриду Фінкс КД, 2020-2021 рр.

В середині квітня спостерігався спад індексу до 0,56. Цим відзначалося настання фази цвітіння. Показник зменшується через зменшення відбиття від поверхні зеленого кольору, та заміна його на жовтий (колір пестосток квітів).

З даного показника можна зробити висновок, що посіви у всі етапи свого росту та розвитку мали задовільний стан, низьке значення показника викликав лише період перезимівлі. Подальші його значення свідчать про швидке

відновлення вегетативної маси рослин, інтенсивне наростання листової поверхні та змикання рослин у рядах. Також за допомогою індексу чітко проглядається повний перехід рослин у фазу цвітіння.

### 3.1 Формування листової поверхні та структура урожайності ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ

На показник NDVI в основні фази росту та розвитку рослин ріпаку прямо пропорційно впливає площа листової поверхні. Так як існує мало досліджень в цьому напрямку задача цього визначення полягає в тому, щоб дізнатися якому показнику NDVI відповідає значення площі листків рослин. І як саме проявляється залежність, яку можна легко відобразити у графіку.

З таблиці 3.2 можна зробити висновок, що індекс прямо пропорційно залежав від кількості листової маси. Також за допомогою індексу в подальшому можна спостерігати за кількістю стручків, так як на двох варіантах їх кількість відрізнялася, так відрізнявся і індекс вегетації.

Графік 3.2. чітко відображає в якому співвідношенні залежать ці показники, та як на одиницю площі припадає значення показника вегетації, стрімке збільшення площі листової поверхні впливає на значення індексу та навпаки.

Структура урожайності є головним з методів визначення факторів, які впливають на врожайність ріпаку озимого. Лише за допомогою неї ми можемо визначити, які саме значення характеристик рослин впливають на кінцевий результат.

Зона, що була вище за індексом вегетації, відрізнялася більшою кількістю стручків та кількістю насінин в стручках, саме тому біологічна урожайність є вразі вищою (табл. 3.3).

Таблиця 3.2

Співвідношення площі листової поверхні ріпаку озимого гібриду  
Фінікс КЛ з індексом NDVI отриманого з супутника, 2021

Час визначення	Дата відбору зразків	Зона 1 з нижчою вегетацією		Зона 2 з вищою вегетацією	
		S Листової поверхні см <sup>2</sup> /1 рослина	NDVI	S Листової поверхні см <sup>2</sup> /1 рослина	NDVI
Вихід з перезимівлі	10.04	618	0,58	618	0,58
Бутонізація	07.05	1410,7	0,77	1976	0,89
Цвітіння	20.05	2613,7	0,73	2855,4	0,88
Стручкування	21.06	0	0,65	0	0,7

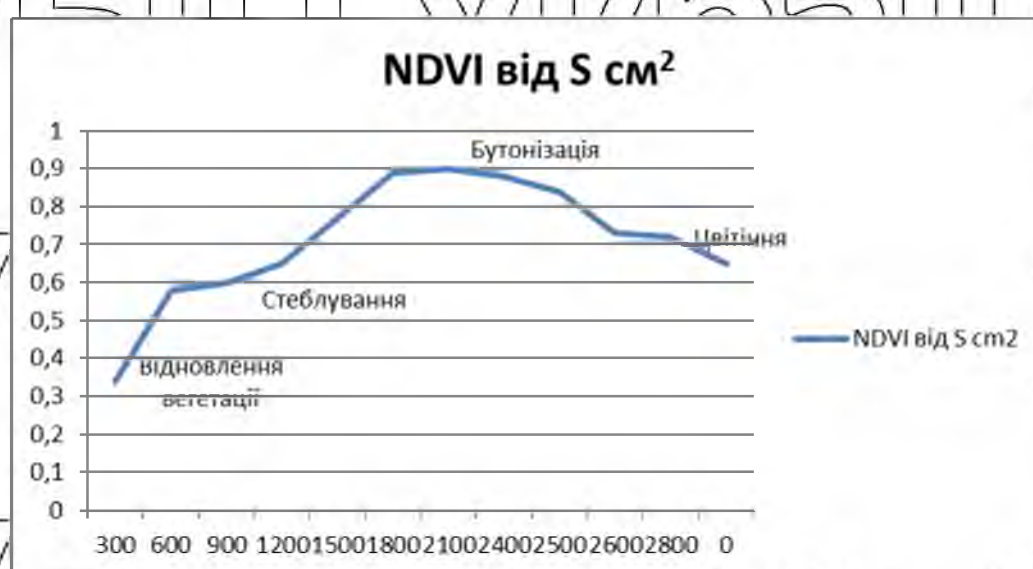


Рис.3.2. Залежність індексу NDVI від площі листової поверхні ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ, 2021

Якщо прийняти до уваги, що всі технологічні операції на даному полі проводилися не диференційовано то можна припустити, що стрес, який сприяв меншому утворенню стручків в більш слабшій зоні, викликаний забезпеченням

грунту елементами живлення. Та навпаки більш сприятливі умови живлення дали змогу рослинам закласти більший потенціал урожайності завдяки більшій кількості елементів живлення. Причому ця відмінність в живленні є дуже суттєва, так як біологічна урожайність відрізняється понад 10 центнер.

