НУБіП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – МР. 1642 «С» 2021.10.07 3 ПЗ

СЕМЕНЮК ОКСАНИ ВАСИЛІВНИ

2021 р.

НУБіП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Агробіологічний факультет

УДК 633.854.79„324:528.4

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
Агробіологічного
_____ професор Тонха О. Л.
“__”_____2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна
_____ професор Бикін А. В.
“__”_____2021р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

з теми: Технологічне регулювання продуктивності ріпаку озимого з дистанційним моніторингом посівів

Спеціальність __201 Агрономія_____
(код і назва)

Освітня програма __Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві_____
(назва)

Орієнтація освітньої програми __освітньо-професійна_____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

д.с.-г.н., професор, _____ _____ Бикін А.В._____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент _____ _____ Пасічник Н.А._____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконала _____ Семенюк О.В____
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Агробіологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Професор, д.с.-г.н. _____ Бикін А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“____” _____2021 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТЦІ

Семенюк Оксані Василівні

Спеціальність 201Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Технологічне регулювання продуктивності ріпаку озимого з дистанційним моніторингом посівів»

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

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25.10.2021
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи агрономічні доелідження

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Огляд наукових літературних даних за темою роботи.
2. Дані супутникового моніторингу дослідного поля і спектральних досліджень за допомогою БПЛА
3. Результати аналітичних досліджень ґрунту, рослинного матеріалу, фенологічних і біометричних досліджень

Дата видачі завдання “07” жовтня 2020 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Пасічник Н.А.
(підпис)

Завдання прийняла до виконання _____ Семенюк О.В.

НУБіП України

РЕФЕРАТ

магістерської кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Тема роботи: «Технологічне регулювання продуктивності ріпаку озимого з дистанційним моніторингом посівів»

НУБіП України

Дипломна робота виконана на 75 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць, 21 рисунок, список літератури включає 58 джерел. Складається зі вступу, 5 розділів, висновків та рекомендацій виробництву.

НУБіП України

Робота виконана за результатами власних досліджень – польових, лабораторних – із вивчення ефективності двох схем посіву ріпаку озимого щодо живлення рослин. Проведення наземних досліджень супроводжувалися дистанційним моніторингом за супутниковими даними і за допомогою БПЛА. Окремим розділом роботи є методична частина, в якій зазначені методи аналізів і сервіси дистанційного моніторингу. Експериментальна частина містить проаналізовані результати аналізу поживного режиму ґрунту, засвоєння елементів рослинами ріпаку протягом вегетації. За результатами сформовані висновки.

НУБіП України

Ключові слова: ріпак озимий, живлення рослин, технологія вирощування, дистанційний моніторинг, вегетаційні індекси.

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

ЗМІСТ

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. ЖИВЛЕННЯ БІЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ РІПАКУ ОЗИМОГО 7

1.1 . Живлення ріпаку озимого та біологічні особливості культури 7

1.2 Технології цифрового землеробства 11

1.3 Технологічне регулювання продуктивності 13

1.4 Фізіологія проходження фаз росту та розвитку ріпаку озимого 16

1.5 Вплив стресових факторів на ріст та розвиток ріпаку озимого 20

1.6 Використання методів дистанційного зондування землі в сучасному сільськогосподарському виробництві 22

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 25

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови 25

2.2 Характеристика гібридів ріпаку озимого 28

2.3 Технологія вирощування ріпаку озимого в господарстві 30

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА (аналіз та результати досліджень) .....

3.1. Дистанційний моніторину стану фітоценозу 35

3.2. Результати біометричних і агрохімічних досліджень рослин ріпаку й темно-сірого опідзоленого грунту 43

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННІ РІПАКУ ОЗИМОГО 56

ВИСНОВКИ 65

РЕКОМЕНДАЦІЇ 66

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 67

ДОДАТКИ 73

НУБіП України

ВСТУП

На даний час сільське господарство в Україні та інших аграрних та аграрно-промислових країнах стрімко розвивається. Завдяки інтенсивним технологіям вирощування між різними виробниками в агробізнесі постійно підтримується напружене висококонкурентне середовище. Але на даному етапі коли рівень хімізації землеробства досягнув дуже високого рівня і перестав давати високі прирости урожаю, перед науковцями і аграріями постало питання яким чином при тих же затратах енергоресурсів та розхідних засобів виробництва, добрив хімічних меліорантів тощо. Отримувати сталий рівень урожайності та поступово підвищувати його.

На допомогу цьому разом із бонусами у вигляді швидкої продуктивності оглядів полів та їх оцінки прийшли методи дистанційного моніторингу, що дозволяють аграріям навіть не виходячи з кабінету візуально оцінити стан полів їх неоднорідність як в масиві так і в межах одного поля та застосовувати диференційований підхід до них.

Звісно доступ до цих технологій і можливості використання їх в промисловому виробництві виглядають дуже перспективно але залишаються все ж не вивченими і дуже великий відсоток фахівців не вміють з ними працювати. Це пов’язано на сам перед із тим, що на даний час в Україні проведено досить мало досліджень та вивчення цих технологій залишається лише теоретичним.

Тому основним завданням цієї роботи є практичне вивчення методів дистанційного моніторингу, вивчення та оцінка спектрального аналізу посівів та проведення залежностей та кореляцій між тими показниками, що можуть дати нам засоби БПЛА чи супутники з фактичними проблемами чи неоднорідностями на полі для подальшого більш глибшого розуміння відображення процесів росту і розвитку рослин на даних картах та індексах.

НУБіП України

РОЗДІЛ 1. ЖИВЛЕННЯ БІЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ РІПАКУ ОЗИМОГО

1.1. Живлення ріпаку озимого та біологічні особливості культури

Ріпак дуже відома культура по всьому світі , на теренах України одна з найбільш поширеніших олійних культур (Поступається лише соняшнику). Має цінні кормові властивості, але на даний час через поганий розвиток тваринництва основною ціллю вирощування ріпаку є ріпакова олія [1].

Старі сорти з високим вмістом в насінні шкідливих речовин (глюкозинатів та ерукової кислоти) придатні для виготовлення промислових продуктів, біопалива, лаків мастильних матеріалів. Підвищення попиту на ріпак та збільшення його посівних площ пов'язані більшою мірою з цінами на нафтопродукти. З їх підвищенням ціна на ріпакову олію також підвищується і часта в посівних площах аграріїв відповідно також стає дуже високою. Але це має свої за і проти так як озимий ріпак перебуває на полі 11 місяців і за цей час ціни на нього можуть досить різко змінитися [2-4].

В рослин добре розвинена стрижнева коренева система. Корінь проникає у грунт у середньому до 2 метрів, бічні корені добре розгалужуються та сягають в діаметрі до 80 сантиметрів. Подібно соняшнику має властивість мобілізувати сполуки з нижніх шарів грунту у верхні (за рахунок їх використання та залишення в своїх рештках та коріннях після збирання культури) чим і стає гарним попередником для наступних культур [3, 5].

Має одне стебло на якому розташовуються гілочки, ріпак дуже добре гілкується може виростати в висоту до 2 метрів, досить велика кількість сортів є мобільним з високою густотою вони ростуть вищі, а коефіцієнт гілкування низький, зрідженні посіви через велику ширину міжряддя чи через погане перезимівлі, навпаки, мають більше гілкування та займають вільний простір [1, 2, 6].

Особливістю біології рослин є те що вона дуже холодостійка загартування рослин проходить у два етапи, перший проходить етап осінню при

не сильному зниженні температур близько 6 градусів, і триває від 15 діб до місяця. Дуже часто користуються регуляторами росту щоб ріпак не переріс і в оптимальному епіввідношенні входив в зиму з не витягнутою точкою росту . Другий етап проходить уже при відносно не високих мінусових температурах - 5-6 градусів [3,7].

Що стосується вологості, він дуже вимогливий, залежно від сорту або гібриду, в середньому при необхідно 600-700 мм для високої продуктивності, 500-600 мм дає задовільний урожай, а при менш ніж 500 мм урожайність значно зменшено. Навесні, після відновлення рослинності, добре використовує накопичені запаси вологи взимку. Критичною фазою для рослини є ріст стебел та вегетативної маси, нестача вологи або ж пізньовесняні заморозки можуть призвести до передчасного цвітіння, а посуха в цей час може призвести до опадання квітів та скорочення цієї фази [5, 8].

Ріпак - рослина з тривалим світловим днем, і під час загартовування гарна погода сприяє підвищенню морозостійкості. Найкращі умови для росту та рослинності - похмура погода, адже ріпак любить високу вологість та помірно низькі температури. Вимоглива до родючості ґрунтів, кращими для вирощування є темно-сірі, сірі та чорноземні ґрунти, віддає перевагу нейтральним або слабо кислим ґрунтам. Важкі та глинисті ґрунти, а також пилуваті піски не придатні для вирощування. Лісостепові ґрунти є найкращими для вирощування цієї культури, а область найвищих врожаїв знаходиться на правому березі лісостепової зони [9-10].

Ріпак озимий досить чутливий до умов вирощування, особливо в перший період вирощування, тобто під час підготовки до зимівлі. Тривале зниження, температур без снігового покриву, призводить до пошкодження або навіть повної загибелі рослини. Іноді при дуже несприятливих умовах зимівлі не стійкі сорти можуть вимерзати повністю [11-13].

Коренева шийка озимого ріпаку перед зимівлею в ідеалі повинна бути діаметром 8 мм. Кількість листя та їх розмір також важливі, саме листя допомагають коріню не змерзнути взимку, покриваючи кореневу шийку.

Як і будь-якій культурі, потрібно дуже багато різноманітних речовин та елементів, щоб рости і розвиватися, кожен з яких відповідає за конкретні процеси в рослині, вони доповнюють один одного в різній мірі або ж навпаки пригнічують [14-18].

Рисунок 1.1. Джерело рисунку: https://www.yara.ua/crop-nutrition [19]

Азот. На одну тону урожаю ріпак споживає 50 кг азоту, він майже перший серед польових культур, поступаючись лише соняшнику. Незважаючи на таку велику кількість , половина використаного азоту переробляється із залишками рослин і мінералізується. Кількість азоту прямо пропорційна врожаю, але при низькому рівні фосфору та калію ефективність азотних добрив різко падає.

Фосфор. Коренева система ріпаку здатна розчиняти фосфор з важкорозчинних сполук.. Попит на фосфор у ріпаку більший, ніж у інших злакових культурах, він найбільш інтенсивно засвоюється у фазі бутонізації культури, в період між бутонізацією та цвітінням. Як і у всіх сільськогосподарських культура, він впливає на розвиток нормальної кореневої

системи та листкової розетки, підвищує морозостійкість та підвищує стійкість рослин до вилягання.

Біогенний елемент	Винос
Азот (N), кг/га	180..300
Фосфор (P2O5), кг/га	60..100
Калій (K2O), кг/га	200..400
Кальцій (CaO), кг/га	120...200
Сірка (S), кг/га	80...180
Магній (Mg), кг/га	50..90
Залізо (Fe), г/га	350..800
Мідь (Cu), г/га	30..60
Цинк (Zn), г/га	400..700
Марганець (Mn), г/га	1300..2500
Бор (B), г/га	250..500
Молібден (Mo), г/га	12..25

Рисунок 1.2. Винос елементів насінням ріпаку озимого, з відповідною побічною продукцією, із ґрунту (за даними Д. Шпаар, 2004) [43]

Калій. Сприяє накопиченню, зберіганню та синтезу вуглеводів, що підвищує морозостійкість. У міру збільшення кількості вуглеводів у клітинах підвищується осмотичний тиск, завдяки чому коренева система поглинає воду і разом з нею розчинені мінеральні сполуки. Також сприяє стійкості до хвороб, його оптимальна кількість збільшує шанси на якісну зимівлю, оскільки також покращує зимостійкість рослин.

Сірка – безпосередньо впливає на вміст олії в насінні, ріпак є найбільш вимогливою культурою з точки зору вмісту сірки в ґрунті. Через її дефіцит синтез білка сповільнюється [43-22].

Бор – із групи мікроелементів, він є найважливішим у вирощуванні культури. Ознаки його дефіциту найчастіше спостерігаються на карбонатних ґрунтах з високим вмістом кальцію. Вапнування кислих ґрунтів позитивно впливає на ґрунтове середовище, але блокує рухливість бору і робить його недоступним для ріпаку [43-23].

Також слід приділити увагу до технології вирощування яка в ріпаку досить специфічна та вибаглива через це врожайність культури зростає досить

повільно, важливою проблемою є якісна перезимівля, яка багато в чому залежить від вибору гібридів та сортів з хорошим загартовуванням та зимостійкістю. Посів слід проводити з нормою висіву, яка дасть оптимальну густоту стояння рослин на час входу в зиму. Чим ближче до оптимуму, тим більша ймовірність перезимувати [24, 25].

Попередник озимого ріпаку повинен залишити поле принаймні за 40 днів до сівби. Не рекомендується сіяти ріпак після (капусти, редьки чи гірчиці). Якщо попередником була пшениця чи інша злакова культура і після неї залишається багато біомаси, рекомендується використовувати деструктор або дозу азоту для прискорення мінералізації [26].

Важливо також розробляти систему живлення так, щоб восени співвідношення фосфору, калію в рослинах, перевищувало азот, надлишок азоту не сприяв переростанню, а калій сприяв накопиченню цукру та вуглеводів для зимівлі. Деякі технології засновані на вирощуванні ріпаку як біоенергетичної культури для приготування палива та мастильних матеріалів. Вибираються спеціальні гібриди з високим вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів, систему живлення акцентують на сірці [27-28].

1.2 Технології цифрового землеробства

На сьогоднішній день використання у сільському господарстві дронів та супутників для контролю станів посівів, проведення якісних агротехнічних операцій є дуже поширеним елементом сільського господарства. Використання дистанційного моніторингу посів за допомогою дронів та супутників дає змогу агроному оцінити стан посівів за менший час та більшу площу, ніж він це робив би за допомогою маршрутного обстеження [439-30].

Визначення вегетаційних індексів та створення на їх основі карт вегетації дає змогу агрономам вчасно реагувати на зміни які відбуваються в рослині, ще до появи видимих ознак. Для формування біомаси здорові рослини відбивають інфрачервоний спектр, а поглинають червоний, зелений та блакитний спектр. Вегетаційні індекси будуються з врахування різниці між відбитим та

поглинутим спектром світла. Одним з найвідоміших показників є індекс NDVI який дозволяє оцінити стан, продуктивність, а також врожайність рослинного покриву. Цей індекс є досидь ефективним, коли поверхня поля повністю покрита рослинністю. На початкових етапах розвитку рослин використання NDVI дає велику похибку сприймаючи ґрунт як неживу рослину. У цьому випадку доцільнішим є використання SAVI. Це індекс рослинності який враховує поправку на ґрунт [43].

На сьогоднішній день існує маса обладнання для застосування цифрових рішень в агрономії. Одним із таких приборів є пенетрометр оснащений електроиним блоком за допомогою якого можна отримувати дані на електронній шкалі що містить дані про щільність ґрунту на різній глибині, прив'язка до точок за допомогою GPS, а також можливість передачі даних на ПК з подальшим використанням даних для побудови карти щільності ґрунту [3343].

Використання спектрометрів дає змогу отримувати інформацію про вміст елементів живлення рослин. Також для оперативної оцінки стану поля є можливість використання різного роду вологомірів, pH-метрів, термометрів, а також портативних лабораторій.

Одним з інноваційних рішень в агрономії є використання дронів з вбудованою мультиспектральною камерою. Це рішення пришвидшує отримання даних про проблемні ділянки поля. Також крім мультиспектральних камер, дрон можна оснащувати RGB-камеру, тепловізор для оцінки якості зрошення поля [34].

Використання супутникових знімків при моніторингу має свій ряд переваг. Однією з яких є можливість отримання інформації по полю не виходячи з дому, а також змога охопити значну площу полів. Це також дає можливість проаналізувати розвиток культур як в поточному році, так і в попередні роки. Також використовують прилади які дають змогу вимірювати потребу рослин у азоті. Одним із таких приладів є GreenSeeker [43].

НУБіП України

Використання приладу SoilCare для експрес-аналізу ґрунту дозволяє отримати важливі показники ґрунту просто на полі за декілька хвилин. Принцип дії цього приладу полягає в аналізі спектрального зображення ґрунту за спеціально розробленою програмою. Для аналізу відбираються зразки з декількох ділянок поля, кожен з яких сканується приладом. Дані з приладу надсилаються на мобільний пристрій, де на основі спектрального відбиття і регресійних моделей виконується розробка показників якості ґрунті, які узгоджуються з базою даних і передаються користувачу [36-37] .

1.3 Технологічне регулювання продуктивності

Вирощування ріпаку озимого має свої складнощі. Одним із головних залишається питання перезимівлі культури. Нажаль впливати на космічні фактори життя рослин ми не в змозі, однак приділивши увагу підбору якісного насіннєвого матеріалу з високою зимостійкістю, а також обрати оптимальну систему обробітку ґрунту та забезпечивши рослини необхідними елементами живлення стимулювавши розвиток кореневої системи можемо створити більш сприятливі умови для росту та розвитку [43].

Велике значення також мають строки сівби культури. При ранніх посівах рослини можуть переростати, нагромаджувати велику вегетативну масу, що в свою чергу може призвести до вимерзання. При пізніх строках сівби рослини не встигають сформувати необхідну кількість вегетативної маси та накопичити в точках росту достатню кількість цукрів. Також це призводить до зниження врожаю, оскільки кількість листків перед входженням в зиму визначає кількість стебел на рослині. Оптимальні строки сівби забезпечують рослинам параметри для нормальної перезимівлі. Застосування ретардантів на посівах ріпаку є важливим агротехнічним заходом. Використання ретардантів восени зумовлене станом посіві. Якщо ріпак сформував більше 4 справжніх литки, коренева шийка більше 4 мм і спостерігається змикання рядків у третю декаду жовтня, необхідно обробити посіви препаратами для затримки росту. Застосування ретардантів на весні також є позитивним агротехнічним заходом. Їх

застосовують з метою профілактики грибкових захворювань, попередження вилягання, стимулювання утворення бічних пагоні [17, 38].

