

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – КМР. 1642 «С» 2021.10.07 04 ПЗ

ЛИТВИН АНАСТАСІЇ ДМИТРІВНИ

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан агробіологічного факультету

Завідувач кафедри агрохімії та якості

д.с.-г.н, професор _____ Тонха О.Л.

продукції рослинництва

д.с.-г.н, професор _____ Бикін А.В.

“ ” 2021 р. “ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Агрохімічний дистанційний моніторинг пшениці озимої»

Спеціальність (напрямок підготовки): 6.090101 «Агрономія»

Освітня програма

Орієнтація освітньої програми

Гарант освітньої програми

д.с.-г.н, професор

Бикін А.В.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент

Ласічник Н. А.

Виконала

Литвин А.Д.

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Агробіологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри агрохімії та якості продукції
рослиництва ім. О.І. Духечкіна
професор, д.с.т.н. Бикін А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 2021 року

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТЦІ Литвин Анастасії Дмитрівні

Спеціальність 201 Агрономія

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 дослідження

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Огляд літературних даних за темою роботи.
2. Дані супутникових систем моніторингу дослідного поля, спектральних досліджень за допомогою БНЛА
3. Результати фенологічної й біометричної діагностики, аналітичних досліджень рослинного матеріалу і ґрунту,

Дата видачі завдання “07” жовтня 2020 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи Пасічник Н.А.
Завдання прийняла до виконання Литвин А.Д.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота з теми «Агрохімічний дистанційний моніторинг пшениці озимої» виконана на 71 сторінці друкованого тексту, містить 18 таблиць, 17 рисунків, додатки, список літератури включає 60 джерел. Складається зі вступу та 4 розділів, висновків і рекомендацій виробництву.

У огляді літературних джерел були представлені особливості методу дистанційного спектрального моніторингу та дистанційного зондування, використання безпілотних систем, огляд технології BigData в сільському господарстві, біологічні особливості озимої пшениці та умови її вирощування, вплив мікроелементів на розвиток зернових культур.

Другий розділ містить умов та методики проведення досліджень. В ньому було подано інформацію про господарство на якому проводились дослідження, характеристику ґрунтово-кліматичних умов, схему та матеріали проведення досліджень, ряд технологічних операцій та методики проведення досліджень.

Третій розділ містить результати досліджень та їх аналіз. Викладено біометричний облік в основні фази, структуру урожайності дослідженої культури та результати лабораторних досліджень.

В економічній частині представлений розрахунок рентабельності та окупності по варіантах досліджень, сформований висновок.

По результатам досліджень були сформовані висновки та рекомендації виробництву щодо доцільності використання супутникового моніторингу.

У роботі викладені результати польових досліджень ефективності внесення хелатів у польовій сівозміні, проведених на пшениці озимій.

Описана кореляційна різниця залежно від системи удобрення.

Ключові слова: пшениця озима, урожайність, застосування хелатів, добрива, якість врожаю, ґрунт темно-сірих опідзолених на лесовидних суглинках.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Дистанційний моніторинг як сервіс для технології вирощування пшениці озимої (огляд літературних джерел)	7
1.1. Дистанційний моніторинг.....	7
1.2. Біологічні особливості озимої пшениці та умови її вирощування.....	18
1.3. Вплив мікроелементів на розвиток зернових культур.....	20
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	22
2.1. Загальна характеристика господарства.....	22
2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов проведення досліджень.....	23
2.3. Схема та матеріали для проведення досліджень.....	26
2.4. Технологічні операції та внесення добрив.....	32
2.5. Методи проведення досліджень.....	36
3.1. Біометричний облік.....	37
3.2. Лабораторні дослідження.....	45
РОЗДІЛ 4. Економічна частина	49
ВИСНОВКИ	52
РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	63

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність теми та підстави для виконання лабораторних робіт.

Раніше, для того, щоб провести наземний облік всього поля чи окремої дослідної ділянки, необхідною умовою була присутність людини на місці, що призводило до маси незручностей та зниженої якості моніторингу через людський фактор, але зараз в еру інформаційних технологій, зондування вийшло на новий рівень.