**Таблиця 3.3**  
Структура урожайності ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛІ на дослідній ділянці, 2021

Варіант	Зона 1 (Нижчий індекс)	Зона 2 (Вищий індекс)
Висота, см	175	183
Кількість рослин на 1 м <sup>2</sup>	25	25
Кількість стручків	296	340
Кількість насінин у стручку	15,5	17
Кількість насінин тис/м <sup>2</sup>	114700	144500
Маса насінин кг/м <sup>2</sup>	0,35557	0,47685
Маса 1000 нас.	3,1	3,3
Біологічна урожайність	3,5	4,8

Середня урожайність прямим комбайнуванням 3,89 т/га

### 3.2 Комплексна агрохімічна діагностика поля

Щоб дізнатися причини, чому відбувається саме така картина зонування по полю, яку отримали ми, були проведенні агрохімічні аналізи ґрунту та рослин. Адже, хоч ми можемо за допомогою біологічної урожайності дізнатися, які елементи структури вплинули на урожай та за допомогою індексів вегетації побачити ділянки, на яких вона відрізняється, це і близько не дає нам можливості визначити, чому ці процеси відбулися, тому копаємо глибше та проводимо аналізування [51]. Розпочинаємо із аналізу рослин.

**Визначення вмісту азоту у рослинах.** Значення вмісту азоту у рослинах відіграє важливу роль, через те, що даний елемент є будівельним матеріалом рослинного організму, і його кількість показує реальне споживання рослиною цього елемента і потенціал утворення нової біомаси в подальшому.

В фазу бутонізації показники в двох зонах вегетації були на рівні 0,81 та 0,83 мг відповідно в зоні з нижчою та вищим рівнем, у фазі цвітіння від децю зменшився до 0,48 та 0,50 мг відповідно, це відбувається через закінчення накопичення рослиною азоту та активної реутилізації листової поверхні, що підтверджує подальший аналіз у фазу стручкування з показниками 0,42 та 0,43 мг відповідно. Провести аналітику неоднорідності в даному випадку дуже складно, показники в зонах з різною вегетацією не відрізняються таким чином, щоб їх можна було так розцінювати. Тобто вони мають відмінність, яку можна розцінювати як похибку аналізування (табл. 3.4) [52].

Пояснити відмінність можна таким чином, поле однаково має високу забезпеченість азотом, тому рослини не відчувають його дефіциту, рослини у обох зонах споживають необхідну їм кількість азоту.

Отже, у результаті наших досліджень не підтвержене загально прийняте твердження, що на індекси вегетації здебільшого впливає азот і за картами на основі супутникових знімків можна встановити неоднорідність розподілу саме азоту є не зовсім правильним. Перевіряємо це припущення наступним аналізуванням азоту в ґрунті.

Таблиця 3.4

**Вміст загального азоту в рослинах ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ, 2021**

Варіант	Вміст загального азоту, мг/кг ґрунту	
	Зона 1 (Нижчий індекс)	Зона 2 (Вищий індекс)
Вихід з перезимівлі	0,95	0,95
Бутонізація	0,81	0,83
Цвітіння	0,48	0,50
Стручкування	0,43	0,42

**Визначення вмісту мінерального азоту у світло-сірому лісовому ґрунті.** Мінеральний азот в ґрунті досить мобільний показник, який змінюється

впродовж усього періоду вегетації. Аналізуючи його по порядку в важливих

фазах росту культури, за його зменшенням ми можемо проаналізувати інтенсивність поглинання його культурою.

Під час виходу з перезимівлі у ґрунті спостерігається високий вміст мінерального азоту (табл. 3.5). Пояснюється це ранньовесняним підживленням рослин.

Таблиця 3.5

**Вміст мінерального азоту в світло-сірому лісовому ґрунті за вирощування ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ, 2021**

Варіант	Вміст азоту, мг/кг ґрунту	
	Зона 1 (Нижчий індекс)	Зона 2 (Вищий індекс)
Вихід з перезимівлі	87,7	87,7
Бутонізація	76,5	93,8
Цвітіння	73,9	87,6
Стручкування	68,7	68,0

Далі дивлячись на фазу бутонізації та цвітіння можна зробити висновок, що рослини по зонах забезпеченні цим елементом не однаково, суттєво більшу кількість азоту, близько 20 мг/кг. Варто відмітити, що добрива на полі вносилися не диференційовано, а однією нормою по всьому полі.

Тобто одну причину неоднорідності на даному етапі можна встановити, але це дивлячись на попереднє аналізування рослин можна зробити висновок, що він не є основною причиною такої відмінності в розвитку рослин і урожайності культури [53].

Результати таблиці 3.5 чітко дають зрозуміти, чому не можна зробити один загальний аналіз ґрунту на таку площу, відбір проб у фазу виходу з перезимівлі відбувався не окремо по зонах, тому що в той час їх не можливо було встановити, і він дав нам результат, з якого можна зробити висновок, що вміст азоту підвищений, але це не є правильним.

**Визначення реакції ґрунтового розчину.** Рослини ріпаку озимого мають середню вибагливість серед польових культур щодо реакції ґрунтового розчину. Але не дивлячись на це, даний показник на рівні з азотом впливає на видиме відображення ґрунтових неоднорідностей в дистанційному моніторингу посівів, і може критично знижувати урожайність.