Обираючи попередник для озимого ріпаку необхідно звертати увагу на час, коли він звільнить поле, а також наявність спільних шкідників та хвороб. Найкращими попередниками є культури що рано звільняють поле такі як: озимі та яр зернові, зернобобові, люцерна. Ці культури залишають достатню кількість поживних речовин, вологи та добре удобрюють грунт. [36] Також, рекомендовано застосовувати деструктори після стерньових попередників, так як вони залишають після себе значну кількість пожнивних решток. При обробітку грунту необхідно звернути увагу на сучасні технології, які дозволяють частково компенсувати дефіцит вологи. [39]

Значний вплив серед технологічних заходів має внесення добрив. Дуже важливе значення має отримання швидких сходів, а також добре розвинена коренева система. Томи рослини потребують хорошого забезпечення NPK. Ріпак є сірколюбною культурою, тому хороший урожай можливо отримати про хорошому забезпеченні цим елементом живлення. Важливу роль в засвоєнні азоту має не тільки сірка, а і молібден який краще вносити разом із протруйником насіння. Разом із внесенням фунгіцидів рекомендується вносити такі елементи мідь, бор, залізо, марганець, цинк, які за умов дефіциту вологи восени, може спостерігатися нестача. Бор відіграє важливу роль при формуванні клітинних стінок, поділі клітин, метаболізмі білку та вуглеводів та ін. Дефіцит бору має значний вплив на кореневу систему рослин ріпаку. При нестачі цього елементу восени можуть утворюватися порожнини заповнені рідиною, в наслідок пониження температур можуть розтріскуватися. В свою чергу це може призвести до ураження патогенними організмами навесні. [40-42]

При вирощуванні ріпаку озимого необхідно приділити особливу увагу системі захисту посівів від бур'янів, хвороб та різного роду шкідників. За сприятливих умов ріпак є доволі конкурентоспроможним до бур'янів. Проте за несприятливих погодних умов, та при порушенні агротехніки посів можуть

сильно заростати бур'янами. На зріджених посівах та в наслідок засушливої погоди після сівби втрати від забур'яненості можуть досягати 55%. Бур'яни також можуть впливати на морозостійкість рослин, оскільки наявність їх на полі викликає конкуренцію між рослинами, заважає розвитку рослин та накопиченню цукрів, що є дуже важливим елементом для хорошої перезимівлі. Осіннє застосування гербіцидів повинне бути спрямоване на контроль багаторічних та зимуючих бур'янів. [19, 37]

Велика кількість шкодочинних організмів спостерігається на посівах ріпаку озимого, тому захист від шкідників необхідний протягом всього вегетаційного періоду. На початку значної шкоди завдають дротяники, личинки хрущів. Значної шкоди як восени так і весною завдає гусінь капустяної молі, яка має декілька поколінь за рік. Оскільки виробники насіння постачають уже протруєне насіння ріпаку, наступні інсектицидні обробки спрямовані на захист культури від хрестоцвітих блішок, підгризаючої совки та ріпакового трача. Перед цвітінням доцільним є застосування інсектицидів із системною дією та контактною, що в свою черг забезпечує тривалішій захисний період. Також необхідно використовувати жовті пастки для моніторингу прихованохоботників як восени так і на весні, а також вчасно проводити моніторинг посівів на наявність шкідників й не запізнюватися з обробкою.[9]

Ураження хворобами ріпаку озимого відбувається протягом всієї вегетації. Вже у фазу 2-4 листків можемо спостерігати ураження рослин збудниками фомозу, борошнистої роси, альтернаріозу, пероноспорозу. Ураження фомозом навесні є результатом осінньої інфекції. [10] Провівши фунгіцидні обробки восени, можна значно знизити ризик пошкодження рослин хвороботворними організмами. За потреби обробку проводять також після відновлення весняної вегетації та в період бутонізації-цвітіння. [11]

При зборі урожаю ріпаку важливо своєчасно зібрати урожай, адже при ранніх жнивах можливий недобір врожаю через недостиглі стручки, а при перестоянні рослин можливі втрати врожаю, адже при незначному механічному впливі на стручки відбувається обсипання насіння. Так як

дозрівання ріпаку відбувається на різній висоті нерівномірно, тому визначення оптимальних строків збору урожаю відіграє важливу роль. Нижній та середній яруси стручків складають близько 80 % врожаю. Більш ніж ½ врожаю втрачається через несвоєчасний збір урожаю. Оптимальна вологість за якою необхідно збирати ріпак є 8 %. При ранньому збиранні ускладнюється обмолот стручків, оскільки нижні та середні яруси мають підвищену вологість, через це скорочується вміст олії та врожайність. Проведення такої агротехнічної операції як десикація допомагає отримати рівномірну вологість насіння ріпаку озимого та розпочати жнива через 5-7 днів. Також цей захід полегшить збирання врожаю на засмічених бур'янами полях. [13] При зборі урожаю ріпаку використовують жатки з ріпаковим столом. Після обмолоту насіння, щоб запобігти появи плісняви, втрати схожості насіння необхідно досушити до вологості 8% очистивши перед тим від домішок. [18, 19]

1.4 Фізіологія проходження фаз росту та розвитку ріпаку озимого

За вегетаційний період рослину ріпаку озимого проходять певні етапи онтогенезу, кожен з яких має свої особливості в догляді за цією культурою.

Рисунок 1.3. Фаза ВВСН 00-09 (сівба), 11-16 (сходи)

Під час сівби важливим фактором є наявність достатньої кількості вологи в ґрунті, а також доступність поживних речовин та підготовлений ґрунт для отримання рівномірних сходів де рослини не будуть конкурувати між собою.

Оптимальною температурою для проростання насіння та отримання дружніх сходів ріпаку є 15-17С. У фазу сходів рослині необхідніщим елементом є доступний фосфор, так як коренева система ще не достатньо

розвинулась, щоб споживати важкорозчинні сполуки фосфору, який сприяє її росту, розвитку та укорінення.

Рисунок 1.4. Фаза ВВСН 13-18 (утворення листя та розетки)

Під час проходження фази утворення листя та розетки в ріпаку спостерігається активний ріст кореневої системи. Важливим заходом є внесення фунгіцидів, оскільки рослини стають вразливими до збудників хвороб які є в ґрунті. Також у фазу від 4 листків доцільним є внесення регуляторів росту, щоб не допустити перерослання рослин.

При ранніх строках сівби використання пластичних речовин для забезпечення процесів дихання та фотосинтезу призводить до збільшення кількості води в клітинах та дефіциту запасних речовин. За таких умов рослини більше піддаються впливу низьких температур, що в свою чергу може призвести до вимерзання. Для хорошої перезимівля ріпаку необхідно накопичити не менше 18 % цукрів. За пізніх строків сівби виникає ризик того, що рослина не сформує оптимальну для перезимівлі кількість листків та не накопичиться достатня кількість цукрів. Також при цих строках посіву, збільшується конкуренція між рослинами ріпаку та бур'янами, що в свою чергу призводить до витягування та виносу кореневої шийки над поверхнею грунту, що негативно відображається на перезимівлі культури.

Такі гормони як ауксини, цитокініни, гібереліни впливають на ріст та розвиток ріпаку. Блокуючи дію гіберелінів, які відповідають за ріст стебла, дія інших гормонів сприятиме розвитку кореневої системи, потовщенню стебла, а також формуванню розетки. Безпосередній вплив на морозостійкість має

блокування процесу утворення гіберелінів, адже це сприяє підвищенню у клітинному соці вуглеводів та «загущенню» протоплазми. [16]

У цю фазу також необхідно внести бор-вмісні препарати для запобігання розвитку розтріскування стебла та дуплистості. Магній сприяє транспортуванню цукрів із листків до кореня в наслідок чого формується добре розвинена коренева система. Ця фаза продовжується і у весняний період, тому необхідно запобігти розвитку хвороб та провести обприскування фунгіцидами.

Рисунок 1.3. Фаза ВВСН 18-39 (стеблування)

У фазу стеблування відбувається формування бічних пагонів та генеративних органів. Також рослини активно ростуть у висоту. Тому, щоб ці процеси відбувалися належним чином їм необхідне пальне у вигляді елементів, що відповідають за утворення білку, тобто Азоту та дуже важливої для олійної культури Сірки.

Рисунок 1.4. Фаз ВВСН 50-59 (бутонізація)

Фаза бутонізації триває протягом 25 днів після закладки генеративних органів до настання фази цвітіння. Відбувається закладання врожаю. У цю фазу

важливим є внесення бору, азоту та магнію, а також захист ріпаку від шкідників яких в цей період стає ще більше.

Рисунок 1.5. Фаза ВВСН 65 (цвітіння)

Цвітіння. Оскільки дана фаза є найбільш критичною, тому що від кількості утворених квіток прямопропорційно буде залежати кількість отриманого врожаю, на кількість квіток впливає забезпеченість рослин вологою. Так як вирощуючи ріпак на богарі ми не маємо змоги виконувати поливи при її дефіциті необхідно слідкувати за забезпеченість рослин Калієм, що допоможе більш м'яко пережити нестійке забезпечення вологою і підвищить стійкість до хвороб. Також слід звернути увагу на Бор, який впливає на утворення пилку та якісне запилення.

Рис. 1.6. Фаза ВВСН 71-79 (утворення стручків та дозрівання)

Утворення стручків та дозрівання. У фазу стручкування відбувається наливання урожаю, збільшення та виповнення стручків. Для цього необхідне достатнє забезпечення Калію який впливає на масу 1000 насінин і допомагає притоку поживних речовин.

1.5 Вплив стресових факторів на ріст та розвиток ріпаку озимого

Стійкість рослин – це здатність зберігати функціональні особливості і морфологічну структуру за несприятливих змін екологічних параметрів місцезростання.

Під час проходження зимового періоду вегетації ріпак озимий більше піддається стресу ніж в інші періоди. Тому в цей період йому необхідно приділити особливу увагу для того, щоб запобігти негативному впливу стресових факторів, та уникнути значних втрат врожаю.

Оптимальні строки сівби є найважливішим чинником що впливає на стресостійкість рослин. Отримання дружніх сходів можливе за температури 15 °С, що в свою чергу дозволить рослинам ввійти в зиму не перерісши оптимальну фазу та добре розвиватися.

Важливим фактором є також оптимальна густота рослин. Загущені посіви призводять до конкуренції рослин за воду, поживні елементи та світло. Що в свою чергу призведе до появи хвороб та розмноженню шкідників. При сильно зріджених посівах спостерігається неефективне використання площі поля, що призводить до появи бур'янів, які можуть витісняти основну культуру та створюють конкуренцію за поживні елементи. [17]

Оскільки насіння ріпаку досить дрібне, особливу увагу необхідно звернути на обробіток грунту. На ущільнених грунтах рекомендується використовувати глибокорозпушувач. Так як переущільнені грунти заважають нормальному розвитку кореневої системи, що в свою чергу призводить до того, що рослини слаборозвинені та сильніше піддаються стресовим факторам. Також за умов недостатньо вирівняної поверхні ґрунту можливі суттєві втрати врожаю біля 20% за рахунок нерівномірної глибини посіву, а також площі, що є причиною строкатості посівів. [15]

Достатня кількість елементів живлення є важливим фактором стресостійкості. Наявність доступної для рослин форми поживних елементів сприяє оптимальному росту та розвитку, а також підвищенню стресостійкості. Внесення значної кількості добрив під основний обробіток сприяє кращому

розвитку та протидії негативним факторам. Порівняно із зерновими культурами ріпак є більш вимогливим до таких елементів як азот та сірка. Фосфор впливає на формування кореневої системи а також розетки листків. Застосування калій в свою чергу запобігає виляганню посівів, підвищує стійкість до вимерзання, посухи та ураження хворобами, а також збільшення маси 1000 насінин. Тому, дуже важливо, восени забезпечити оптимальне надходження поживних елементів для ріпаку озимого.

Восени, на початкових етапах розвитку рослини ріпаку не здатні конкурувати з бур'янами, тому в цей період важливо тримати посіви в чистому від бур'янів стані. Це в свою чергу знижує конкуренцію за поживні елементи, вологу та світло. Забур'яненість посівів призводить до слаборозвиненої кореневої системи, відставання у рості, а також виносу точки росту , що може призвести до вимерзанню та ускладнень при відновленні вегетації навесні. Тому важливо контролювати фітосанітарний стан на посівах ріпаку озимого.

Найбільш стресовим періодом для ріпаку озимого є осінній, адже важливо за цей час підготувати рослину до перезимівлі. Вдала перезимівля полегшує догляд за культурою восени.

Основна задача рослинництва – направити хід формування врожаю на отримання максимальної його кількості і високої якості. Для цього перш за все потрібно знати, як протягом вегетаційного періоду утворюються і розвиваються ті органи рослини, заради продукції яких вирощують культуру.

При наявності доступних для рослин сполук елементів живлення в ґрунті в оптимальному співвідношенні інших факторів життя рослин нормально розвиваються, мають здоровий вигляд і мають відповідні дані умовам і біологічним особливостям культури. Нестача поживних елементів викликає порушення фізіологічних процесів в організмах, що відображається на зовнішньому вигляді рослин, а оскільки фізіологічна роль поживних елементів неоднакова, то і зовнішні ознаки голодування рослин при нестачі окремих елементів живлення.

НУБіП України

Аналіз зовнішніх ознак нестачі з врахування умов, при яких вони виявляються,дозволяє досить точно визначити причину страждання рослин і спланувати заходи по її усуненню. Правильне використання впливу мінерального живлення в кожен період процесу формування врожаю і конкретних умов дозволяють отримати максимально можливу його кількість. В зв'язку з цим важливо контролювати стан рослин в усі періоди її життєдіяльності і одночасно мати дані про ґрунт, його властивостях і режимах, прийомах його обробітку, а також про погодні , кліматичні і інші умови. Вивчення властивостей ґрунту повинно йти з одночасним дослідженням їх ролі в життєдіяльності і продуктивності рослин [124].

Використовують ґрунтову і рослинну діагностику. Основне завдання діагностики – контроль за умовами живлення і формування врожаю, виявлення факторів, які їх лімітують, розробка методів і способів створення оптимальних умов вирощування культур та підвищення родючості ґрунтів з урахуванням екологічного стану довкілля.

Для контролю за живленням сільськогосподарських культур протягом вегетації використовують метод рослинної діагностики – визначення забезпеченості рослин поживними елементами за їх станом (зовнішнім виглядом, темпами росту і розвитку) і хімічним складом [125].

Встановлено цілий ряд характерних зовнішніх ознак нестачі чи надлишку того чи іншого елемента живлення, що може служити діагностичною ознакою [126]. Діагностика мінерального живлення мінерального живлення рослин повинна бути комплексною: крім хімічного аналізу, проводять врахування приросту маси, числа органів і присутності (чи відсутності) зовнішніх, візуальних ознак порушення живлення.

1.6 Використання методів дистанційного зондування землі в сучасному сільськогосподарському виробництві

Технології точного землеробства забезпечують відповідні рішення. Цифрові технології у створенні ефективного середовища стануть в нагоді. У

сучасній цифровій економіці ланцюжок поставок орієнтований на пошук нових бізнес-моделей і ефективних бізнес-підходів, як конкурентна зброя. Його можливості позначаються на вимірних показниках бізнесу і безпосередньо розширені.

На основі супутникових даних (індексованих знімків) фермери можуть точно оцінити кількість ресурсів, що знадобляться для конкретних територій. Використання інструментів точного землеробства значно полегшує вирішення проблем зі зберіганням невикористаних ресурсів. Виробники. завдяки супутниковому моніторингу, мають підстави заощадити на добривах, засобах захисту рослин. Більше того, швидкий і точний аналіз великих полів допомагає уникнути необґрунтованих витрат, заощадити на інші потреби. Інформація, отримана із супутників, про погоду і продуктивності поля також може бути використана.

Супутниковий моніторинг виробникам допомагає відстежувати стан сільськогосподарських культур. Фермери, які технології точного землеробства використовують, з постачальниками готові до стратегічного партнерства, адже мають архівні дані про поточної стан рослинності і архівні дані про стан полів. На основі цієї інформації вони обізнані про свої потреби, можуть придбати заздалегідь насіння, добрива, засоби захисту рослин тощо. Підхід, заснований на даних ДЗЗ, у сільському господарстві дає можливість фермерам довгострокового планування.

Супутниковий моніторинг допомагає відмовитися від упередженості, вивчити нові підходи. Фермери у сьогоднішніх ринкових умовах відомі своїм консерватизмом, схильністю дотримуватися випробуваної технології, а не експериментувати. Використовуючи візуалізовані дані, вони можуть тестувати у вирощуванні сільськогосподарських культур різні стратегії, знаходити нові методи роботи. Так, вони можуть експерименти проводити, щоб порівняти рослинність різних сортів і урожайність певної культури на своїх полях. Аналогічні тести можна провести для добрив, із точними результатами.

НУБіП України

Є платформи, наприклад Eos Crop Monitoring, що вимірюють і вологість ґрунту. Постачальники не можуть залишатися осторонь технологічної революції в сільському господарстві. Їхня співпраця з фермерами підвищує рентабельність ведення бізнесу. Вони повинні брати активну участь у процесі.