За допомогою супутникових знімків, дронів та мобільних ґрунтових сканерів, можна мати більш розширену картину стану досліджуваної території. Отримані свідчення таким шляхом оброблюються для формування плану дій, задля забезпечення якісного врожаю.

Пшениця озима потребує ретельного моніторингу протягом всього періоду осінньої й весняно-літньої вегетації. Для формування урожаю важливою складовою є оптимальний рівень мінерального живлення. Кожен елемент є незамінним та рівнозначним, а нестача будь якого, може мати колосально негативний вплив на біологічні процеси рослинного організму.

Підживлення цієї культури мікродобривами є дієвим технологічним заходом, ефективність проведення якого залежить від стадії розвитку рослини.

Метою дипломної роботи є визначення залежності між внесенням мікродобрив в різні фази росту та яким чином ця зміна вплине на урожайність, якість зерна пшениці озимої в умовах Київської області (Лісостепової зони).

Об'єктом досліджень є м'яка озима пшениця соту Памір.

Предмет досліджень: морфо-біометричні характеристики рослин, структура врожаю, агрохімічні показники ґрунту та рослин.

Методи проведення досліджень: польові, лабораторні та статистичні

Для досягнення поставленої мети були сформовані наступні задачі:

Виявити вплив від фоліарного внесення мікродобрив на показники урожайності та якості зерна пшениці озимої та встановити оптимальну фазу для позакореневого внесення хелатів для вирощування пшениці озимої.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК І СКОРОЧЕНЬ

НУБІП України

РКД – рідкі комплексні добрива

ЗЗР – засоби захисту рослин

ДЗ – дистанційне зондування

БПЛА – безпілотний літаючий апарат

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. Дистанційний моніторинг як сервіс для технології вирощування пшениці озимої (огляд літературних джерел)

1.1. Дистанційний моніторинг

Безумовно, важливо мати повну, а головне своєчасну інформацію про стан посіву. На початковому етапі росту культури можна без проблем проводити огляд ділянки, але з кожною фазою ВВСИ процес ускладнюється параметрами висоти рослин. Тому, оптимальним рішенням отримання даних поля, буде підбір однієї з технологій дистанційного моніторингу [11,1]. Інструментами для цього виступають - супутникові знімки, авіація та безпілотні системи (БПЛА), листова діагностика, аналіз ґрунтових проб [2, 19].

Науковцями НУБіП України у науковій монографії із зондування зернових культур [22] зазначено, що метою: « методів рослинної діагностики, що входять до складу комплексної діагностики живлення – забезпечити постійний контроль за умовами вирощування і корегування живлення рослин у процесі вегетації, що дає змогу більш повно використовувати поживні речовини ґрунту і добрив.

Швидкі темпи розвитку виробництва, потреба у оперативному аналізі й прийнятті рішень щодо регулювання живлення рослин, а також моніторингу стану посівів протягом вегетації культур, запровадження елементів точного землеробства – усе це обумовлює живий інтерес як науковців, так і виробників до експрес-аналізу. Нині популярності набувають окремі методи. Використання електрофізичних методів дослідження ґрунтів привертає увагу вчених як оперативний і точний спосіб моніторингу в сучасному рослинництві. Одним із таких методів визначення електропровідності ґрунту, яка залежить від концентрації і рухливості іонів у ґрунті [57]

Досвідчені агрономи можуть візуально встановити орієнтовний рівень забезпечення рослин азотом, проте ці визначення не мають високої точності.

На точність візуальної діагностики впливають ряд суб'єктивних і об'єктивних чинників: освітленість, зір, час доби тощо [36, 57].

Традиційно для встановлення забезпечення рослин азотом застосовується листкова (тканинна) хімічна діагностика. Для її проведення у відповідну фазу росту і розвитку відбирається вся надземна частина рослин.