Стосовно показника кислотності ґрунту в двох зонах, він також відрізняється (рис. 3.6). У зоні з вищим рівнем вегетації реакція ґрунтового розчину ближча до нейтральної. В зоні з нижчим рівнем вегетації показник майже на одиницю менший. Хоча за групуванням це одна і та ж група ґрунтів за кислотністю та відноситься до нейтральних, це може мати несуттєвий вплив, але сумування декількох стресових факторів підсилюють негативність одне одного, наприклад низькі вмісти забезпечення елементами живлення на фоні підвищеної кислотності ґрунту можуть впливати на використання елементів живлення з ґрунту та добрив.

**Визначення вмісту фосфору у світло-сірому лісовому ґрунті.** Вміст фосфору впливає на формування потужної стрижневої кореневої системи рослин ріпаку, впливає на їх якість перезимівлі, та накопиченню і акумуляції енергії.

**Таблиця 3.6**  
**Реакція ґрунтового розчину у світло-сірому лісовому за вирощування**  
**ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ, 2021**

Варіант	рН	
	Зона 1 (Нижчий індекс)	Зона 2 (Вищий індекс)
Вихід з перезимівлі	6,4	6,4
Бутонізація	6,1	6,9
Цвітіння	6,2	7,0
Стручкування	6,1	6,9

Виконуючи аналізування по зонам вегетації встановлено, що вміст фосфору в ґрунті, де рослини відрізняються нижчим рівнем вегетації менший більш ніж у два рази порівняно з ґрунтом, на якому знаходилися рослини з вищим рівнем вегетації. Відповідно в зоні з кращою вегетацією в середньому 210 мг/кг та з гіршою в середньому 70 мг/кг (табл. 3.7).

**Таблиця 3.7**  
**Вміст рухомого фосфору в світло-сірому лісовому ґрунті за вирощування**  
**ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ, 2021**

Варіант	Вміст рухомих сполук фосфору, мг/кг ґрунту	
	Зона 1 (Нижчий індекс)	Зона 2 (Вищий індекс)
Вихід з перезимівлі	139	139
Бутонізація	71,1	218
Цвітіння	73,7	205
Стручкування	72,2	212

Тож, вміст фосфору є вже другим показником який впливає на неоднорідність, але тут в порівнянні з азотом не 20 мг/кг, а 100 мг/кг. Це



кардинально впливає на норму внесення фосфору, яка також вносилося не диференційовано, а сталою нормою на всій площі [54].

Вже за трьома агрохімічними показниками ґрунт є не однорідним та має в показниках досить суттєві відмінності, тому диференційоване внесення лише азоту в подальшому буде не достатнім. Згідно цих даних можемо спостерігати давно відоме всім твердження, що висока кількість азоту, не компенсує не достатнє живлення фосфором, так як і будь якого іншого елемента [55].

**Визначення вмісту гумусу в зонах неоднорідної вегетації.** Звертаючи увагу на проведені раніше аналізи доцільно було провести визначення вмісту органічної речовини. В даному випадку цей аналіз дає відповідь на причини неоднорідності.

В зоні з вищим рівнем вегетації вміст гумусу майже у двічі більше порівняно з зоною з нижчим рівнем вегетації (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Вміст гумусу в світло-сірому лісовому ґрунті за вирощування ріпаку**

**озимого гібриду Фінікс КЛ, 2021**

Зона	Гумус, %
Високий рівень вегетації	1,54
Низький рівень вегетації	2,96

Можна зробити висновок, що дана неоднорідність не є штучною та утворилася природним шляхом. Використовуючи методи дистанційного моніторингу та, в даний час, маючи доступ до багаторічних даних, супутникових знімків, можемо припустити чому відбувається створення цієї неоднорідності в даному випадку [56]. Для цього нам необхідно знайти супутниковий знімок руху вологи по нашому полю.

З агрохімічного аналізу ґрунту можна зробити висновок, що зони з неоднорідною вегетацією кардинально відрізняються за агрохімічними

грунтовими показниками, особливо це помітно по вмісту фосфору та гумусу. Саме ці два показники так суттєво впливають на рівень урожаю на ділянках неоднорідності. Відмінність у вмісті фосфору більший ніж у два рази не давала

змогу рослинам на ділянці з нижчим рівнем вегетації дати більший потенціал урожайності, така сама ситуація і з вмістом гумусу, ділянки з нижчою

вегетацією мають вміст органічної речовини вивічі менший ніж ділянки з вищою. Ці масштабні зони мають різний потенціал урожайності, і тому вимагають до себе диференційованого підходу. Немає сенсу переудобрювати

ділянки, які самі по собі мають достатній потенціал і високу забезпеченість та навпаки, більш збіднені ділянки потребують більших вкладень агрохімічних ресурсів.

### 3.3 Встановлення причини неоднорідності ґрунтового покриття досліджуваного поля

За допомогою всіх доступних методів обстеження та аналізування, можна точно встановити, що саме є причиною такої відмінності у вегетації, урожайності та агрохімічних показниках, для цього нам необхідні інструменти супутникового моніторингу.

Вибираємо знімок поля незайнятий культурою, та не обробляємо його жодним індексом вегетації. На полі чітко видно з супутника рослинність, що формується за рахунок змиву потоками води органічної речовини, та солей мінеральних речовин (рис. 3.3).