Технології глобального позиціонування GPS, разом із інструментами географічної інформаційної системи (ГІС), становлять значну частину методів точного землеробства, що дозволяють здійснювати дрібномасштабний моніторинг та відображення даних про врожайність і параметри врожаю на полях. Вони забезпечують більш інтенсивні та ефективні методи вирощування, які можуть допомогти скоригувати норми добрив або виявити хвороби сільськогосподарських культур до того, як вони стануть широко поширеними. Більша кількість даних дає змогу приймати рішення на основі економічних та екологічних факторів – наприклад, оптимізуючи обробку добрив і вносячи лише необхідну кількість у потрібний час, можна досягти значної економії коштів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. [20]

Використання дронів та супутникових знімків у сільському господарстві постійно зростає. Пролітаючи над певною територією, супутники роблять знімки різної роздільної здатності, фіксуючи необхідні для нас ділянки поля. Ці знімки є джерелом оперативної інформації про посіви, а використання спектральних камер дає змогу отримати карти стану посівів, розраховані на підставі NDVI.

Обираючи супутник, від якого будемо отримувати дані, необхідно деякі особливості врахувати, а саме: просторова здатність розрізнення, періодичність зйомки, ціна зображень. Останні 20 років багато супутників запущені як дослідні – це дає змогу отримувати до знімків безкоштовний доступ. Недоліком є низька якість знімків, додатково необхідність програмної обробки. [21]

НУБіП України

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови

Дослідження схем посіву ріпаку озимого проводилися на темно-сірому опідзоленому ґрунті на лесах, за механічним складом вони є легкосуглинкові зі слабо кислою реакцією грунтового середовища. Ґрунти утворилися за умов достатнього зволоження, теплого клімату. Даний тип ґрунтів відрізняється від сірих лісових більшою потужністю гумусового горизонту. Залягання карбонатів спостерігається на глибині 120-150 см, що перешкоджає закисленню ґрунтів. Також вони багатші на азот, фосфор та калій порівняно з сірими лісовими ґрунтами. Бор та марганець стають не доступними для сільськогосподарських культур при pH більше 7. Оскільки реакція ґрунтового розчину є слабо кислою це позитивно впливає на засвоєння цих елементів.

Ґрунтові води не впливають на процес ґрунтоутворення через досить низьке залягання близько 7 м. Тому основним джерелом вологи для рослин є атмосферні опади [18, 21].

Господарство розміщується на території де панує помірно континентальний клімат з чітким чергування пір року, що позитивно впливає на розвиток сільськогосподарських культур. Найхолоднішим місяцем 2021 року за даними метеостанції є лютий із середньою температурою -5.2 °С, а найжаркішим – липень - +24.3 °С. Найвища температура в літку 2021 року становить - +35.3 °С, а найнижча зимою – (-13°С). Тривалість вегетаційного періоду становить до 210 днів.

Дані таблиці 2.1 показують, що рослини повність забезпечені тепловими ресурсами і температура на території господарства не є лімітуючим фактором. Однак, беручи до уваги те, що показники за 2020-2021 роки значно зросли порівняно з багаторічною нормою температур. Що може негативно впливати на вирощування сільськогосподарської продукції рослинництва викликаючи періоди засухи. Підвищення температур понад +25°С негативно впливає на процеси життєдіяльності рослин, сповільнюючи біохімічні процеси.

Таблиця 2.1

Середньомісячні температури повітря в с. Городище Бориспільського району за 2020-2021роки. (за даними Crop Monitoring)

Роки	Середньомісячна температура повітря, °С											
	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	-2.8	-4.5	3.1	15.9	17.6	24.3	26.7	25.7	24.8	16.8	5.6	-1.2
2021	-3.1	-5.3	2.3	8.7	20.5	22.6	26.2	25.1	18.3	-	-	-
Середня багаторічна	-5.5	-4.1	0.8	8.5	15.3	18.1	19.1	18.4	14	8	2	-2.1

Період добової температури вище за 0°С у 2021 році настає 29 березня та закінчується 25 жовтня. Відсутність заморозків весною спостерігається на початку другої декади квітня, а їх настання – середина другої декада жовтня. Приморозки є несприятливим для сільськогосподарських культур, так як може пошкодити вегетативну масу рослин, щ в свою чергу призведе до стресу, сповільненого розвитку та навіть загибелі.

Розподіл опадів на території є нерівномірним. Найбільше їх кількість випадає з кінця квітня по середину жовтня. Найбільша кількість опадів спостерігається з квітня по липень. Середня кількість опадів за рік коливається в межах 350-600 мм. Надмірна кількість опадів може призвести до застою води на полі та загибелі рослин на заниженнях та ґрунтах зі важким механічним складом, оскільки в наслідок анаеробних умов швидко втрачаються запаси вуглеводи та інших речовин.

Таблиця 2.2

Середньомісячна кількість опадів за період вегетації ріпаку озимого в с. Городище Бориспільського району 2020-2021рр. (за даними Crop Monitoring)

	Декада	Середньомісячна кількість опадів, мм											
		Місяці											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
2020	I	-	-	-	-	-	-	13	4	12	54	7	10
	II	-	-	-	-	-	-	32	0	9	9	4	0
	III	-	-	-	-	-	-	6	30	30	18	2	4
	Сума за місяць	-	-	-	-	-	-	51	34	51	81	13	14
2021	I	18	20	0	16	18	22	13	-	-	-	-	-
	II	2	1	15	22	25	51	30	-	-	-	-	-
	III	15	8	2	13	34	50	14	-	-	-	-	-
	Сума за місяць	35	29	17	51	77	123	57	-	-	-	-	-

Дані таблиці 2.2 вказують на те, що в період сівби ріпаку озимого спостерігалася нестача вологи, що в свою чергу могло призвести до отримання нерівномірних сходів. Проте загальна кількість опадів за період вегетації може забезпечити потреби рослини у волозі та гарантує отримання хорошого врожаю. Зимові запаси вологи добре використовуються рослинами під час відновлення весняної вегетації.

Критичним періодом по відношенню до вологи в рослин ріпаку є період стеблування. При нестачі вологи посіві можуть швидше переходити до фази цвітіння. Що в свою чергу, через нестачу вологи може призвести до опадання квіток. Також якщо в період наливу насіння виникатиме дефіцит вологи, це може призвести до зменшення маси 1000 насінин.

Отже, аналізуючи дані таблиць 2.1 та 2.2 можна зробити такий висновок, що кількість теплових ресурсів, опадів та сонячного світла задовольняють потреби культур. Збільшення температури повітря призводить до інтенсивнішого випаровування, тому волога є лімітуючим фактором для отримання високих врожаїв.

2.2 Характеристика гібридів ріпаку озимого

Зміни клімату вносять свої корективи у вирощуванні культур. Дефіцит вологи та підвищення температур змушують сільськогосподарських виробників переглянути звичні для них технології вирощування культур, змінювати одні сорти та гібриди на інші. Культури, що мають тривалий період вегетації такі як озимий ріпак та інші озимі потерпають від кліматичних змін найбільше.

Значна частина витрат при вирощуванні ріпаку припадає на насіннєвий матеріал, тому до вибору чорту чи гібриду необхідно підходити вкрай уважно. Основні показники які впливають на вибір є стійкість до несприятливих погодних умов такі як зимо- та посухостійкість та продуктивність культури. Також важливу роль відіграють якісні показники: олійність, вміст ерукової кислоти та глюкозинатів.

На господарстві ТОВ «Біотех ЛТД» вирщуються гібриди ріпаку озимого DEKALB компанії Монсанто: Екстором, Сіквел, Експіро, Експансіон, Ексепшн та Імпрешн.

Дослідження проводилися на полі гібриду Імпрешн, щобув висіяний двома способами: стрічковий та «квадратний 70х70 см».

ДК Імпрешн (табл. 2.3) – класичний середньопізній гібрид, характеризується високою посухостійкість та зимостійкістю, придатний до інтенсивних технологій. Високий вміст олії та стійкість до розтріскування стручків. [14]

НУБіП України

Таблиця 2.3

Характеристика гібриду ріпаку озимого ДК Імпрешн:

Зони вирощування	Полісся, Степ, Лісостеп
Сортотип	З підвищеною зимостійкістю Clearfild
Технологія	Адаптивна
Тип грунту	Придатний до вирощування на всіх типах грунтів
Відношення до густоти	Оптимальна густота
Норми висіву, тис./га:	
Ранні	350-400
Оптимальні	400-500
Пізні	500-550
Стійкість до розтріскування стручків	Висока
Група стиглості	Середньопізній
Стійкість до хвороб	Висока
Інтенсивність гілкування	Дуже висока
Висота стебла, см	150-185 см
Пізній строк сівби	Допустимий
Реакція на ранній строк сівби	Допустимий
Вміст олії	Високий

Строки посіву:

- Ранні – 1.08-10.08
- Оптимальні – 11.08-20.08
- Пізні – 21.08-30.08

Можливе зміщення строків посіву в бік більш ранніх на 5 – 10 днів. Використання морфорегуляторів є обов'язковим при оптимальних строках сівби, 2-х разове – при ранніх строках сівби, бажане – при пізніх строках

сівби. Можливе короткотривале відтермінування строків збирання до 5 діб. [14]

2.3 Технологія вирощування ріпаку озимого в господарстві

Попередником під ріпак озимий була пшениця озима, після збору якої було проведене внесення Калію хлористого - 100кг/га та $КАС_{32}$ – 200 кг/га з подальшою заробкою добрив за допомогою дискової борони на глибину 7 см. Для боротьби з бур'янами була проведена культивація – 18-20 см. З метою руйнування грудок землі було проведено дискування в два сліди та вирівнювання поверхні поля котками.

Ріпак озимий є дуже вимогливою до вологи культурою порівняно з іншими озимими культурами. Продуктивний запас вологи в десяти сантиметровому шарі ґрунту має бути мінімум 10-15 мм, так як для проростання насіння ріпаку необхідна кількість води близько 55-60% від маси насіння. Тому важливою агротехнічною операцією в господарстві перед посівом ріпаку озимого б полив за допомогою поливних систем Valley.

Одночасно з посівом вносили $РКД_{8:24}$ – 100 кг/га. Сівба ріпаку здійснювалася двома способами: лінійним з нормою висіву – 300 шт./га та квадратно-гніздовим (70х70 см) способом – 140 000 шт./га і відстанню між рослинами 6 см.

Невід'ємною частиною у технології вирощуванні ріпаку є використання ґрунтових гербіцидів для забезпечення гарних сходів та подальшого розвитку рослин, а також після сходових, оскільки восени рослини ще не є достатньо конкурентоспроможними до бур'янів. Захист ріпаку в осінній період передбачав використання таких препаратів:

- Ґрунтові гербіциди: Бутізан – 1.8 л/га, Кломазон – 0.18 л/га.

Для регулювання росту застосування морфорегуляторів «Карамба Турбо» - 0.7 л/га, оскільки перерастання рослин може призвести до їхнього вимерзання. Морфорегулятори на посівах ріпаку озимого восени використовувалися двічі.

Також разом з регуляторами росту вносилися фунгіцид «Букат» - 0.5л/га, інсектицид – «Фастак» 0.1 л/га, та добрива Бор Орган – 1 л/га, Біоріп – 1 л/га.

Весняний період. Для покращення виходу із зими та відновлення вегетації здійснювалося підживлення $КАС_{26}$+2.6%S – 200 кг/га. Також відбувався інсектицидно-фунгіцидний захист посівів з додаванням мікродобрив.

Через технічні несправності БГЛА, за допомогою якого мала проводитись десикація на полі ріпаку озимого дана технологічна операція не була проведена. Збір урожаю здійснювався прямим комбайнуванням за допомогою комбайна та жатки обладнаної ріпаковим столом.

2.4 Методика проведення досліджень

Метою дослідження було визначення відношення ріпаку озимого до різних способів сівби, а саме лінійного та 70х70 см. з технологічним регулюванням посівів за допомогою використання дистанційного моніторингу. Загальна досліджувана площа становила 87 та гібриду «ДК Імпрешн».

Схема досліду:

В основне удобрення на площі досліду вносили калій хлористий у фізичній масі 100 кг/га, $КАС_{32}$ – 200 кг/га. Припосівне удобрення включало: рідкі комплексні добрива 8:24 – 100 кг. Навесні провели підживлення 200 кг/га $КАС_{32}$ + S (32% азоту, 2.6% сірки).

Аналітичний відрізок агрохімічних досліджень включав лабораторні аналізи, виконувані в лабораторіях кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва, за прийнятими в науці методиками та методами, із наступною статистичною обробкою цифрових даних. Методи агрохімічних досліджень: польовий, лабораторний, фізіологічні, математичної статистики, економічної оцінки.

НУБіП України

Рисунок 2.1. Дослідне поле на супутниковому знімку:

джерело Google Earth

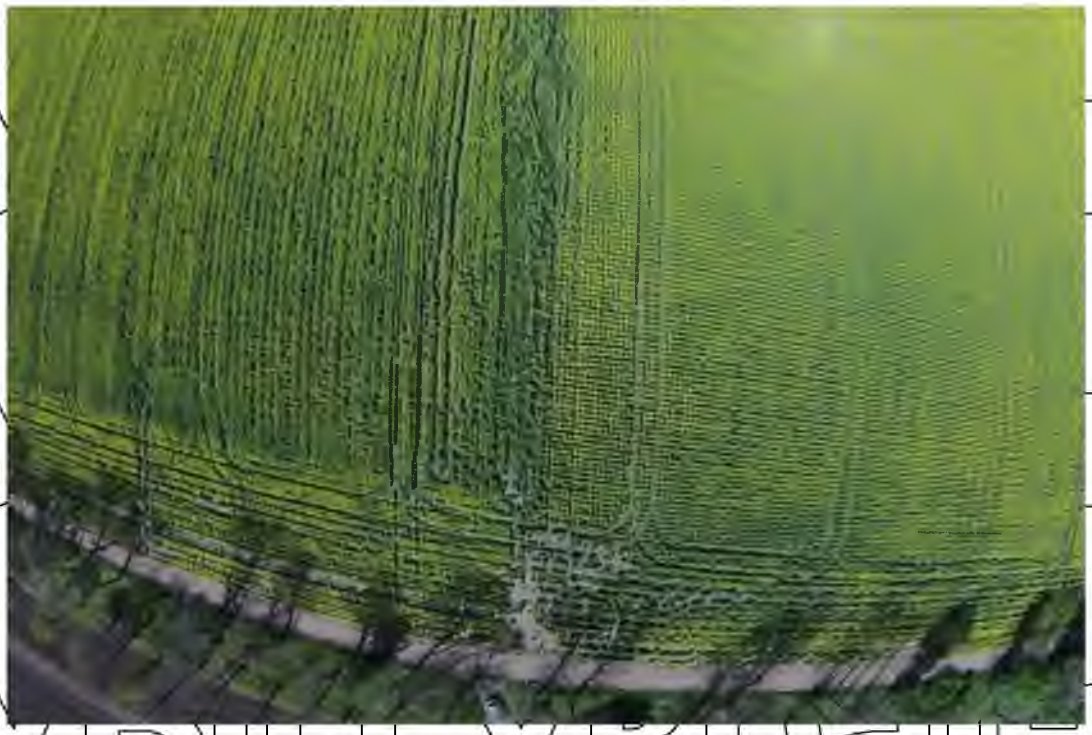


Рисунок 2.1. Дослідне поле на знімку, отриманому за допомогою БП.ІА

(DJI Phantom 2, ПЗ спеціалізоване DJI Pilot)

Фенологічні спостереження супроводжувалися біометричними вимірюваннями, відбором зразків грунту і рослин. Відбір зразків грунту проводили з верхнього шару 0-30 см, грунт підготовлювали до аналізів.

Таблиця 2.4. Стадії розвитку ріпаку озимого за шкалою ВВСН

		Ознаки стадії
Макростадія 0:	Мікростадія 0-9	Проростання насіння
Макростадія 1	Мікростадія 10-19	Розвиток листків (головний пагін)
Макростадія 2	Мікростадія 20-29	Розвиток побічних пагонів
Макростадія 3	Мікростадія 30-39	Ріст у довжину (головний пагін)
Макростадія 4 - 5	Мікростадія 40- 59	Розвиток закладання квіток (головний пагін)
Макростадія 6	Мікростадія 60-69	Цвітіння (головний пагін)
Макростадія 7	Мікростадія 70-79	Розвиток плодів
Макростадія 8	Мікростадія 80-89	Дозрівання
Макростадія 9	Мікростадія 90-99	Відмирання

Облік урожаю проводили під час фази дозрівання, за шкалою ВВСН 8: 80-89. Відбір проводили коли 90% рослин увійшли в цю фазу.

Рисунок 2.3. Фази росту і розвитку ріпаку озимого

Рослинні зразки ріпаку озимого були відібрані для визначення структури врожаю, аналітичних досліджень. Відбирали типові рослини з досліджуваних ділянок, відповідно до прийнятих методик. Відбір зразків рослин здійснювали за умови що 75 % рослин перейшли у відповідну фазу, тобто за повного настання фази. У фазу 4-5 листків (23.10.2020 р.) було здійснено перший відбір зразків. Подальший відбір відбувався 6.05.2020 – у фазу бутонізації, 11.06.2021 – у фазу стручкування (додаток В).

Підготовка зразків до аналізів відбувалася згідно агрохімічних методик. Аналіз рослинних зразків та ґрунту здійснювався на базі навчальної лабораторії кафедри агрохімії та якості продукції НУБіП України.

У зразках ґрунту визначалися такі показники:

- вміст рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова у модифікації ЦІНАО, з подальшою фотометрією фосфору за допомогою фотоелектроколориметра, калію – на полуменевому фотометрі;

- визначення нітратного азоту потенціометричним методом;

-визначення вмісту лужногідролізованого азоту в ґрунті за методом Корнфілда.

Після відбору рослинного матеріалу для аналізів було проведено визначення вмісту:

- азоту в рослинах фотометричним методом з реактивом Неслера;

- фосфору в рослинах фотометрично за методом Дениже в модифікації А. Левицького;

- калію – полуменевою фотометрією.