При цьому визначення вмісту загального азоту в рослинах можливе лише в умовах агрохімічної лабораторії, що потребує значних затрат часу, обладнання, хімічних реактивів, чіткого дотримання методики проведення аналізів та підготовлених спеціалістів. Хімічна експрес-діагностика азотного

живлення рослин за допомогою портативних міні-лабораторій не дозволяє точно та в найкоротший термін охарактеризувати забезпечення рослин поля азотом. Експрес-діагностика приладом N-tester чи іншими біосенсорами є досить швидкою й зручною. Проте сенсори мають особливості застосування:

для детального аналізу поля доведеться пройти всю площу, потребують точної кореляції даних, так як часто виміри в різних частинах одного листка рослини дають різні результати [16, 31].

Встановлено, що при формуванні врожайності зернових культур, як правило, найбільша частка – до 73 % – ефективності дії належить саме азотним добривам. За умови внесення їх у відповідності із фізіологічними потребами зернових культур, 1 кг/га поживної речовини азотних добрив забезпечує середній приріст їх урожайності від 10 до 25 кг/га зерна. Однак, постійне подорожчання енергоресурсів та підвищення цін на азотні добрива

(N) спонукає аграріїв до обґрунтованого їх застосування не лише з агрономічної, а й з економічної точки зору» [16, 56].

Дані дистанційного зондування на основі супутникових знімків, надають виробникам принципово нові можливості в технології точного землеробства. Супутник здатен охопити велику територію, надаючи інформацію, необхідну для планування технологічних рішень у новому сезоні. Однак, не завжди можна отримати достовірні дані, бо багато факторів залежить від погодних умов [25, 26].

Застосування безпілотних літальних апаратів для проведення моніторингу стану рослинності надає принципово нові можливості в технології точного землеробства. Дані з супутника або пілотованих систем здатні охопити велику територію але їх використання залежить від погодних умов [2, 26].

БПЛА характеризується відносно низькою вартістю, високою якістю вихідних знімків, мобільністю та швидкістю отримання оперативних даних. Головною перевагою використання безпілотників перед супутниковими знімками, є те, що вони незалежні від наявності хмарної погоди та не потребують додаткових систем хмарних обчислень [14, 25, 27].

За допомогою технології дистанційного стало можливим маркування (виявлення) бур'янів. Однак картування ділянок бур'янів з використанням мультиспектральних супутникових знімків можна лише до моменту появи сходів, а краще на вільному від рослинності полі [6]. Таке обмеження диктується аналогічністю відбивної здатності бур'янів і культурах рослин на полі. Щоб виділити шкодочинні рослини, у загальній масі, необхідно забезпечити контрастність по відношенню до ґрунту. Тільки за таких умов спрацює спектральний відгук на бур'янах [6, 9].

Якщо є необхідність проводити спостереження у період всієї вегетації, кращою альтернативою буде застосування БПЛА. Борт нових дронів оснащений високоякісними камерами RGB, які мають високу роздільну здатність. 1-2 см на піксель, дозволяє відокремити бур'яни від культур [27, 28, 2].

У роботі Пасічник Н. А. [30] зазначено: «Технології точного землеробства, використання котрих є неодмінною умовою високої рентабельності рослинництва, потребують упровадження спеціалізованих вегетаційних індексів, адаптованих до обладнання для внесення агрохімії і, зокрема, добрив. Безпілотні літальні апарати (далі БПЛА) є платформою, де розміщують цифрове фото обладнання для отримання знімків із високою розподільчою здатністю при конкурентоспроможній вартості. Проте

більшість наявних вегетаційних індексів розроблялись саме під супутникові платформи і, при цьому, не розглядалась можливість їх використання для керування врожаєм»

Розроблені певні алгоритми обробки знімків, що сприймають всі рослини у міжрядді, як бур'ян. Отримана інформація використовується для складання карти диференційованого внесення гербіцидів. Щоб визначити найефективніший спосіб боротьби із забур'яненістю, варто звернути увагу і обстежити найбільш проблемні ділянки [11, 6].

Задля ефективної оцінки рослинних мас використовують обльоти дронів з гіперспектральними камерами та вегетаційні індекси. Знаючи особливості розвитку бур'янів (швидкий темп росту), ділянки з високим значенням індексу NDVI ймовірно вражені [6, 18, 29].