Рельєф поля є не рівномірним, і саме поле знаходиться дещо в пониженні. Таким чином, цей процес відбувається щороку, під час зливових дощів, танення снігу потік води рухається до ділянок поля, які знаходяться нижче. Разом з цими потоками на ці ділянки змивається органічна речовина та неживні речовини. Тобто багаторічний процес утворення гумусу під час перегнівання

рослинних решток, що виростають на полі, утворив більшу його кількість в тих ділянках.



Рис. 3.3 Знімок досліджуваного поля з супутника, 2021

Виходячи з цього можна зробити висновок, що рельєф, як один із факторів гумусоутворення, обов'язково необхідно враховувати і при встановленні методик відбору проб для агрохімічного аналізу ґрунту.

На знімку (рис. 3.4) ми можемо чітко спостерігати напрямок потоку води та формування природної неоднорідності ґрунтового покриву, і оцінити як природна неоднорідність відрізняється від антропогенної.

Штучна неоднорідність викликана людиною – це завжди прямі різкі лінії на знімках. Зависока норма удобрення, гербіциду, надлишкове вапнування на знімках відрізняються своєю прямолінійністю, яка часто відповідає напрямку руху техніки та ширині захвату агрегатів. Природна неоднорідність, це завжди мозаїчні потоки, плями різноманітної форми.



Рис. 3.4. Виділення зон та руху потоків води на досліджуваному полі,

2021

В даний час, коли супутникові знімки стали таким потужним інструментом в руках агровиробників, це ще раз доводить, що базуючись на знімках, як основі для відбору зразків для агрохімічного аналізу, ми матимемо дуже високу ефективність, на рівні з тією ж самою сіткою. Площа даного поля 24 га стандартна сітка відбору 5-10 гектар. Користуючись таким методом ми ризикуємо опустити ділянки неоднорідності та навпаки, відкоригуючи методику відбору за знімком при однаковій кількості відборів, матимемо набагато більшу продуктивність.

### 3.4 Картографування урожайності ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ

Картографування як один із сучасних методів точного землеробства дає можливість поглянути не лише на потенціал поля, а і на потенціал окремих його ділянок, що в подальшому надає змогу раціонально використовувати

ресурси. Карта урожайності порівняно з картами індексів дає уже реальні зони які можна фінансово обрахувати.

За допомогою системи від компанії Climate Fieldview на досліджуваному полі збір урожаю проводився з створенням карти урожайності (рис. 3.5). На карті можна спостерігати чітко видимий пропуск. Це ще раз доводить не досконалість систем на даний час, і потребу в їх постійному контролі, і добросовістності оператора.

Урожай поля збирався в межах одного дня та одноманітних погодних умов тому ми можемо виключити можливість недорідності карти через осипання ріпаку, яке відбувається при передостиганні.