Невід'ємною частиною дослідження було вимірювання біометричних показників рослин ріпаку озимого, а саме: проведено визначення висоти рослин, кількості гілок, стручків та кількості насінин в стручку. Лабораторно було проведено визначення маси 1000 насінин.

НУБіП України

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА (аналіз та результати досліджень)

3.1. Дистанційний моніторину стану фітоценозу

Першочерговим у визначенні стресових ділянок у фітоценозах є індекс NDVI. Він ефективний коли більше п'ятої частини поверхні вкрито рослинністю. Саме тому переважна більшість спектрального аналізу відбувалась за допомогою цього індексу. Щоб орієнтуватися в значенні цього показника, користуємося наступною таблицею.

Таблиця 3.1

Стан розвитку рослин залежно від показників вегетаційних індексів

Оцінка стану рослинності	Показник NDVI
Відмінний розвиток	0.88-0.89
Хороший розвиток	0.68-0.85
Середній розвиток	0.52-0.65
Незадовільний	менше 0.52
Відсутня рослинність	0-0.50

В середині жовтня спостерігалося змикання рослин в рядку. На супутниковому знімку за 14.10.2020 чітко спостерігається розділення поля на 2 варіанта. Візуально на даному етапі квадратно-гніздовий варіант сівби виглядає гірше ніж за лінійного способу сівби. Ближче до кінця листопада дана тенденція збереглася.

Нами здійснене порівняння знімків двох онлайн-сервісів супутникових даних ДЗЗ. Дані використовували в роботі з електронних сервісів відкритого доступу Land Viewer і SentinelHub. Використовувати архівні знімки можна в обох сервісах від різних супутників, але ядро складають дані від Sentinel-2A / 2B і Landsat 8.

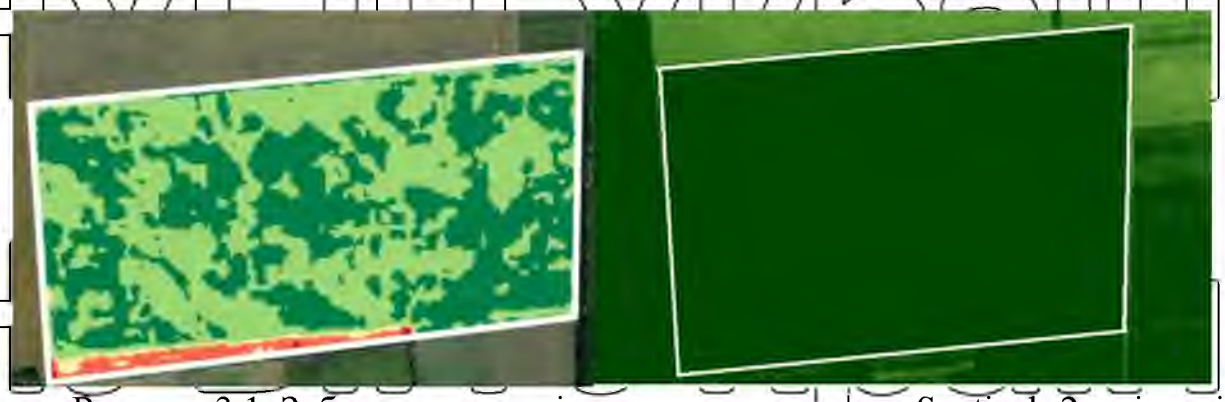


Рисунок 3.1. Зображення дослідного поля, супутник Sentinel -2: зліва – із сервісу Crop Monitoring, дата 21.06.21; зправа – із сервісу SentinelHub, дата 11.06.21

Знімки Landsat і Sentinel призначені для отримання протягом періоду вегетації даних про зміни здатності відбиття. Порівнявши супутникові, можна зробити висновки: фотографії між собою одного й той же супутника не відрізняються, дають однакову роздільну здатність, чітко на них видно границі селища, полів, доріг, можемо чітко на полі спостерігати вегетативну масу, навіть землю в міжряддях. Відмінність цих фотографій – це їх яскравість, скоріше за все, це особливості онлайн-сервісів.

У своїх дослідженнях ми відзначили проблемні ділянки, провівши аналіз архівних знімків дослідного поля за NDVI, зміну протягом вегетації розподілу індексу культури (рис. 3.2.).

Взявши фотографії для порівняння супутників Landsat 8 і Sentinel-2, можна відчути істотну різницю – Sentinel-2 має чітку більше картинку, а Landsat 8 – гіршу роздільну здатність, якість зображень. Це можна побачити на рисунку 3.3., вже неможливо розрізнити невеликі дороги, зникають чіткі контури полів, рослинність не дуже істотно відрізняється на полі, складно відрізнити в полі грунтові проблиски.

Висновки: більш інформативними є знімки супутника Sentinel-2, що мають переваги в якості поряд із такими супутника Landsat 8, як видно з фотографій, на різних он-лайн порталах може бути різна якість картинки.

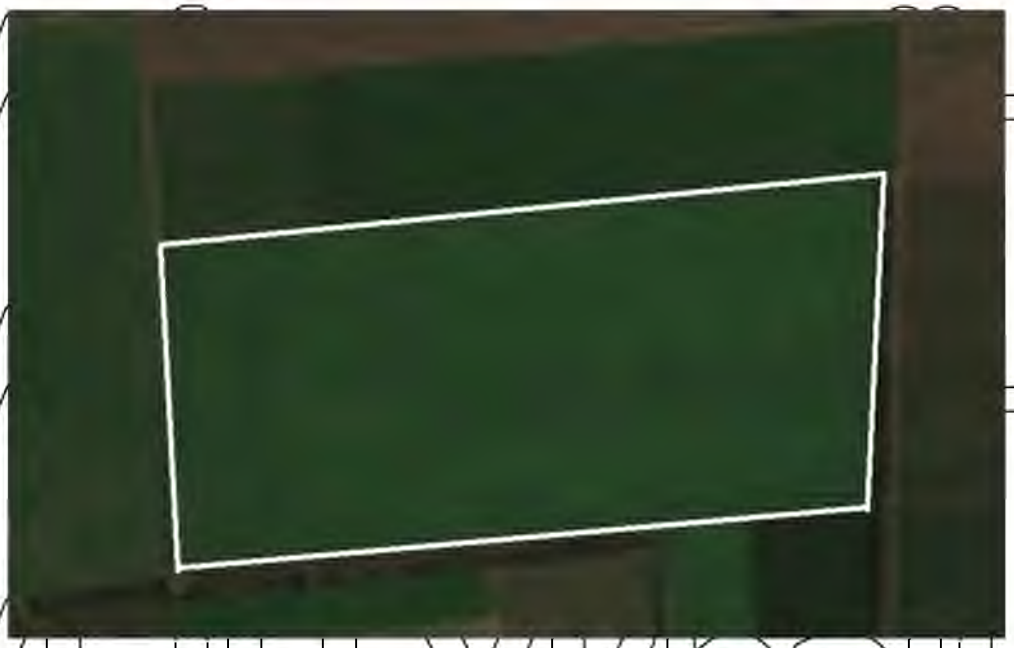


Рисунок 3.2 Знімки супутника Sentinel-2 (SentinelHub)

Рисунок 3.3. Знімки супутника Landsat 8 (SentinelHub)

Також можна за допомогою порталів використовувати інструменти, для різних індексів, NDVI є серед яких найпопулярніщим.

На фото зображення супутника Sentinel-2, сервісу Crop Monitoring. Ці фото, з використанням індексу NDVI, зроблені за час вегетації рослин і після збору врожаю. На рисунку 3.4. видно, що NDVI показує наявну зелену масу рослин, на відміну від рисунка 3.5, де знімок зроблений відразу після збору врожаю.

НУБіП України

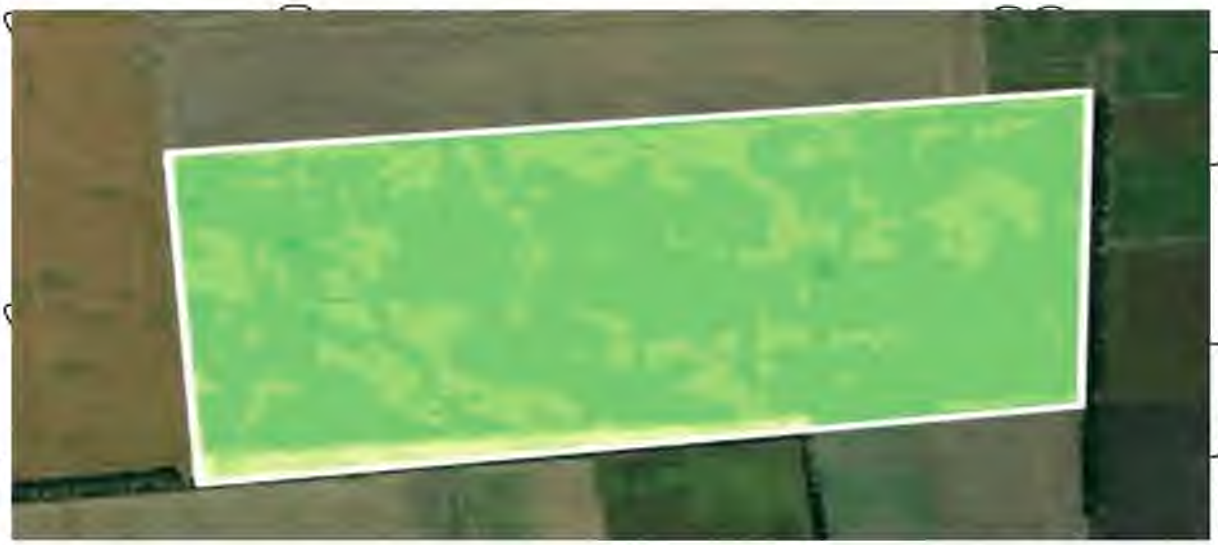


Рисунок 3.4. Знімки супутника Sentinel-2 за час вегетації (Crop Monitoring)

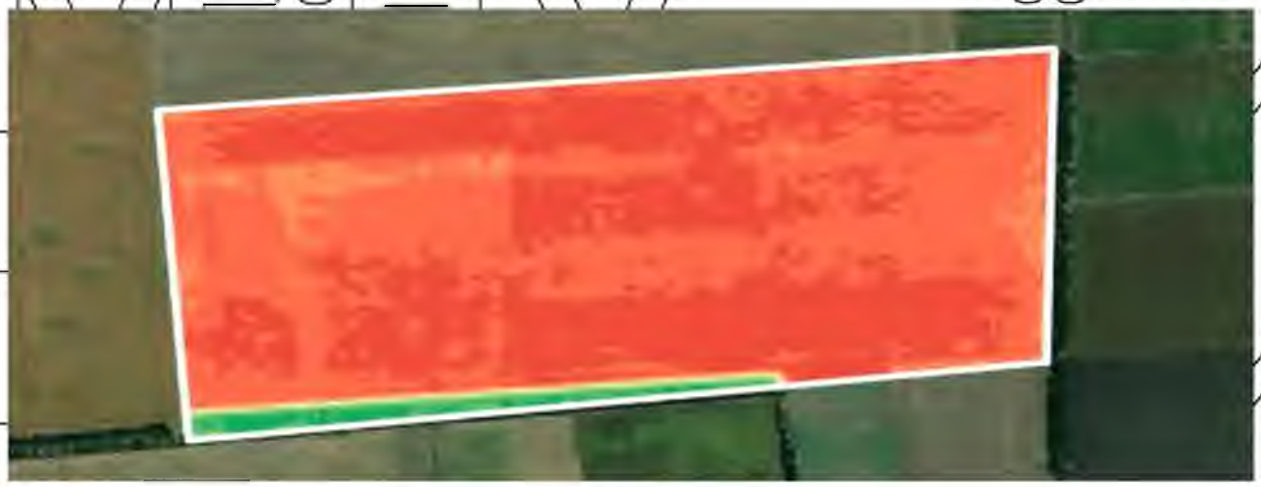


Рисунок 3.5. Знімки супутника Sentinel-2 після збору урожаю (Crop Monitoring)

Рисунок 3.6. Знімок з БПЛА: оптичний діапазон, 12 травня 2021р.

Також під час виконання досліду ми користувалися платним онлайн сервісом Crop Monitoring для отримання і обробки супутникових знімків, за допомогою якого можна створювати свої поля, та переглядати знімки протягом вегетації з різними вегетаційними індексами.

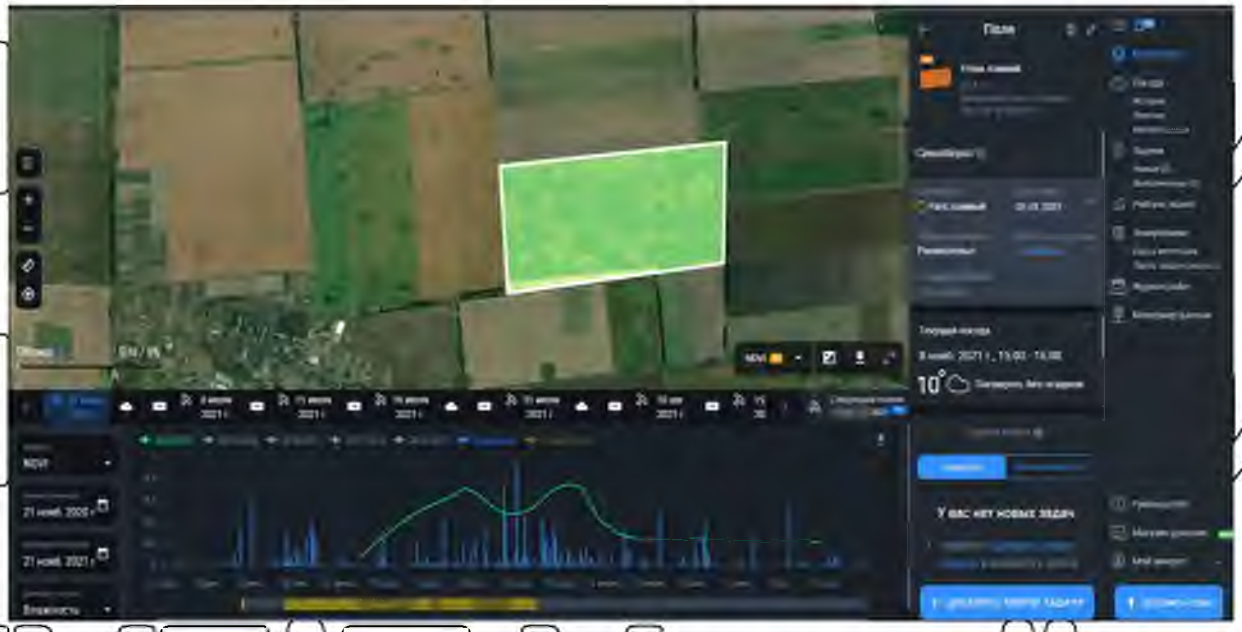


Рисунок 3.7. Знімки дослідного поля у групі полів госпдарства

За даними знімків Crop Monitoring можна простежити таку тенденцію, посіви ріпаку озимого після картоплі, як попередника краще нарощують вегетативну масу, порівняно з попередником пшениця озима. Дану тенденцію ми спостерігали протягом всього періоду вегетації.