«Швидку обробку спектральної інформації у вигляді графічних даних адитивної моделі кольороутворення можна здійснювати як апаратними, так і програмними засобами. Як приклад апаратного рішення оперативної обробки даних можна привести сенсори SlantRange. Ці прилади з розподільною здатністю в 12 Мпкс. здатні формувати карти із спектральними (вегетаційними) індексами протягом 20 хвилин після обльоту поля площею 65 га, тобто загальний час складатиме до однієї години. Обчислення починається під час польоту, за рахунок потужного штатного процесора. Так, комплекс SlantRange 3р обладнаний чотирьохядерним процесором Quad-Core 2.26GHz і має 2 ГБайт оперативної пам'яті. Певним обмеженням використання цього комплексу, окрім вартості в кілька тисяч доларів, є потреба в потужній платформі, оскільки маса приладу становить 350 г, а вживана потужність – 9 W. Для порівняння, професійна екшн камера GoPro Hero 4 на 12 МПкс., із захищеним корпусом та кріпленням, має вагу 152 г та розрахована під платформу на базі гексакоптера. Штатні камери квадрокоптерів класу мікротипу DJI Phantom 3, за аналогічної розподільної здатності, мають ще меншу вагу і, відповідно, вартість системи (рис. 1.1.1)» [22].



Рисунок 1.1. Коптер із системою SmartRange та БПЛА DJI Phantom 3 [22]
(офіційна електронна сторінка DJI)

«Спектральний моніторинг проводиться як з використанням мультиспектральних комплексів таких як MicaSense RedEdge та Parrot SEQUOIA, що описані в [35, 47-60], так і створених на базі стандартних Екшн камер із спеціалізованими об'єктивами такими як MAPIR Survey [36, 109-117]. Дешеві Екшн камери, пристосовані для екстремальних умов експлуатації, є більш універсальними, оскільки можуть використовуватись і для інших потреб господарства.

Орієнтація вегетаційних індексів для розрахунку норм внесення агрохімікатів має свою специфіку. Враховуючи наявну номенклатуру обладнання та різноманіття сортів та гібридів рослин, аграрії потребують метод створення спеціалізованих вимірювальних вегетаційних індексів, зокрема для раціонального використання добрив чи внесення препаратів для нейтралізації післядії гербіцидів» [30].

Дрони використовують також для моніторингу азотного живлення зернових і не тільки культур [36, 37].

Вміст білку в зерні (ББЗ/СРС) є головним показником якості зерна пшениці. Якомога рання оцінка цього показнику на основі дистанційного

зондування дозволить прийняти ефективне рішення по оптимізації подальшої стратегії вирощування. Отже, моніторинг в режимі реального часу, та передзбиральний прогноз урожайності культури, можуть допомогти виробникам вибудувати оптимальну стратегію управління елементами живлення, а також скласти карту врожайності [11, 32].

На основі польового дослідження оцінювали здатність спектральних вегетаційних індексів супутника Sentinel 2 виявляти атрибути азоту на пшениці, вивчаючи точність моделі оцінки азотного живлення [9, 11].

Зображення зі Sentinel 2 можуть бути використані, як важливе джерело даних для спостереження за азотним живленням пшениці.

Дистанційне зондування, в останні декількох десятиліть, широко використовується, як метод оцінювання вмісту азоту в листях. Накопичення азоту в листі (НАЛ) представляє собою вичерпну інформацію про суху речовину надземної маси, LNC та накопичення PNA також використовують в якості індикаторів [7, 9].

Для удосконалення управління хвороби, необхідно мати адекватні методи моніторингу. Дистанційне зондування стало важливим інструментом для моніторингу та визначення оцінки стресу врожаю через біотичні та абіотичні фактори. Як інструмент використовують зображення зі супутника Landsat 5, для виявлення елементів на полі, які цікавлять та проведення картографування поля [12, 6].