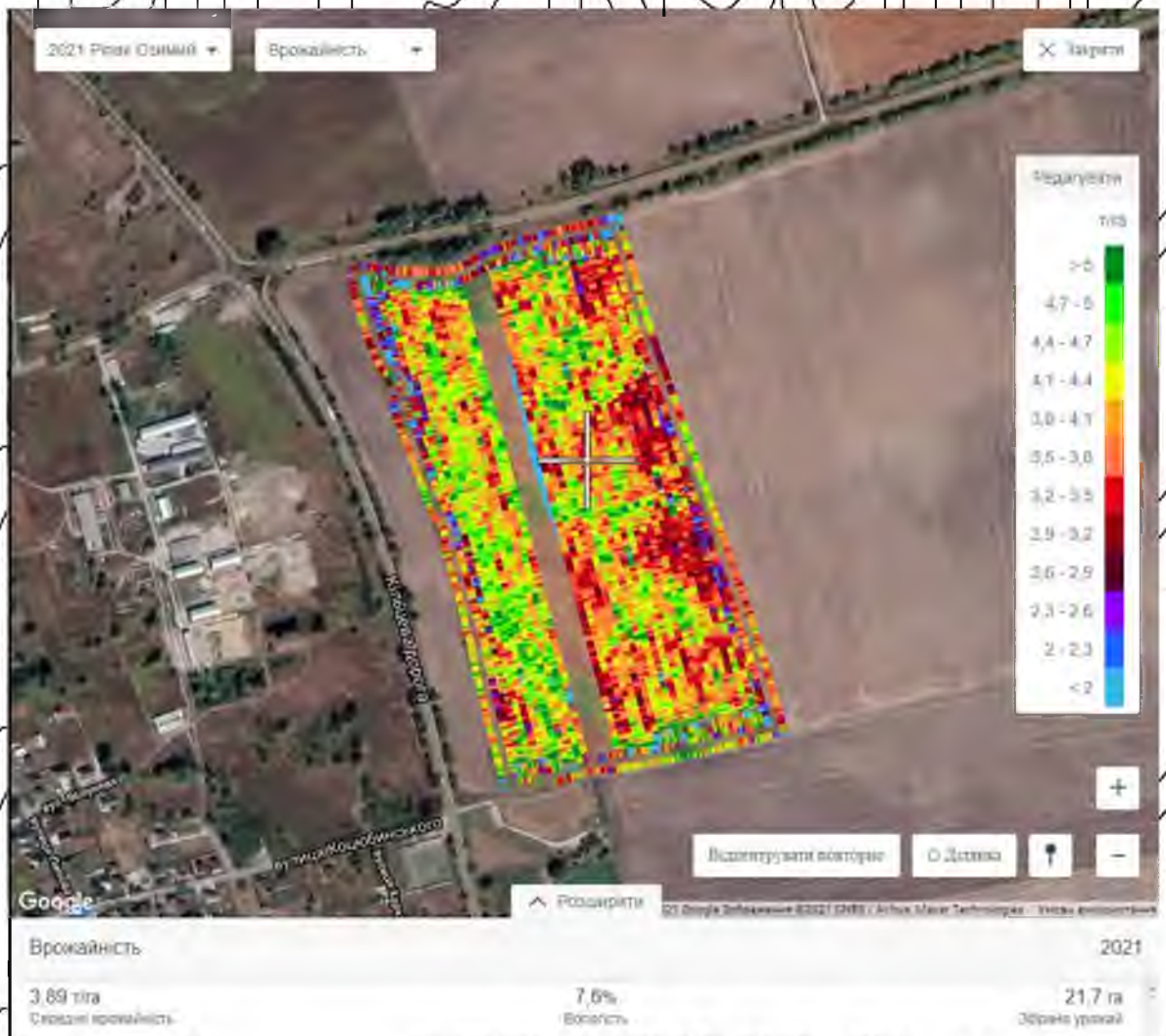


Рис. 3.5. Карта урожайності ріпаку озимого гібриду Фінікс К.І., 2021

Карта урожайності співпадає з нашим попереднім визначенням неоднорідності, та індексами вегетації. Слід зазначити, що не дивлячись на контрастність карти урожайності та на те, що вона має зони з високою продуктивністю та низькою, урожайність на дуже малій площі поля становить менше 2,6 т/га, що є досить високою урожайністю для цієї культури, а наші окремі зони з високою продуктивністю і високими агрохімічними показниками ґрунту показували урожайність на рівні від 4 до 5 т/га.

Загалом сприятливі погодні умови цього сезону дали можливість забезпечити високу продуктивність усіх площ культури, сприяли підвищенню коефіцієнтів використання добрив, та активному формуванню вегетативної і генеративної маси рослин. Вірні кроки на кожному технологічному етапі вирощування культури так чи інакше або підвищували урожайність, як у випадку з добривами, так і допомагали зберегти уже закладений потенціал урожайності, як у випадку з засобами захисту рослин.

Дані з картографування урожайності, індексів вегетації та агрохімічного аналізу ґрунту можна використовувати для подальшого диференційного внесення агресурсів, а також для більш детального аналізування агрохімічних показників та створення сітки та маршрутів для відбору зразків.

Попри те, що більшість агровиробників зараз стверджує, що високими нормами мінеральних добрив можна нівелювати низьке забезпечення органічною речовиною та збіднені ґрунти, але зараз ми спостерігаємо зворотню картину. І це явно підтверджує карта урожайності в точка відборів, де вміст гумусу 3% урожайність в середньому становить 4,5 т/га, в той час як в точках з вмістом гумусу 1,5% лише 2,6 т/га.

Тому слід звернути увагу на внесення органічних добрив з доступних на даний час курячого та індичого посліду, а також посіву сидеральних культур.

Господарство використовує диференційовану систему обробітку ґрунту, попри зменшення таким чином в сівозміні такої агресивної операції обробітку ґрунту як оранка, що інтенсивно сприяє витрачання органічної речовини, все ж вона присутня.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Економічна ефективність – найважливіший показник ведення будь якого бізнесу. Агровиробництво не є виключенням. На основі карти урожайності можливо оцінити економічну ефективність кожної окремої ділянки поля, для цього нам необхідні показники, які подані у таблиці 4.1. На вирощування ріпаку озимого цього сезону було затрачено 28000 грн на гектар. Так як до поля не було застосовано диференційованого підходу затрати на кожен гектар будуть однаковими.

Таблиця 4.1

### Економічна ефективність ріпаку озимого, гібриду Фінікс КЛ, 2021

Урожайність, т	Ціна, т	Вартість врожаю, грн	Загальні витрати, грн	Дохід, грн	Рентабельність, %	Окупність 1 грн, грн
2,0	16936	33872	28000	5872	21,0	0,21
2,3	16936	38953	28000	10953	39,1	0,39
2,9	16936	49114	28000	21114	75,4	0,75
3,2	16936	54195	28000	26195	93,6	0,94
3,5	16936	59276	28000	31276	112	1,12
3,8	16936	64357	28000	36357	130	1,30
4,3	16936	72825	28000	44825	160	1,60
4,6	16936	77906	28000	49906	178	1,78
5	16936	84680	28000	56680	202	2,02
Середнє	16936	59464	28000	31464	112	1,00

За допомогою таблиці 4.1 та карти урожайності можемо візуально відобразити карту рентабельності та карту доходу по нашому дослідному полі та ще раз довести необхідність диференційованого підходу до кожної окремої зони на полі, отже будемо дві картограми (Рис. 4.1) та (Рис. 4.2).



Рис. 4.1. Зональна карта доходу згідно карти урожайності ріпаку озимого гібриду Фінікс К.Я. 2021

Карты доходу та рентабельності дають чітке розуміння та фінансове вираження, як впливає продуктивність окремих ділянок поля на кінцевий результат.