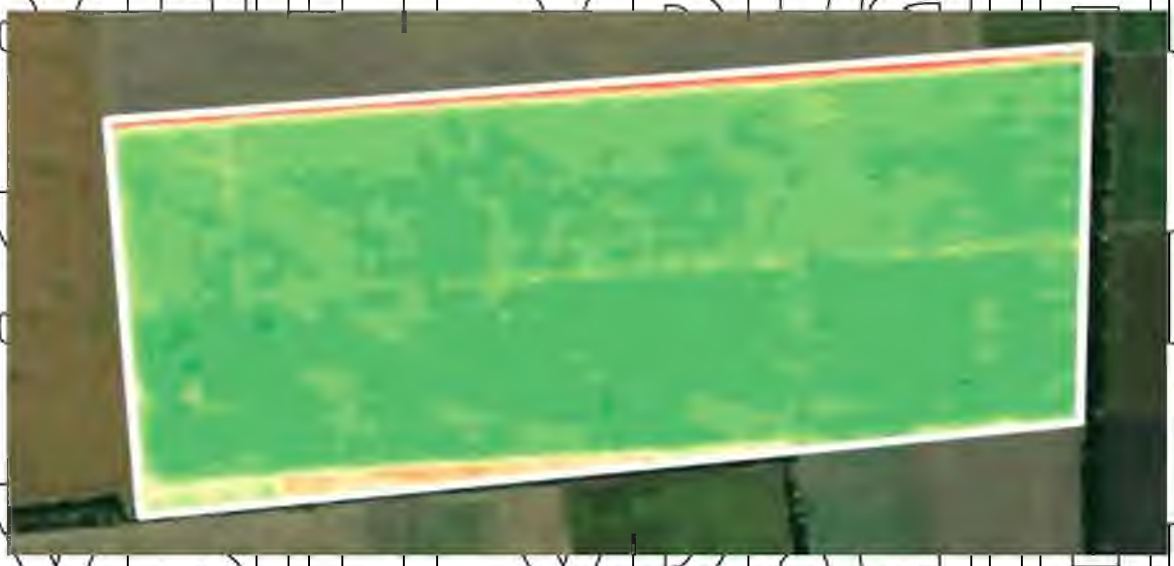
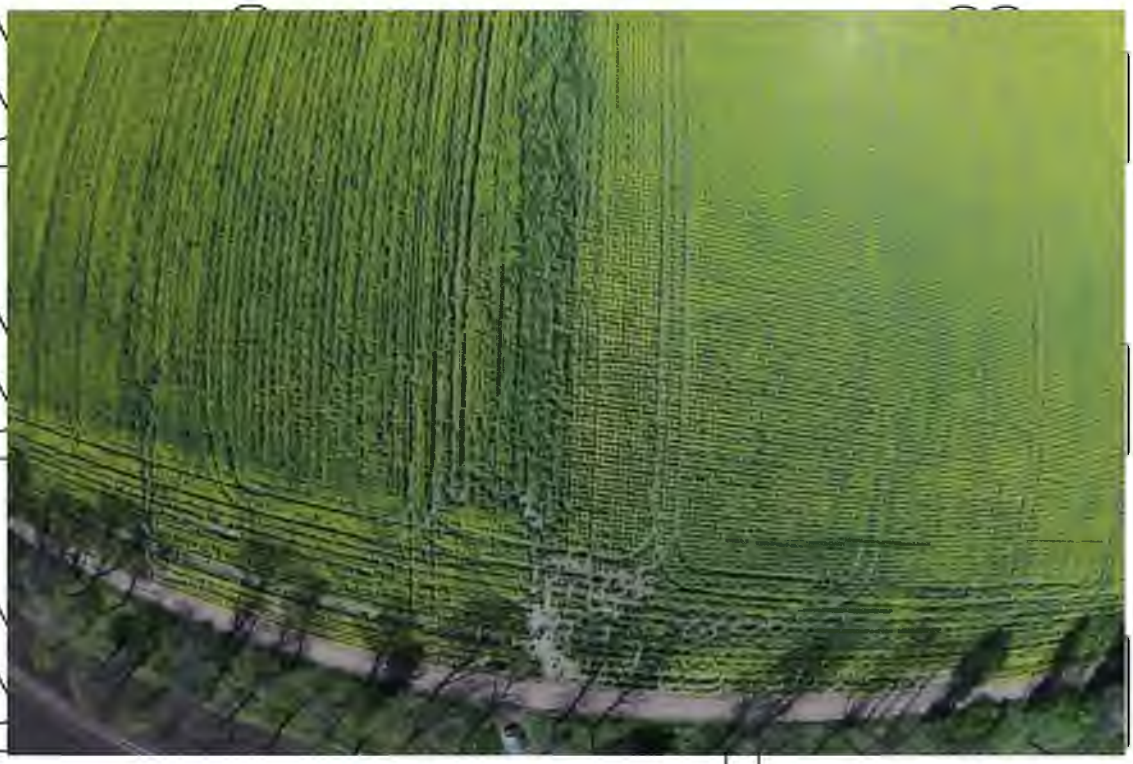


Рисунок 3.8. Порівняльні знімки дослідного поля перед входженням рослин в зиму 14.10.20



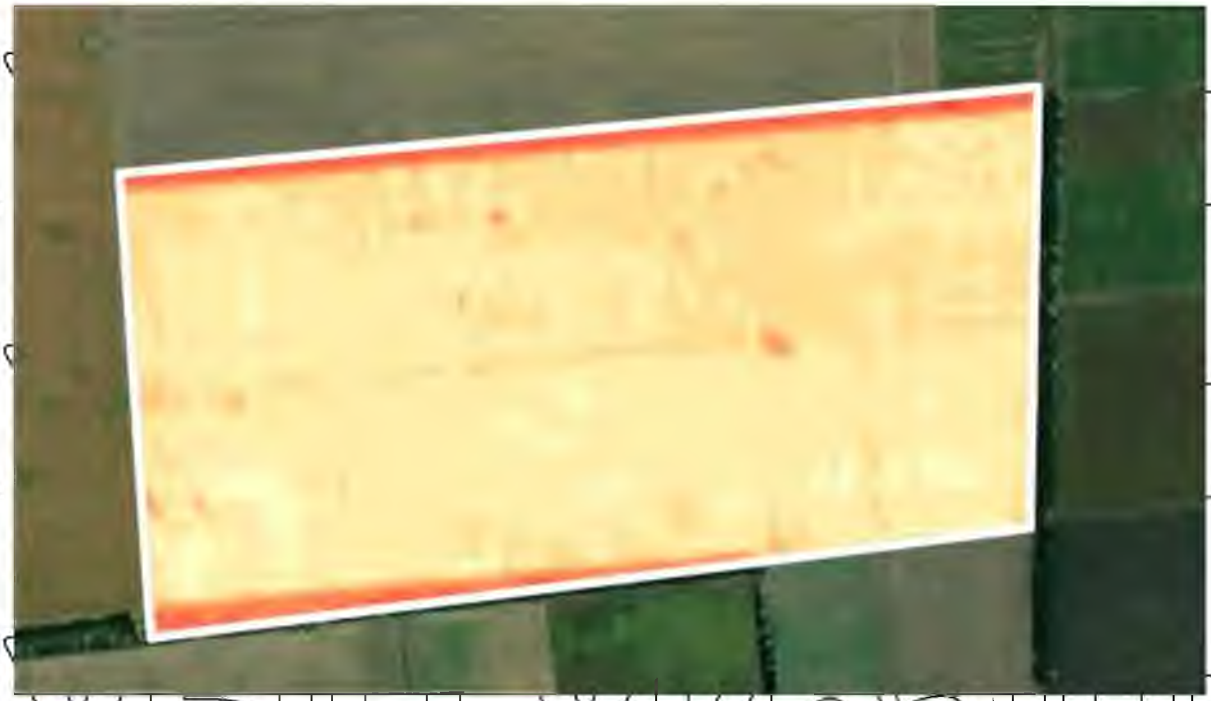


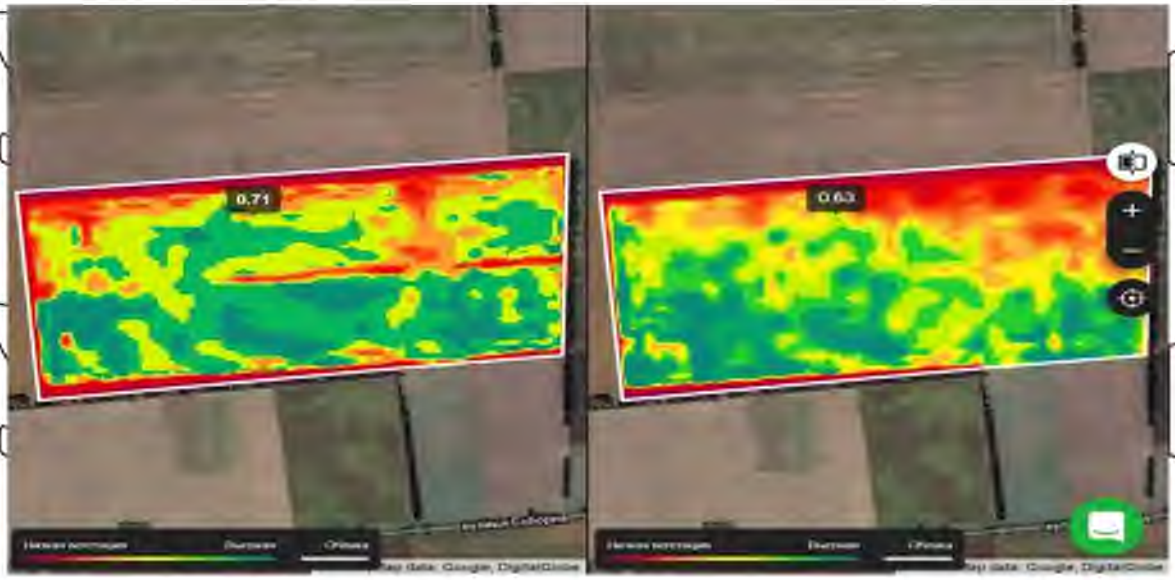
Рисунок 3.9. Порівняльні знімки дослідного поля після відновлення вегетації – 23.03.21

Аналізуючи дані індексів, значна кількість рослин лінійного варіанту після відновлення вегетації піддалися стресовим умовам, та деякі рослини загинули.

НУБіП України

Отже, використання супутникових знімків під час вегетаційного періоду дає змогу виявляти та контролювати проблеми рослин. Використання даних знімків та різних додатків для моніторингу стану посівів дає змогу виявляти проблемні місця, такі як блюдця, або негативні наслідки застосування засобів захисту рослин.

Користуючись даними таблиці 3.1 та аналізуючи знімки супутника за 14.10.2020, середнє значення NDVI по варіантам становить 0.57 та 0.75 відповідно. Це означає, що варіант квадратно-гніздового посіву на даному етапі має середній розвиток рослинності, а лінійного способу посіву – хороший.



14 жовтня - 23 листопада («квадратний 70х70 см»)

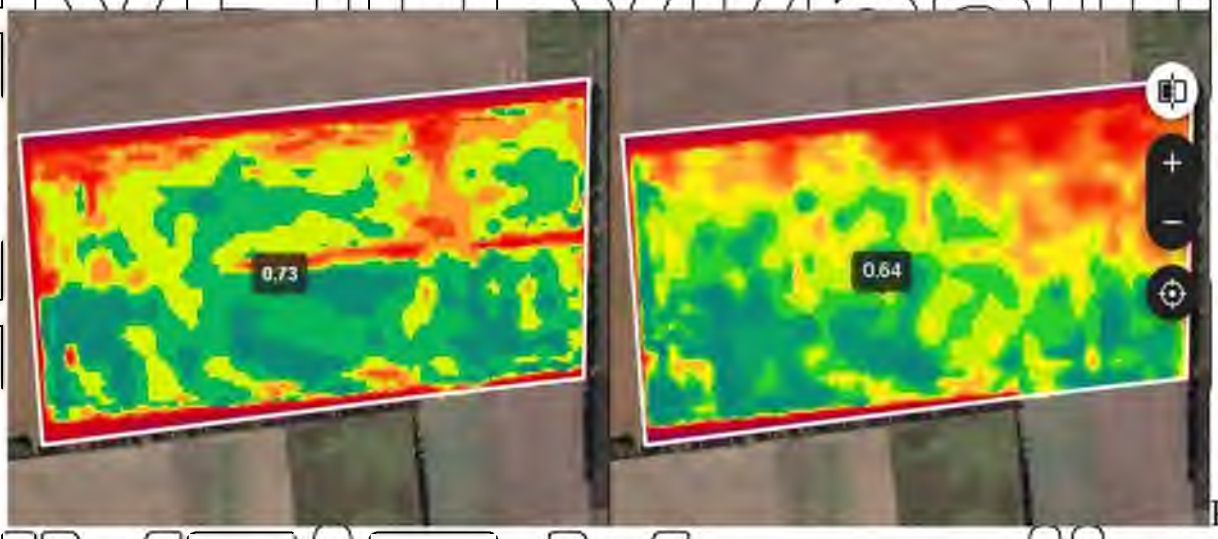
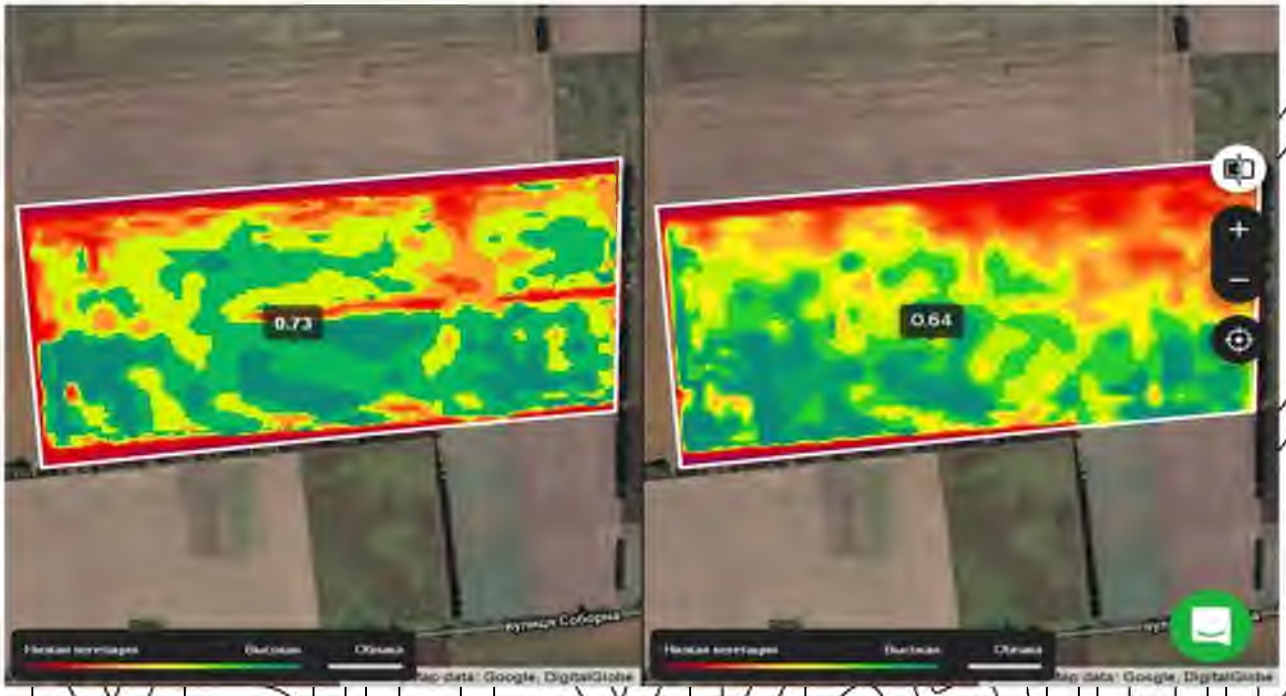


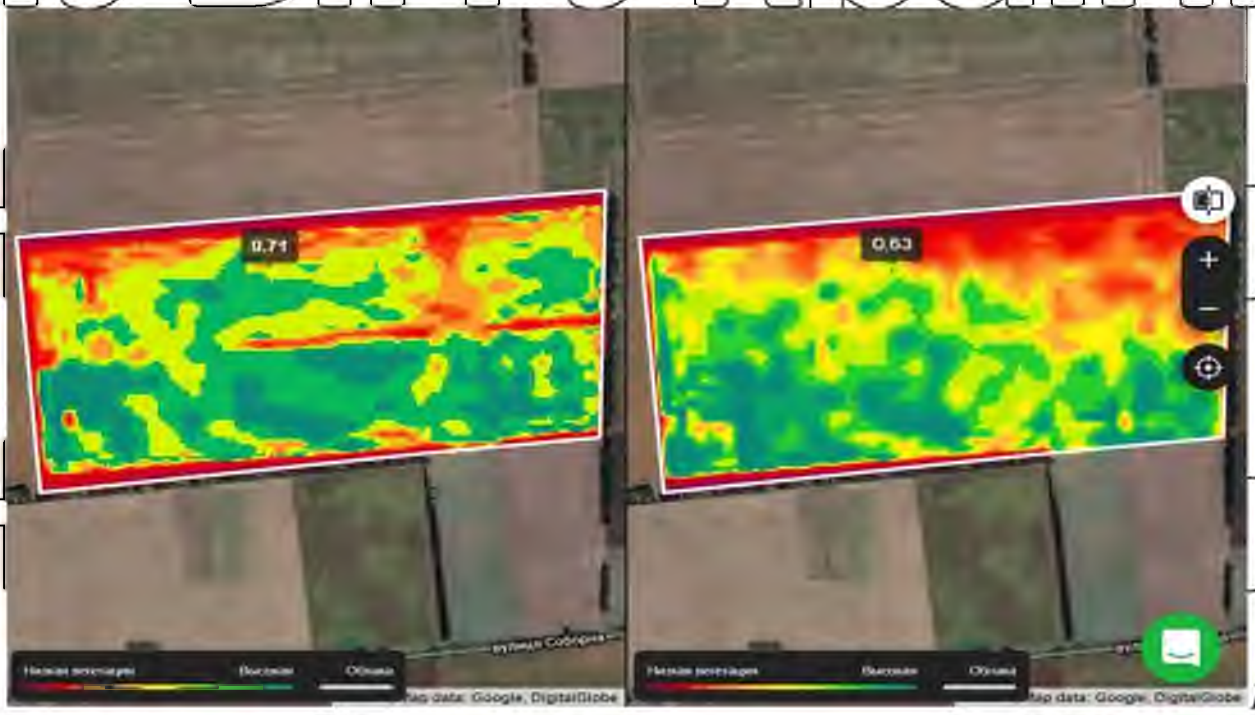
Рис. 3.10. Аналіз варіантів досліду у період зимового стеблування

14 жовтня - 23 листопада (лінійний)

Користуючись даними таблиці 1 та аналізуючи знімки супутника за 14.10.2020 середнє значення NDVI по варіантам становить 0.57 та 0.75 відповідно. Це означає, що варіант квадратно-гніздового посіву на даному етапі має середній розвиток рослинності, а лінійного способу посіву – хороший.



14 жовтня - 23 листопада («квадратний 70х70 см»)



14 жовтня - 23 листопада (лінійний)

Рисунок 3.11. Аналіз варіантів досліду у період зимового стеблування

3.2. Результати біометричних і агрохімічних досліджень рослин ріпаку й темно-сірого опідзоленого грунту

Аналізуючи знімки в кінці осінньої вегетації можна зробити висновок, що варіант з квадратно-гніздовим посівом раніше почав припиняти вегетацію та входити в період зимового спокою.

В середині осені у фазу проводилася біометричне вимірювання, оцінка стану рослин та готовність їх до перезимівлі (додаток Г).