Цього рік завдяки високому запасу вологи та достатній кількості опадів протягом вегетаційного сезону, що сприяло більшій ефективності мінеральних добрив та формуванню вегетативної маси рослин, в середньому було отримано дуже високий дохід 31464 грн та високу 112 % рентабельність.



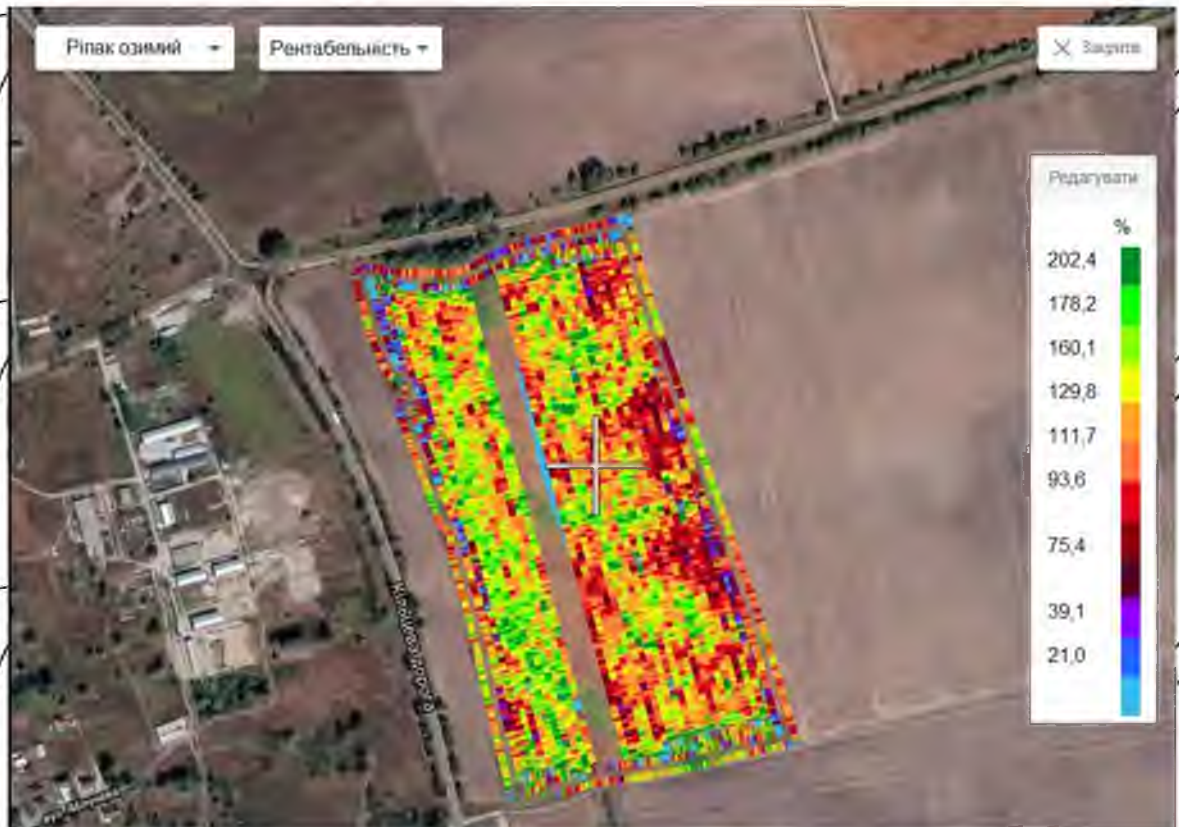


Рис. 4.2. Зональна карта рентабельності згідно карти урожайності ріпаку озимого гібриду «Фінікс КЛ», 2021

Але слід також зауважити, що значні частини поля мали рентабельність по нашим зонах дослідження 160% у вищій зоні та 93 % у нижчій з доходом 44825 грн та 26195 грн відповідно.

Можна зробити висновок, що за рахунок у двічі більшої кількості органічної речовини та окремих показників забезпечення ґрунту елементами живлення, дохід в цих ділянках також майже в двічі різниться за доходом та рентабельністю.

Отже, точне землеробство, та картографування урожайності дає чітке розуміння економічної ефективності окремих ділянок поля та необхідності диференційованого підходу до них. Зональність що була виражена у знімках NDVI, агрохімічному аналізі ґрунту, застосуванні багаторічних супутникових знімків та карт урожайності прямо пропорційно впливала на зональність отримання економічної ефективності культури.

Зони, що були помічені раніше, починаючи з фази бутонізації, говорили нам про подальшу їх економічну продуктивність. У подальшому, аналізуючи знімки посівів, можна буде користуватися даними знаннями, щоб починати корегувати ці питання під час періоду вегетації культури за допомогою диференційованого підживлення елементами живлення, не тільки азотом, а і фосфором, який в нашому випадку відіграв досить важливу роль у формуванні кінцевої продуктивності.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## ВИСНОВКИ

У результаті діагностики живлення у критичні періоди росту і розвитку рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ за використання методів спектрального аналізу нами встановлено:

4. За допомогою супутникового моніторингу можна точно встановлювати зони неоднорідності ґрунтового покриття, та відстежувати напрямок зміни цих неоднорідностей. Індекси вегетації NDVI прямопропорційно відображають площу листової поверхні рослин на початку вегетації, та в подальшому після їх (листіків) реутилізації, кількість стручків, та гілочок на рослині. Найбільш точніше продуктивність рослинності визначають індексні карти у фазу стручкування та наливання урожаю. Рослини зони із вищим індексом NDVI (0,89-0,70) були вищими (183 см), сформували більшу площу листової поверхні (618-2855,4 см<sup>2</sup>/1 рослина) у період бутонізації-стручкування, кількість стручків (340 шт/рослина) та інших елементів структури врожаю, що обумовило рівень врожайності 4,8 т/га.

5. Комплексна агрохімічна діагностика поля дала можливість встановити причини просторової неоднорідності розвитку рослин ріпаку озимого гібриду Фінікс КЛ: ґрунтова ділянка темно-сірого опідзоленого ґрунту зони вищого розвитку рослин характеризувалась вищим вмістом мінерального азоту (68-93,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (139-218 мг/кг ґрунту) та на одиницю вищий показник рН ґрунтового розчину.

6. Просторова неоднорідність ґрунтового покриття досліджуваного поля має природний характер і обумовлена рухом потоків води у результаті змін рельєфу, що необхідно враховувати при розробці карт завдань для відбору зразків ґрунту при агрохімічних дослідженнях.

7. Просторова неоднорідність показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту обумовила зональне формування врожайності посіву ріпака озимого гібриду Фінікс КЛ. Рослини із вищим індексом вегетації сформували біологічну врожайність на рівні 4,8 т/га, у той час як із нижчим –

3,5 т/га, відповідно неоднорідну рентабельність по полю (60% і 93% відповідно по зонах). Це є підставою стверджувати про необхідність диференційованого внесення агроресурсів, особливо азотних і фосфорних добрив.

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

НУБІП Українни

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ:  
 НУБІП України

1. 3 метою визначення рівня розвитку рослин ріпака озимого із

врахуванням просторової неоднорідності ґрунтового покриття доцільно

використовувати програми супутникового моніторингу посівів.

НУБІП України

2. 3 метою встановлення причин просторової неоднорідності показників  
 родючості ґрунтів необхідно проводити комплексну агрохімічну

діагностику поля для подальшої розробки карт-завдань для

диференційованого внесення агропосівів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Господаренко Г.М. Агрохімія – К.: Аграрна освіта, 2013
2. [Електронний ресурс] // DSV-UKRAINA, 2021. Режим доступу до ресурсу <https://www.dsv-ukraina.com.ua/exaport/sites/dsv-ukraina.com.ua/extras/download/Welrekord.pdf>
3. Яковенко Т. М. Олійні культури України. К. Урожай
4. Лагодієнко Н.В. Національне аграрне виробництво в умовах поглиблення міжнародної інтеграції. Монографія. Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020
5. Каюмов М.К. „Программирование продуктивности полевих культур”,
6. Господаренко Г.М., Єценко В.О. Система технологій в рослинництві. Умань, 2008.
7. Жаркова О. Озимий ріпак – нові пропозиції. Пропозиція. Київ, 2014.
8. Лукянчик М. М. Агробіологічний контроль за станом посівів озимих зернових культур та озимого ріпаку під час осінньо-зимової вегетації : метод. рек. // Інститут СГ Західного Полісся НААН. Рівне, 2012.
9. Секунд М. П., Лапа О. М., Марков І. Л. Технологія вирощування і захисту ріпаку. Київ : Глобус-Принт. 2008.
10. <https://www.soft.farm/uk>
11. Как беспилотники используются в точном земледелии. (2015). [Електронний ресурс] // ParaGraf.ru. Режим доступу до ресурсу <https://www.paragraf.ru/post/2015/11/01/paragrafu-как-беспилотники-используются-в-точном-земледелии>
12. Богдан Малиновский.(2017). Про що розповість аерофотозйомка сільгоспурідь, зроблена за допомогою дрона? [Електронний ресурс] // Пропозиція. 2017 Режим доступу до ресурсу <https://propozitsiva.com/ua/o-chemrasskazhet-aerofotosemka-selhozugodiy-sdelannaya-s-pomoshchyu-drona>.
13. Аерофотозйомка за допомогою БЛА (БПЛА). (2019). Банкомзв'язок. [Електронний ресурс] // ВКС. 2019 Режим доступу до ресурсу <https://www.bkc.com.ua/news-type/aerofotozjomka-za-dopomogoju-bla-bpla/>.

14. Дроны для геодезической съёмки. (2019). [Електронний ресурс] // [pervo.ru](http://pervo.ru). 2019. Режим доступу до ресурсу <https://www.pervo.ru/news/tech/48069-drony-dlja-geodezicheskoi-semki.html>.

15. Зубець М. В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2004.

16. Грунти і їх родючість: Підручник. – К.: Вища школа, 1993.

17. Польчина С.М. Грунтознавство. Головні типи ґрунтів Ч. 1, 2. Чернівці: Рута, 2000, 2001

18. Грунтознавство з основами геології: Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А.: Підручник. – Чернівці: Книги – XXI, 2008

19. Гудзь В.П., Лісвал А.П., Андрієнко В.О., Рибак М.Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: Підручник. За редакцією В.П. Гудзя. Друге видання, перероблене та доповнене. -К.: Центр учбової літератури, 2007.

20. Агрокліматичний довідник по території України. За ред. Г.І. Адаменко, М.І. Кульбіди, А.Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза, 2011.

21. Куперман Ф. М. Морфофізіологічна змінність рослин в онтогенезі. М. Московський університет, 1963.