Таблиця 3.2

Морфологічна оцінка готовності рослин до несприятливих умов перезимівлі

Варіант	D кореневої шийки, мм.	Кількість листків, шт.	Точка росту, см.
Лінійний	10	5	4,6
Квадратний 70х70 см	11	4	5,5

Таблиця 3.3

Вміст елементів живлення в ґрунті по варіантах досліду в фазу 4-5 листків

Варіант/повторність	Фосфор	Калій
Лінійний повт.1	282.22	328.48
Лінійний повт.2	311.32	318.52
Лінійний повт.3	306.47	258.80
«Квадратний 70х70 см» повт.1	280.90	288.66
«Квадратний 70х70 см». повт.2	287.95	278.71
«Квадратний 70х70 см». повт.3	291.92	278.71

НУБіП України

Порівнюючи результати морфологічної оцінки рослин рінаку можна зробити висновок, про те, що рослини мають оптимальні параметри для проходження несприятливих умов пов'язаних з зимовим періодом вегетації культури. Проте рослини мають певні відмінності. Лінійний варіант був більш витягнутий, та мав менший діаметр кореневої шийки, але більш приземлену точку росту. А варіант 70х70 см. хоч і мав більш витягнуту точку росту, але мав меншу кількість листків та більший діаметр кореневої шийки, що свідчило про більший запас цукрів. Дуплистості у стеблі на обох варіантах не спостерігалося, що свідчило про достатню забезпеченість бором на обох варіантах.

При однаковому фоні удобрення на двох варіантах досліду спостерігається відмінна картина споживання елементів живлення з грунту, а саме елементів що забезпечують оптимальний стан рослин для перезимівлі, тобто калію та фосфору. Лінійний варіант посіву менш інтенсивно споживає ці елементи ніж варіант 70х70 см. у всіх трьох повторностях проведення аналізу.

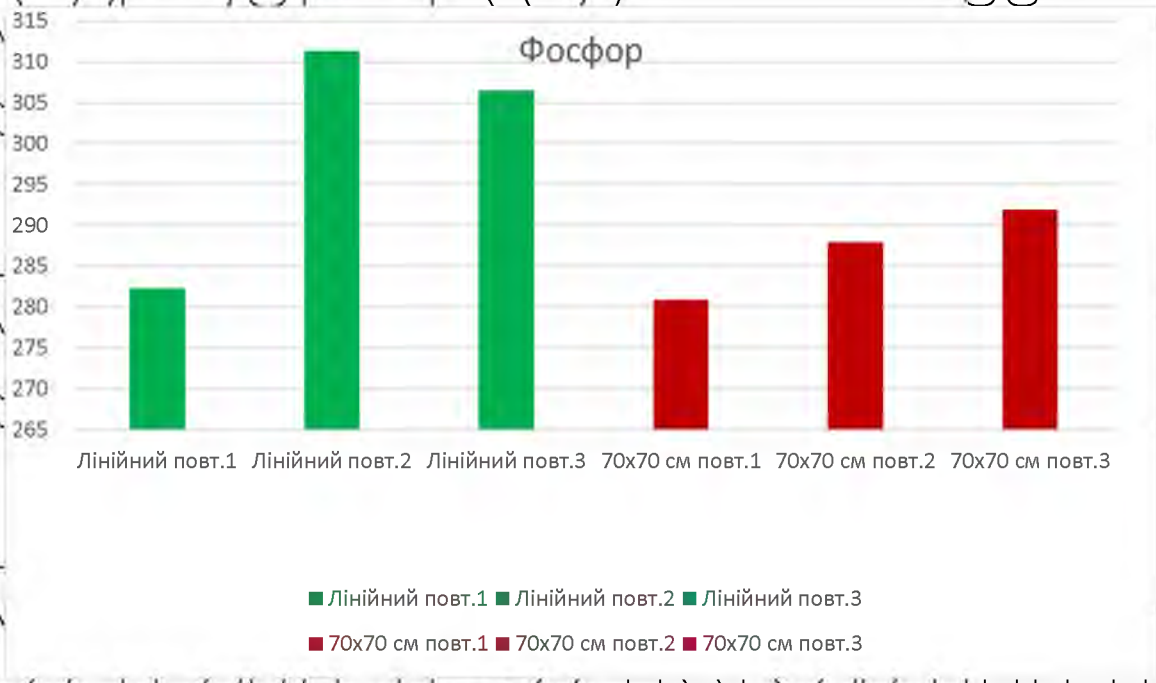


Рисунок 3.12. Гістограма вмісту Фосфору в грунті по варіантах досліду у фазу 4-5 листків

Також «квадратний 70х70 см» варіант по фосфору показує себе як більш вирівняний, ця тенденція спостерігається і в подальших визначеннях. Відбір проб в різних точках та збирання аналітичної інформації дає змогу зрозуміти, морфологічні відмінності в рості які можливо важче помітити і дуже складно

прослідковувалися під час роботи в полі стають більш однозначними після проведення агрохімічного аналізу, одноманітність та гомогенність рослин рядку значно вища при посіві з більш вільною площею живлення.

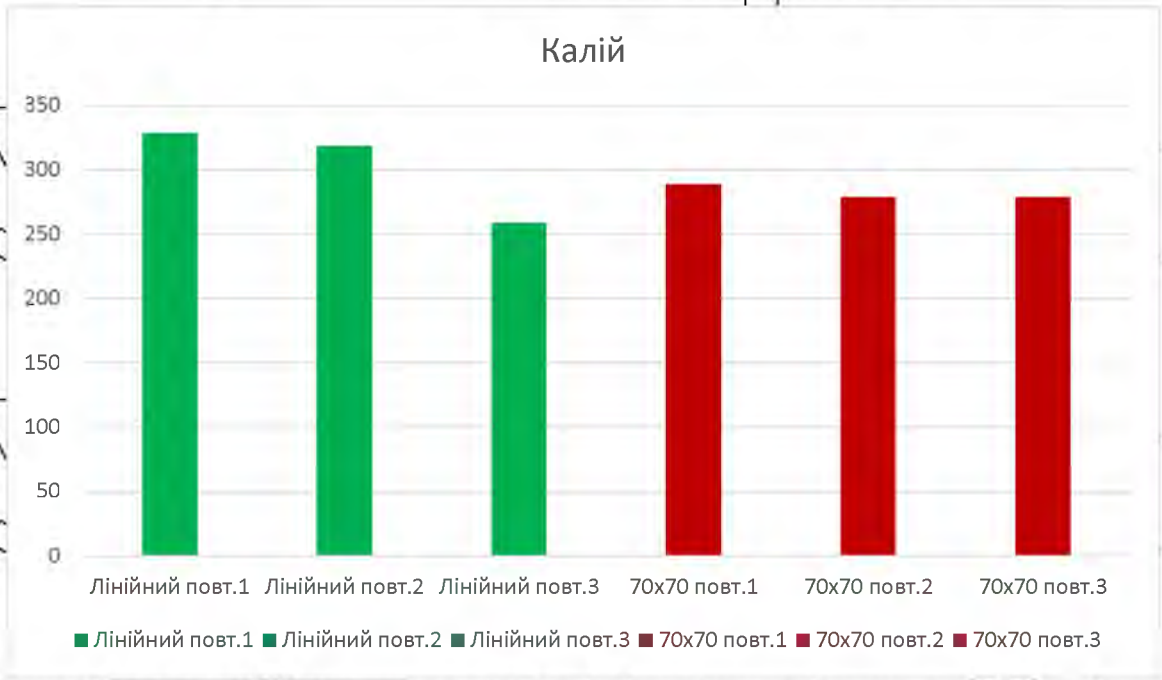


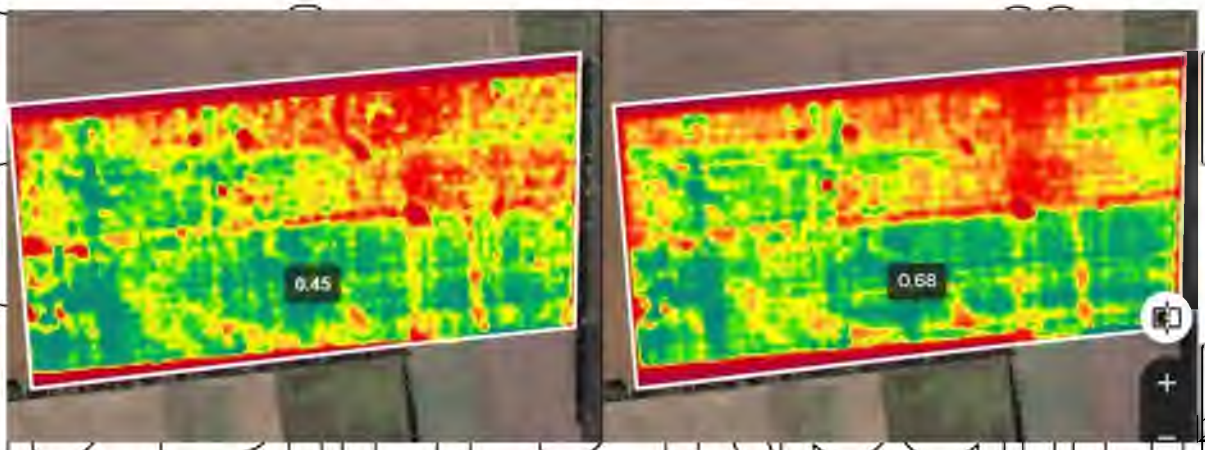
Рисунок 3.13. Гістограма вмісту калію в ґрунті по варіантах досліду у фазу 4-5 листків

З цього можна зробити висновок, що коренева система варіанту «квадратний 70х70 см» краще сформована і більш стійка для проходження зимового періоду. Також як і з фосфором він вирівняніший і в масиві рослин рідше зустрічаються рослини які занадто високі або занадто малі

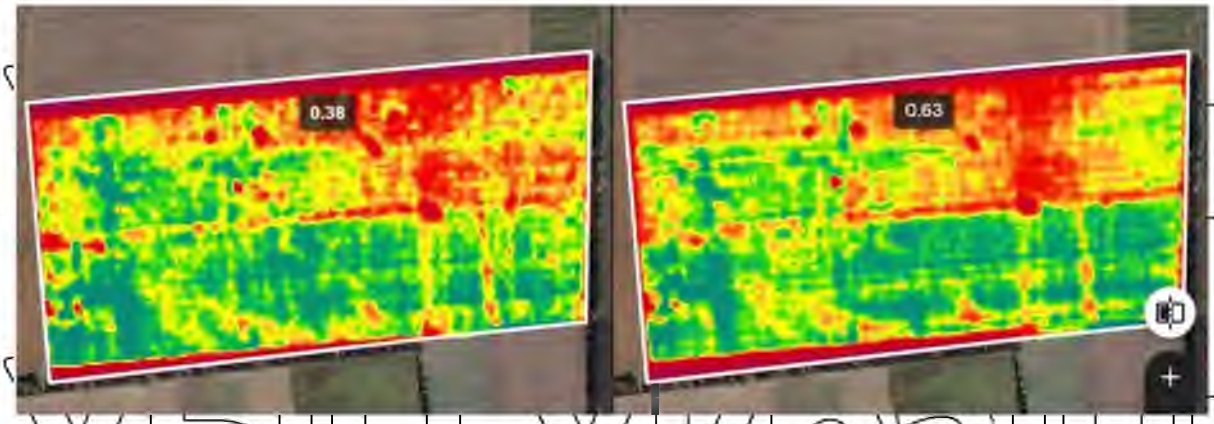
Отже, хоч і візуально та на супутникових знімках можна виділити лінійний варіант як кращий, але це не відповідає дійсності. На даному етапі дистанційне зондування не є об'єктивним.

За результатами обстеження, варіанти не мають сильно вираженої відмінності, однак лінійний варіант має менше видовжено тонну росту, що є сприятливішим для оптимальної перезимівлі.

На весні також варіант з лінійний способом сівби швидше відновлює вегетацію порівняно з квадратно-гніздовим способом. Це пов'язано з тим, що рослини лінійного варіанту розміщені щільніше.



28 березня - 22 квітня («квадратний 70х70 см»)



28 березня - 22 квітня (лінійний)

Рисунок 3.14. Знімки дослідного поля: сервіс Crop Monitoring

У зв'язку з меншим загущенням посіву у варіанті «квадратний 70х70 см» рослини швидше перейшли у фазу цвітіння. Це пов'язано з меншою конкуренцією і більшою площею живлення ніж у лінійному способі сівби, де рослини хоч і мають вищий індекс NDVI, але мають затримку при переході від фази бутонізації у фазу цвітіння.

Інспектування варіантів дослідних ділянок з різними способами посіву: квадратно-гніздовим та лінійним.

Посів «квадратним 70х70 см» способом:

- в ширину 3 рослини,
- в довжину 7

Посів лінійним способом:

- на 1 м погонному 9-11 рослин.

Під час обстеження було виявлено псевдо дефіцит фосфору, що супроводжувався холодовим стресом рослин.

На лінійному варіанті зустрічалися прояви ущільнення та дефіцит елементів живлення на цьому фоні, зокрема азоту. Нерівномірний pH вертикально по профілю, зустрічалися «худі» рослини (додаток А). На «квадратному 70х70 см» зріджений посів, але збільшений коефіцієнт гілкування, на одній рослині 3-6 гілок. Під час обстеження по варіантам методом діагоналей були відібрані рослинні зразки, по 10 рослин у варіанті та визначена їхня висота (додаток Б).

Таблиця 3.4

Висота рослин у фазу бутонізації

Рослина, см	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Середнє,см
«квадратний 70х70 см»	60	60	65	65	64	60	62	64	60	62	62
Лінійний	62	29	29	20	62	50	62	47	50	45	45.6

Квадратно-гніздовий відрізнявся від лінійного більшою рівномірністю вирівняністю посіву та одноманітності рослин. Це пов’язано з тим, що лінійний посів більш загущений і відбувається внутрішня конкуренція рослин за площу живлення.

Таблиця 3.5

Вміст мінерального азоту в ґрунті фаза бутонізації

Вміст мінерального азоту	Лінійний	«Квадратний 70х70 см»
Повторність 1	24	40
Повторність 2	27.6	45.8
Повторність 3	30.2	44.8
Повторність 4	49.2	48
Середній	32.75	44.65

НУБіП України

У фазу бутонізації також були відібрані зразки для аналізу вмісту мінерального азоту в ґрунті, адже саме цей азот відображає дійсну картину споживання цього елементу рослинами.

Результати аналізів говорять про те, що в середньому лінійний варіант споживає майже на 10 одиниць більше азоту, ніж варіант 70х70 см.

Візуально рослини варіанту 70х70 см. не виглядали гірше лінійного і були більш вирівняні. Тому на даному етапі не можливо оцінити чи це відбувається через те, що рослини лінійного варіанту мають кращий розвиток, чи це відбувається за рахунок більшої густоти стояння рослин і конкуренції при їхньому рості.

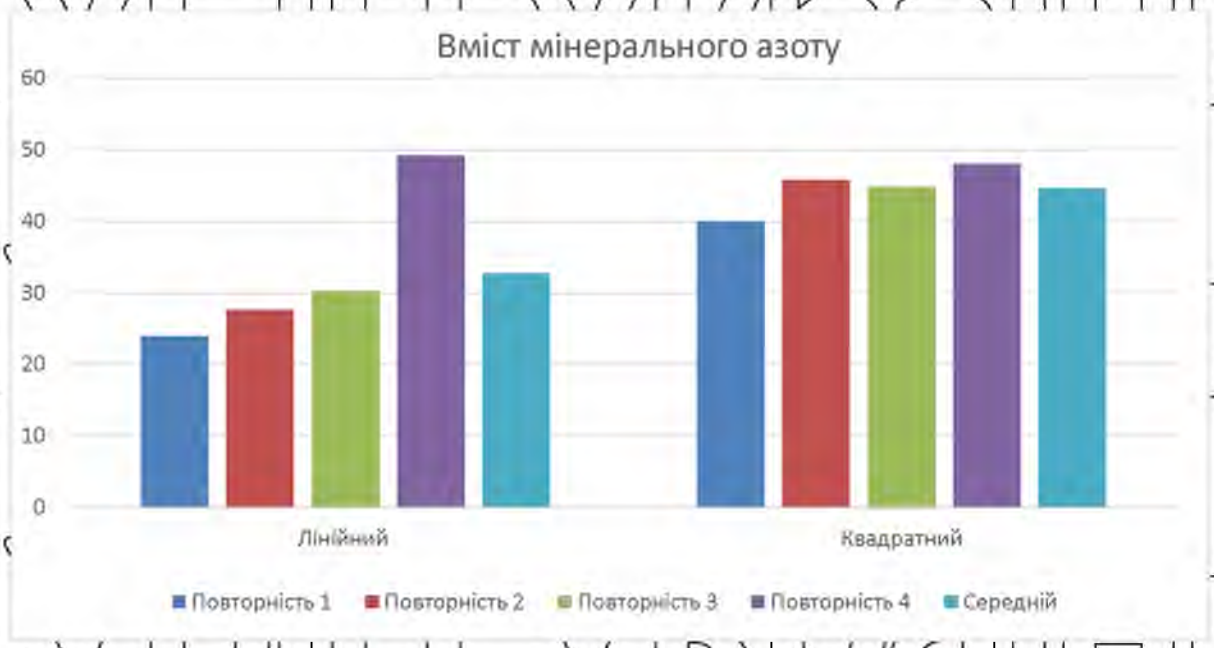


Рисунок 3.14. Гістограма вмісту мінерального азоту у ґрунті у фазу бутонізації

Попри те, що лінійний варіант споживає велику кількість азоту це не впливає на загальний вигляд рослин в їх масі. Гістограма чітко дає зрозуміти, що це відбувається через те, що рослини споживають азот дуже нерівномірно. В варіанті 70х70 см. відбувається зворотній ефект. Рослини споживають його менше, але дуже рівномірно. Вони не борються за поживні елементи, а споживають його в тій кількості, яка їм необхідна, в подальшому це буде підтверджено в аналізі азоту в рослинах варіантів.