22. Абрамук М. І., Лис Н. Н. Влияние агротехники и минерального питания на биоэнергетические и экономические показатели выращивания рапса озимого : сб. науч. тр. : Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее. Житоно. 2012.

23. Аксьонов О. С. Екологічні особливості факторів екології Києва // Вісник НАУ. – 2008.

24. Кириченко О.С., Сучасні особливості клімату України // Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії : матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених, м. Суми, 30 квітня 2020 р.

25. Ліпінський В. М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України / В. М. Ліпінський // Інвестиції та зміна клімату: можливості для України: Міжнар. конф. – К., 10-11 липня 2002 р.

26. Марков І. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. Агрономія сьогодні (тематичний додатак). Агробізнес сьогодні. 2011.

27. Гуляєв Б. Г., Рогач В. В., Кур'ята В. Г., Кірізін Д. А. Екофізіологічні особливості та продуктивність ріпаку. Физиология и биохимия культурных растений. 2008.

28. Троян М. В., Бугай В. П., Сипливець О. П. Як використовуємо сортові ресурси. Урожайництво. 2006.

29. Распутенко А. О. Перезимівля рослин сортів ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення» (м. Житомир, 7–8 червня 2018 р.). Житомир : Рута, 2018.

30. Волощук О. П., Случак О. М., Распутенко А. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018.

31. Вегетаційні індекси NDVI, EVI, GNDVI, CVI, True color. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.soft.farm/uk/blog/vegetation-indeksi-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140>

32. [Електронний ресурс] // DSV-UKRAINA 2021 Режим доступу до ресурсу <https://www.dsv-ukraine.com.ua/>

33. [Електронний ресурс] // LNZWEB 2021 Режим доступу до ресурсу <https://lnzweb.com/ru/blog/tehnologiya-viroshchivaniya-sonyashniku-clearfield>

34. [Електронний ресурс] // DSV-UKRAINA 2021 Режим доступу до ресурсу <https://dsv-seeds.com.ua/ru/product/finiks-kl>

35. [Електронний ресурс] // DSV-UKRAINA 2021 Режим доступу до ресурсу <https://dsv-seeds.com.ua/uploads/product/38/2197f087fc4de63728ac77945742107f.pdf>



36. [Электронный ресурс] // DSV-UKRAINA 2021 Режим доступа до ресурсу  
<https://dsv-seeds.com.ua/ru/raps>

37. [Электронный ресурс] // DSV-UKRAINA 2021 Режим доступа до ресурсу  
<https://dsv-seeds.com.ua/ru/raps/winterraps>

38. [Электронный ресурс] // Syngenta 2021 Режим доступа до ресурсу  
<https://www.syngenta.ru/news/2021/04/02-crowwise-operations-new-name-for-cropio>

39. [Электронный ресурс] // aero3d.com Режим доступа до ресурсу  
[https://aero3d.com.ua/product/kvadrokopter-dji-phantom-4-pro-v2-](https://aero3d.com.ua/product/kvadrokopter-dji-phantom-4-pro-v2-0/#:~:text=Функциональна%20камера&text=Камера%20Phantom%204%20Pro%20V2,265)

0/#:~:text=Функциональна%20камера&text=Камера%20Phantom%204%20Pro%20V2,265.

40. Джура Ю. Ріпак озимий: вирішуємо без мажорів. Пропозиція. 2012.

41. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 1985.

42. Методика определения экономической эффективности исследований в сельском хозяйстве, результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений // Г. В. Лоза, Е. Я. Удовенко, В. Е. Вовк и др. Москва : Колос, 1980.

43. Удобрения, их свойства и способы использования ; под ред. Д. А. Коренькова. Москва : Колос, 1982.

44. Коць С. Я., Петереон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005

45. Чикалова Ж. В., Рак М. В. Эффективность различных доз и форм борсодержащих микроудобрений на посевах озимого рапса при разных уровнях азотного питания. Материалы конф. XIV Международной науч.-практ. конф. «Современные технологии сельскохозяйственного производства» : Гродно : Полиграфический отдел УО «ГГАУ», 2011

46.[Електронний ресурс] // serviceagrozhid Режим доступу до ресурсу <https://serviceagrozhid.com.ua/novyny/agronomicnyk/nasla-meta-50-tis-ga-ozimogo-praku/>

47.Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб]. – М.: Агропромиздат, 1985.

48.Ничипорович А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах

49. <https://www.soft.farm/uk/blog/vegetacijni-indeksi-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color+140>

50.Городній М.М. Агрохімічний аналіз. – К.: Вища школа, 1972

51.Лисовал А.П. „Агрохімія”. Лабораторний практикум. 1984

52.Лисовал А.П. „Система применения удобрений”. 1989

53.Карасюк І.М. Агрохімія, – К.: Вища школа, 1995

54.Господаренко Г.М. Агрохімія мінеральних добрив. – К.: Наук. світ, 2003

55.[Електронний ресурс] // Інтер агро Режим доступу до ресурсу <https://integro.co.ua/prostorova-neodnorodnist-vlastyvostej-gruntiv/>

56.[Електронний ресурс] // Syngenta 2021 Режим доступу до ресурсу <https://www.syngenta.ru/news/2021/04/02-cropwise-operations-new-name-for-cropio>