Таблиця 3.6

Вміст лужногідролізованого азоту у фазі бутонізації

Азот	Лінійний	«квадратний 70х70 см»
Повторність 1	49	40
Повторність 2	32	41
Повторність 3	35	43
Повторність 4	42	44
Середнє	42	42

За даними таблиці 3.6, результати вмісту лужногідролізованого азоту не такі об'єктивні як мінерального. Якби провдилося визаченння лише лужногідралізованого азоту ми б отримали однакові результати. Через те що даний аналіз не враховує вміст нітратної форми азоту, яку в першу чергу споживають рослини.

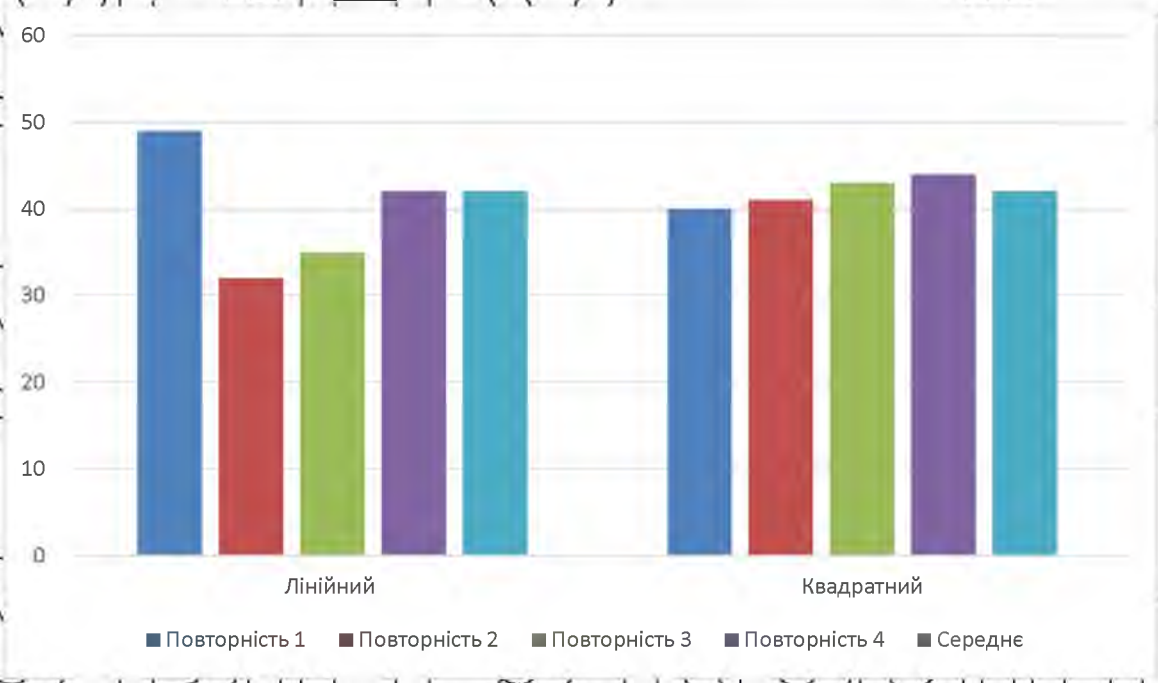


Рисунок 3.15. Гістограма вмісту лужногідролізованого азоту

Гістограма навіть по лужногідрозізованому азоту є аналогічною з мінеральним. Вміст азоту за повторностями менш строкатий у варіанті 70х70

см. він майже одноманітний, а вирівняність поля є надзвичайно важливим у формуванні його загальної продуктивності.

Таблиця 3.7

Вміст Фосфору в грунті в фазу бутонізації

Вміст Фосфору	Лінійний	«Квадратний 70х70 см»
Повторність 1	86.1	68
Повторність 2	73.4	74.8
Повторність 3	51	71.1
Повторність 4	67.3	67.9
Середнє	69.45	70.45

Аналізуючи результати результати лабораторних досліджень вмісту фосфору в грунті, спостерігається така ж ситуація як і у випадку з іншими елементами живлення. Попри відносну однакову кількість даного елемента у обох варіантах, в середньому результати «квадратного 70х70 см» меньше відрізняються між собою ніж рослини у лінійному варіанті посіву. Дані показники фосфору визначені за методом Кірсанова в обох варіантах мають середнє забезпечення фосфором та не мають дефіциту цього елемента живлення.

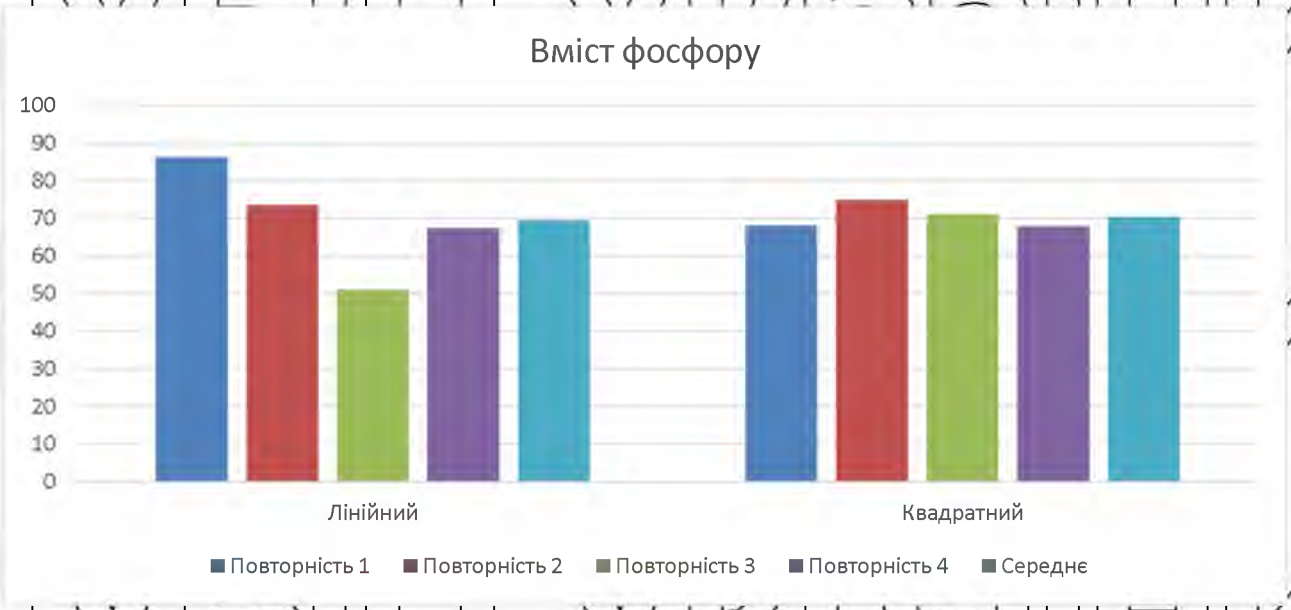


Рисунок 3.16. Гістограма вмісту фосфору в грунті в фазу бутонізації

Гістограма підтверджує висновки, що зроблені до таблиці. Але більш якраво візуально виєвітлює ситуацію що складається в посівах рослин. Згідно гістаграми видно на скільки «квадратний 70х70 см» варіант посіву є вирівяніший за вмістом фосфору в ґрунті.

Таблиця 3.8

Вміст мінерального азоту в рослинах в фазу бутоізації

Мінельний азот в рослинах	«Квадратний 70х70 см»	Лінійний
Повторність 1	0.87	0.78
Повторність 2	0.77	0.95
Повторність 3	0.78	1.1
Повторність 4	0.94	0.73
Середнє	0.84	0.89

Саме мінеральний азот в рослинах відповідає за площу листової поверхні та велечину вегетаційних індексів, які ми можемо спостерігати при дистанційному моніторингу. Але не слід прив’язувати лише до нього строкатість значення вегетаціного індекса по полю. Також він залежить від вологості рельєфу поля та вмісту органічної речовини.

Таблиця вмісту мінерального азоту в рослинах свідчить про вільний розвиток рослин в «квадратному 70х70 см» варіанті посіву та високу конкуренцію за азот у лінійному варіанті. Видно як нерівномірно рослини споживають цей елемент. Через загущений посів на лінійному варіанті рослини конкурують за азот.

НУБіП України

Рисунок 3.17. Гістограма вмісту мінерального азоту в рослинах в фазу бутонізації

Деякі рослини у лінійному варіанті сівби мають вміст азоту більше ніж 1мг/кг. В квадратному варіанті такого високого вмісту азоту не спостерігається. Ситуація аналогічна вмісту фосфору. Конкуренція між рослинами змушує нерівномірно поглинати елементи.

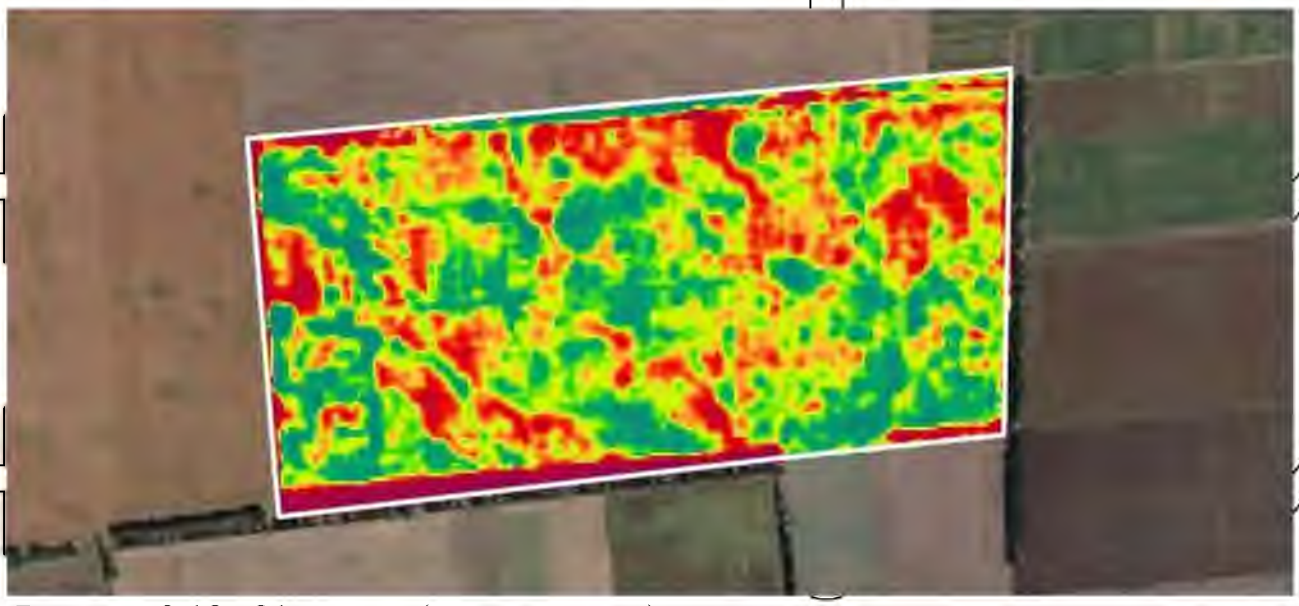


Рисунок 3.18. 21 червня (стручкування)

За допомогою супутникового моніторингу в даний період не можливо об'єктивно оцінити варіанти. Оскільки вони мають в середньому однаковий індекс NDVI але у варіанті 70х70 це відбувається за рахунок інтенсивнішого гілкування, а в лінійному за рахунок більшої кількості рослин.

НУБіП України

Таблиця 3.9

Визначення агрохімічних показників ґрунту за допомогою сканера ґрунту SoilCare

Варіант	Показники							
	$pH_{(водне)}$	Органічна речовина	Фосфор загальний	К заг.	Са обм.	Mg обм	Потенційно мінералізований азот	Катіонна ємність
«Квадратний 70х70» повт.1	7.1	3.1	47.5 мг/кг	5.6 ммоль+/кг	168.7 ммоль+/кг	23.3 ммоль+/кг	77.3 мг/кг	172 ммоль+/кг
«Квадратний 70х70» повт.2	7.0	3.1	52.6 мг/кг	5.8 ммоль+/кг	165 ммоль+/кг	24.7 ммоль+/кг	78.5 мг/кг	168 ммоль+/кг
«Квадратний 70х70» повт.3	6.6	3.0	47.8 мг/кг	5.3 ммоль+/кг	137 ммоль+/кг	23.9 ммоль+/кг	77 мг/кг	145 ммоль+/кг
«Квадратний 70х70» повт.4	6.8	3.0	42.4 мг/кг	4.8 ммоль+/кг	155.5 ммоль+/кг	24.3 ммоль+/кг	74.4 мг/кг	166 ммоль+/кг
Лінійний 1 повт.	7.1	3.2	50.6 мг/кг	5.4 ммоль+/кг	187.3 ммоль+/кг	23.9 ммоль+/кг	86.8 мг/кг	190 ммоль+/кг
Лінійний 2 повт.	6.8	3.2	40.3 мг/кг	4.3 ммоль+/кг	164.9 ммоль+/кг	27.1 ммоль+/кг	76.8 мг/кг	174 ммоль+/кг
Лінійни 3 повт.	7.0	3.0	46.8 мг/кг	5.9 ммоль+/кг	160.3 ммоль+/кг	25.6 ммоль+/кг	70.4 мг/кг	172 ммоль+/кг
Лінійний 4 повт.	6.8	2.9	43.5 мг/кг	3.8 ммоль+/кг	158.7 ммоль+/кг	25.6 ммоль+/кг	68 мг/кг	166 ммоль+/кг

НУБіП України

Таблиця 3.10

Характеристика елементів структури врожаю ріпаку озимого у фазу 85 (ВВСН),2021р.

Варіант	Висота см	Кількість рослин м^2	Кількість стручків на рослині	Кількість насінин у стручках	Кількість насінин тис/м^2	Маса насінин кг/м^2	Маса 1000 насінин	Біологічна урожайність	Фактична урожайність
«Квадратний 70х70 см»	158	21	310	19	123690	0.38	3.1	3.83	3.4
Лінійний	182	24	300	17.8	128160	0.37	2.9	3.71	3.3

Ступінь довіри до даного приладу визначалася однією з провідних компаній що надають послухи в сфері агробізнесу Syngenta. Таким чином було взято однакові зразки грунту та визначено основні агрохімічні показники грунту за допомогою грунтового сканера та традиційними методами. Результати сканера по фосфору були дещо заниженими, а по азоту дещо завищеним. Тому посилатися на дані що отримані за допомогою приладу є не зовсім доцільно. Але аналізуючи показники приладу та лабораторні дослідження спостерігається та ж сама залежність, що ми спостерігали у всі попередніх аналізуваннях. «Квадратний 70х70 см» варіант має більш вирівняні результати агрохімічних показників порівняно з лінійним.

Аналізуючи результати таблиці 3.10 рослини «квадратного 70х70 см» нижчі за висотою, та мають меншу кількість рослин на м^2, але вони мають більшу кількість насінин в стручку, та більшу масу 1000 насінин, що в результаті і дає перевагу в урожайності. Рослини лінійного варіанту більш витягнуті через конкуренцію сусідніми рослинами, та через зменшену площу живлення утворюють меншу кількість гілочок та стручків.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННІ РІПАКУ ОЗИМОГО

НУБіП України

Аналізуючи технології вирощування ріпаку озимого в господарстві, необхідно також звернути увагу на економічні аспекти даних технологій. Для цього потрібно провести певні розрахунки врахувавши такі показники як: урожайність культури, вартість врожаю з 1га, загальні витрати на 1га, дохід з 1га, рентабельність вирощування продукції.

Рівень рентабельності є одним із найголовніших показників економічної ефективності виробництва, що характеризується використанням капіталу господарства та отриманим доходом в процесі виробництва. [39]

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого за 2021 рік

Варіант	Урожайність,т	Ціна 1т продукції	Вартість врожаю з 1га, грн	Загальні витрати на 1га, грн.	Дохід з 1 га, грн.	Рентабельність, %	Окупність 1 грн, грн.
Квадратний 70х70см	3.4	16 936	57 582	25 085	32 498	30	0.30
Лінійний	3.3	16 936	55 889	25 162	30 727	22	0.22

Проаналізувавши дані таблиці 4.1 можна зробити висновок, що вирощування ріпаку озимого «квадратним 70х70 см» способом є більш рентабельним порівняно з лінійним способом. Оскільки, за даного способу сівби використовується менша кількість посівного матеріалу порівняно з лінійним варіантом значну кількість коштів можна заощадити. Також у варіанті «квадратний 70х70 см» ми отримали більшу урожайність, що дає змогу отримати більший прибуток при меншій кількості витрат.

Таблиця №4.1.

Технологічна схема вирощування ріпаку озимого на дослідному полі

№ п/п	ТЕХНОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ	ЗЗР, добрива	НОРМА ВНЕСЕННЯ, л/кг/т/га	ОДИНИЦІ ВИМІР.	ОБСЯГ РОБІТ	СКЛАД АГРЕГАТУ	
						трактор	с/г машина
1	2	3	4	5	6	7	8
	1. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ						
1	Збір врожаю попередника				40	JD S762	
2	Мульчування решток попередника				40	Steyer	TORNADO
3	Навантаження добрив	07:20:30		т	7,2	Маніту	
3	Підвезення добрив	07:20:30		т	7,2	МТЗ 82	
4	Внесення комплексних мін. добрив	07:20:30	0,18	га	40	JD 6195 M (юпітер)	лійка
5	Дискування			га	40	Valtra	дискатор
6	Підвезення води					Case	МЖТ-10
7	Внесення деструктора	Еколайн	1,2	га	40	JD 6195 M	юнігрін
8	Коткування			га	40	Case	вод. котки
9	Посів			га	40	JD 6195 M (юпітер)	Super Walter

НУБіП України

10	Коткування			га	40	Case	вод. котки
	3. ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ						
1	Підвезення води					Case	МЖТ-10
2	Внесення грунтового гербіциду	Бутізан Команд	1,8 0,18	га	40	JD 6195 M	юнігрін
3	Підвезення води					Case	МЖТ-10
4	Внесення граміциду	Шогун	1	га	40	JD 6195 M	юнігрін
5	Підвезення води					Case	МЖТ-10
6	Внесення морфорегулятора	Карамба Турбо	0,7	га	40	JD 6195 M	юнігрін
7	Підвезення води					Case	МЖТ-10
8	2 Внесення морфорегулятора	Карамба Турбо	0,3	га	40	JD 6195 M	юнігрін
	2. РАННЬОВЕСНЯНИЙ ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ						
1	Підвезення добрив	КАС 24 + 2,4 % S			30	Case	МЖТ-10
2	Прикореневе підживлення	КАС 24 + 2,4 % S	0,2	га	40	Valtra	юнігрін
3	Підвезення води					Case	МЖТ-10
4	Фунгіцидно-інсектицидний захист	Дерозал Оріус Енжіо	0,6 0,6 0,18	га	40	Valtra	юнігрін
5	Підвезення води					Case	МЖТ-10
6	Інсектицидний захист	Біскайя Бор Органічний	0,3 0,75	га	40	Valtra	юнігрін

НУБіП України

		Екол. Олійні Хелати	1				
7	Підвезення води					Case	МЖТ-10
8	Інсектицидний захист	Бієкайя	0,3	га	40	Valtra	юнігрін
		Бор Органічний	0,75				
		Екол. Олійні Хелати	1				
	4. ЗБІР ВРОЖАЮ						
1	Збір врожаю			га	40	JD S762	
2	Відвезення продукції					DAF	трак
3	Очищення			т		ЗАВ	
4	Закладання в склад			т		ГАЗ 53	

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

Продовження таблиці №4.1.

	Оплата працівників			Пальне		
	постійних працівників			Дизпаливо		
	Кількість чоловік	Розцінка, грн.	Сума, грн.	л/га	Кількість, л	Сума, грн.
	9	10	11	12	13	14
	1. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ					
1						
2	1	20	820	15	600	13608
3	1	70	850		40	907,2
3	1	50	610		20	453,6
4	1	15	610	2	80	1814,4
5	1	25	1010	6	240	5443,2
6	1	6	250		10	232,6
7	1	12	490	1	40	930,4
8	1	15	620	3	120	2721,6
9	1	50	2020	10	400	9304

НУБіП України

10	1	15	600	3	120	2791,2
3. ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ						
1	1	6	240		60	1395,6
2	1	12	480	1	40	930,4
3	1	6	240		60	1395,6
4	1	12	480	1	40	930,4
5	1	6	240		60	1395,6
6	1	12	480	1	40	930,4
7	1	6	240		60	1395,6
8	1	12	480	1	40	930,4
2. РАННЬОВЕСНЯНИЙ ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ						
1	1	6	240		60	1395,6
2	1	12	480	1	40	930,4
3	1	6	240		60	1395,6
4	1	12	480	1	40	930,4

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

5	1	6	240		60	1395,6
6	1	12	480	1	40	930,4
7	1	6	240		60	1395,6
8	1	12	480	1	40	930,4
		4. ЗБІР ВРОЖАЮ				
1	1	10	400	14	560	13025,6
2	1	50			100	2326
3						
4						
Всього			13920			71002
Разом			84922			

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

Таблиця № 4.2.

Економічна ефективність вирощування озимого ріпаку

Культура	Площа поля, га	Врожайність, т/га	Вартість врожаю за 1т	Вартість врожаю (валової продукції), грн/га	Витрати, грн./га				Умовно чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рівень рентабельності, %
					оплата праці,	пальне, амортизація техніки	Добрива, засоби захисту рослин	всього витрат			
Озимий ріпак	40	3,8	13500	51300	348	1775	6369	8492	42805	2235,5	2294

НУБіП України

У лінійному варіанті ми отримали меншу врожайність порівняно з попереднім варіантом, та витратили більшу кількість коштів. Тому цей спосіб приносить меншу кількість прибутку. В таблиці 4.1. представлені технологічна карта, витрати на пальне, оплату працівників.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

ВИСНОВКИ

1. За однакового фону удобрення та технології вирощування кращу урожайність на 1ц з гектара показав варіант посіву «квадратний 70х70 см». Також він має більшу економічну ефективність через економію посівного матеріалу. Через компенсаційну здатність сучасні гібриди ріпаку озимого потребують більшої площі живлення та дещо зрідженого посіву, що дає змогу утворювати велику кількість стручків. Також через відсутність конкуренції рослини не витягуються, менше піддаються стресовим факторам та можуть сформувати більшу масу 1000 насінин.

2. Супутниковий моніторинг даного дослідження відобразив всю складність дистанційного обстеження такої унікальної культури як ріпак озимий. При однаковому показнику NDVI рослини мали зовсім інакший стан. Варіант лінійного способу сівби мав більшу кількість рослин на м^2, а «квадратний 70х70 см» мав меншу кількість рослин, але більшу площу листової поверхні та більшу кількість стручків. Але, як вже вказано вище, ми мали однаковий індекс вегетації на обох ділянках.

3.За допомогою дистанційного моніторингу можна з легкістю обстежити дуже великі площі полів. Але він дає змогу лише побачити проблемні ділянки поля, але не може встановити причини цих проблем. Тому обов’язково всі методи обстеження полів які зараз доступні працівникам сільського господарства повинні працювати в комилексі. Лише системний підхід допоможе з високою точністю висвітлювати об’єктивний стан посівних площ.

НУБіП України

РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для досягнення урожаю ріпаку на рівні 3,5 т/га, з оптимізацією живлення рослин, формуванням продуктивної архітектоніки фітоценозу варто застосовувати «квадратний 70×70 см» спосіб сівби. Для своєчасного оперативного моніторингу стану посівів ріпаку як фітоценозу варто використовувати дані сервісу супутникового моніторингу Santinel HUB, для комплексної індексної оцінки стану фітоценозу, з погодними даними, варто користуватися сервісами супутникових даних, наприклад Crop Monitoring, для деталізованої зйомки, з визначенням стану рослин, рівномірності входження рослин у стадію розвитку, виявлення хвороб і шкідників – дані моніторингу за допомогою дистанційно пілотованих систем (БПЛА).

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Любар В. Гібриди озимого ріпаку DEKALB – майстерність свідомого вибору [Електронний ресурс] // Агроном, 2020. Режим доступу до ресурсу: https://www.agronom.com.ua/gibrydy-ozymogo-ripaku-dekalb-majsternist-svidomogo-vyboru/

2. Поляков О., Нікітенко О., Вахненко С. Ретарданти як засіб підвищення продуктивності озимого ріпаку [Електронний ресурс] // Агроном, 2018. Режим доступу до ресурсу https://www.agronom.com.ua/retardanty-yak-zasib-pidvyshhennya-produktyvnosti-ozymogo-ripaku/

3. Бучацька О. Технологія вирощування ріпаку. Як розкрити потенціал насіння [Електронний ресурс] // SuperAgronom, 2019. Режим доступу до ресурсу:https://superagronom.com/articles/296-tehnologiya-viroschuvannya-ripaku-vid-a-do-ya-yak-rozkriti-potentsial-nasinnya

4. Перші гроші аграрія [Електронний ресурс] // Бізон-Тех, 2019. Режим доступу до ресурсу: https://bizontech.ua/blog/technology-of-winter-rape

5. Перші гроші аграрія [Електронний ресурс] // Бізон-Тех, 2019. Режим доступу до ресурсу https://bizontech.ua/blog/technology-of-winter-rape

6. Ріпак озимий. Agroscience.com.ua URL:https://agroscience.com.ua/plant/ozymyi-ripak

7. Капітанська О., Логінова І., Полянчиков С. Стартове живлення ріпаку. Розширення можливостей із технологією In-Furrow [Електронний ресурс] // Агроном, 2021. Режим доступу до ресурсу:https://www.agronom.com.ua/startove-zhyvlennya-ripaku-rozshyrennya-mozhlyvostej-iz-tehnologiyeyu-in-furrow/

8. Захист посівів озимого ріпаку восени. Syngenta URL:https://www.syngenta.ua/news/ripak-czimiv/zahist-posiviv-ozimogo-ripaku-voseni

9. Басанець О. Захист озимого ріпаку від шкідників: проблеми, помилки, вибір інсектицидів [Електронний ресурс] // SuperAgronom, 2021.

Режим доступу до ресурсу: https://superagronom.com/articles/463-zahist-ozimogo-ripaku-vid-shkidnikiv-problemi-pomilki-vibir-insektitsidiv

10. Основа інтегрованого захисту ріпаку від компанії FMC. FMC URL: https://fmc.com.ua/articles/osnova-integrovanogo-zahistu-ripaku-vid-kompaniyi/

11. Басанець О. Критичні періоди у вирощуванні озимого ріпаку та способи зберегти урожай [Електронний ресурс] // SuperAgronom, 2018. Режим доступу до ресурсу: https://superagronom.com/articles/131-kritichni-periodi-u-viroschuvanni-ozimogo-ripaku-ta-sposobi-zberegti-urojay

12. Басанець О. Захист озимого ріпаку від шкідників: проблеми, помилки, вибір інсектицидів [Електронний ресурс] // SuperAgronom, 2021. Режим доступу до ресурсу: https://superagronom.com/articles/131-kritichni-periodi-u-viroschuvanni-ozimogo-ripaku-ta-sposobi-zberegti-urojay

13. Басанець О. Захист озимого ріпаку від шкідників: проблеми, помилки, вибір інсектицидів [Електронний ресурс] // SuperAgronom, 2021. Режим доступу до ресурсу: https://superagronom.com/blog/832-zbirannya-vrojayu-ozimih--naskilki-vajlivi-termini

14. ДК Імпрешн КЛ. Dekalb. URL:https://www.dekalb.ua/katalog-produkcii/ripak/dk-impresn-kl

15. Цилюрик О. Готуємо грунт під ріпак [Електронний ресурс] // Агроном, 2017. Режим доступу до ресурсу: http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8863-hotuiemo-grunt-pid-ripak.html

16. Потаєва О. Як підготувати озимий ріпак до перезимівлі [Електронний ресурс] // Агроном, 2020. Режим доступу до ресурсу: https://agrotimes.ua/agronomiya/yak-pidgotuvaty-ozymyj-ripak-do-perezymivli/

17. Зозуля О. Л., Михальська Л. М., Ковель О. Л., Швартау В. В. Цифрові технології в рослинництві. Київ – 2020. – С. 10-30.

18. Кирпа М. Ріпак : особливості обробки та збереження врожаю / М. Кирпа // Пропозиція. - 2010. - № 8. - С. 70-73.

19. Кушнір І. В. Перспективи виробництва та переробки ріпаку в Україні / І. В. Кушнір // Економіка АПК. - 2006. - № 11. - С. 27-30

20. The role of Drone technology in Sustainable Agriculture. PrecisionAG URL:https://www.precisionag.com/in-field-technologies/drones-uavs/the-role-of-drone-technology-in-sustainable-agriculture/

21. Дрони і супутники: моніторинг стану посіві впродовж сезону. SmartFarming URL:https://www.smartfarming.ua/dronv-i-suputnvkv-monitorvnh-stanu-posivi-vprodovzh-sezonu/

22. Удобрення ріпаку озимого [Електронний ресурс] // Агробізнес Сьогодні. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/119-udobrennia-ripaku-ozymoho.html.

23. Лихочвор В. В. Ріпак / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. – Львів : Українські технології, 2005. – 10 с.

24. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів : Укр. технології, 2006. – 614 с.

25. Нереуцький С. Г. Підвищення зимостійкості озимого ріпаку за рахунок комплексу агротехнічних заходів / С.Г. Нереуцький // Аграрник. – 2008. – № 18 – С. 15 – 17.

26. Щербаков В.Я. Озимий ріпак в Степу України / Щербаков В.Я., Нереуцький С.Г., Боднар М.В. ; під ред. В.Я. Щербакова. - Одеса. : ООО «ІНВАЛ», 2009. - 184 с.

27. Гайдаш В. Д. Ріпак / В. Д. Гайдаш, М. М. Климчук. – ІваноФранківськ : Сіверсія ЛТД, 1998. – 224 с.

28. Гайдаш В.Д. Ріпак – культура великих можливостей/ В.Д.Гайдаш, Г.Т. Дем'янчук, І.М. Ковальчук. – Ужгород : Карпати, 1999. – 69 с.

29.

30. Витченко А.Н. Методика агроэкологической оценки 150 сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов Белоруссии / А.Н.

Витченко, А.Н. Полевой // В сб.: Вестник Белорусского университета. Сер. 2. Химия, биология, география. – 1986. – № 2. – С. 56 – 59.

31. Гаврилюк М. М. Олійні культури в Україні / М. М. Гаврилюк, В. И. Салатенко, А. В. Чехов. – К. : Основа, 2007. – 415 с.

32. Гольцова А. А. Рапс, сурепица / А. А. Гольцова. – М. : Колос, 1983. – С. 192.

33. Губенко Л. В. Формування продуктивності озимого ріпаку залежно від строків сівби та системи удобрення в умовах Північного Лісостепу / Л. В. Губенко, П. С. Вишнівський // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. - 2010. - Вип. 15. - С. 82–87.

34. Секун М.П. Технологія вирощування і захисту ріпаку / М.П. Секун, О.М. Лапа, І.Л. Макаров. — К.: Урожай, 2008. — 113 с.

35. Федосеев А.П. Агротехника и погода / А.П. Федосеев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 240 с.

36. Шелестов Ю.В. Сроки сева озимого рапса / Ю.В. Шелестов, В.К. Вдовиченко // Масличные культуры. – 1986. – №5. – С. 11-12.

37. Штопа В.И. Особенности биологии цветения рапса и сурепицы / В.И. Штопа, С.Ю. Кравцов // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – №2. – с. 45 – 46.

38. Яковенко Т. М. Олійні культури України / Т.М. Яковенко. – К. – Урожай – 2005.

39. Фокін А. Ріпак : пероноспороз, прихованохоботники та мікродобрива / А. Фокін // Пропозиція. - 2010. - № 2. - С. 98-104.

40. Танчик С. Особливості вирощування ріпаку озимого / С. Танчик, Л. Центило // Пропозиція. - 2012. - № 7. - С. 56-58.

41. Лихочвар В. Як зменшити ризики вимерзання ріпаку / В. Лихочвар, С.Каленська // Пропозиція. - 2012. - № 7. - С. 46-48.

42. Лихочвар В. Особливості технології вирощування ріпаку / В. Лихочвар // Пропозиція. - 2008. - № 7. - С. 90-92.

НУБіП України

43. Губенко Л. В. Формування продуктивності озимого ріпаку залежно від строків сівби та системи удобрення в умовах Північного Лісостепу / Л. В. Губенко, П. С. Вишнівський // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. - 2010. - Вип. 15. - С. 82– 87.

44. Бикін А.В. Вплив водорозчинних комплексних добрив на продуктивність ріпаку озимого в умовах Лівобережного Лісостепу / А. В. Бикін, Н. М. Зінченко // Вісник аграрної науки. - 2012. - № 3. - С. 9-12.

45. Бондаренко В. М. Удосконалення технології вирощування ріпака ярого в умовах зрошення Півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / В. М. Бондаренко ; Херсон. держ. аграр. ун-т. - 2003. - 16 с.

46. Джура Ю. Ріпак озимий: вирощуємо без форс-мажорів / Ю. Джура // Пропозиція. - 2012. - № 7. - С. 52-55.

47. Ковальчук Г. М. Ріпак озимий - цінна олійна і кормова культура / Г. М. Ковальчук. - К. : Урожай, 1987. - 106 с.

48. Лаба Ю. Захист сходів ріпаку озимого / Ю. Лаба // Пропозиція. - 2012. - № 7. - С. 68-70.

49. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2001. 800 с.

50. Циков В.С. Матюха Л.П. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: вид-во Енем, 2006. С. 7–10 і 30–34.

51. Подпрятов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф., Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. Київ Аграрна освіта, 2014.

52. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. «Система застосування добрив» Київ «Вища школа» 2002р. С.312. (135с.)

53. Пасічник, Н.А. (2020) Індикаційні стресові індекси технологічного характеру для ріпаку озимого / *Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, А. В. Бикін, О. О. Опришко* // Наукові доповіді НУБіП України. 2020. №3(85). Режим доступу до ресурсу: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/13954

54. Пасічник, Н.А. (2020) Створення вегетаційних індексів для потреб точного землеробства засобами MathCad / *Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко, В. О. Мірошник, Д. С. Комарчук* // Рослинництво та ґрунтознавство. Режим доступу до ресурсу: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/author/submission/13891

55. Пасічник, Н.А. (2020) Методичні підходи до ідентифікації рослин в оптичному діапазоні за моніторингу з використанням безпілотного літального апарату / *Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко* // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. зб. Вип.89. Харків: ННЦ ІГА. 2020. С.90-97. Режим доступу до ресурсу: http://agrochemsoilsci.org/89/89-10.html

56. Pasichnyk N. (2020) On the Use of UAVs with a Slantrange Sensor System for Estimation of Crop Safety / N. Pasichnyk, S. Lienkov, S. Shvorov, L. Komarova, D. Komarchuk, O. Opryshko // Information and Security. Vol. 45 (2020). P.21-33. Режим доступу до ресурсу: http://isij.eu/system/files/4502_uavs_slantrange.pdf

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

ДОДАТКИ

Додаток А. Обстеження посівів ріпаку озимого у фазу бутонізації.

НУБіП України

Додаток Б. Вимірювання висоти рослину фазу стручкування.

Додаток В. Підготовка зразків грунту до проведення лабораторних аналізів.

НУБіП України

Додаток Г. Моніторинг посівів за допомогою БПЛА перед перезимівлею.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України