Хвору пшеницю на зображенні супутникового знімку відокремлюють від неінфікованої за допомогою піксельного класифікатора. У проведеному досліді було встановлено, що показник загальної точності класифікації становив 91% з коефіцієнтом Каппа в діапазоні між 0,8 та 0,94 для виявлення захворювань. Помилкові піксельні пропуски коливалися від 2 до 14%. Ці результати вказують на те, що зображення від супутнику Landsat 5 можна використовувати для точного виявлення захворювання в посівах [6, 25].

Дистанційне виявлення за допомогою геопросторових зображень може відчутно покращити практику використання моніторингу та управління

шляхами подолання певних недоліків наземного спостереження, таких як упередженість спостерігачів, а саме: людського фактору, та відсутність можливості дістатись до ділянок на яких потрібно провести дослідження [11, 58].

Методи дистанційного зондування для точного картографування хвороб пропонують унікальний набір переваг, включаючи повторність, охоплення великої території при наявності економічної ефективності в порівнянні з наземними [25, 33, 45].

Захворювання, пошкодження комахами призводить до зменшення площі зеленого листя та концентрації хімічних речовин і пігментів, це в свою чергу, змінює структуру на клітинному рівні, засвоєння води, поживних речовин та газообмін, які, як відомо, змінюють характеристики відбиття поверхні [6, 10, 11].

Вимірювання відбитого від поверхні світла за допомогою пристрою дистанційного зондування забезпечує швидкий, неруйнівний та недорогий метод ідентифікації та кількісної оцінки інфікованих областей поля. Оптичні властивості зрілого та здорового зеленого листя характеризується високим поглинанням синього (400-500 нм) та червоного (600-700 нм) кольору, але з високою відбивною здатністю зеленого (500-600 нм) і дуже високою інфрачервоного (NIR: 700-1500 нм) діапазону [34, 44].

Здатність відбивати світло у видимому (400-700 нм) діапазоні обумовлене високою концентрацією хлорофілу, каротиноїду та антоціану. Ці властивості рослинності в NIR обумовлені переривчастістю клітинних стінок та міжклітинного простору [25, 44].

Відбиття в інфрачервоному спектрі випромінання обумовлене поглиненою водою, білками та іншими вуглецевими сполуками. Фактори обмеження росту, старіння рослини, опадання листя, що викликані деградацією хлорофілу є причиною низької відбивної здатності в зеленому спектрі, а також високої в SWIR внаслідок модифікації хімічних процесів, що протікають у тканинах [44].

Існує чимало способів виявлення стресових та ділянок заражених хворобами з використанням різноманітних датчиків, такі як: аерофотознімки, супутникові мультиенектральні та гіперенектральні, наземний моніторинг та інші просторові технології [44].

Дистанційне зондування – це система, яка здатна накопичувати відомостей про окремі об'єкти або цілі території на певній відстані. Цей механізм, часто використовують для отримання детальної інформації про стан Земної поверхні з космосу. Дані формуються і збираються шляхом вимірювання уловлених електромагнітних хвиль, що випромінюються, відбиваються чи заломлюються від об'єкту за яким проводиться спостереження [1].

Усі речі на Землі можуть відбивати, поглинати або передавати енергію, кількість якої залежить від довжини хвилі. Це можна порівняти з унікальним спектральним «відбитком пальця», який мають предмети. Науковці використовують цю особливість для спостереження за різними об'єктами на Землі, а також для різних типів гірських порід і мінералів. Кількість спектральних діапазонів, виявлених датчиками, його спектральна роздільна здатність, наскільки дослідник має можливість визначити контраст між матеріалами [20, 22].

Датчики або прилади на борту супутників, літаків, використовують Сонце (активні датчики), як джерело освітлення або мають його аналог (пасивні). Саме вони вимірюють енергію, що відбивається [1].

Більшість пасивних систем, які використовуються в дистанційному зондуванні, працюють у видимій, інфрачервоній, тепловій інфрачервоній та мікрохвильових частотах електромагнітного спектру. Ці датчики вимірюють температуру поверхні землі та моря, характеристики рослинного покриву, хмарності та інші фізичні властивості.

Треба мати на увазі, що більшість пасивних датчиків не можуть проникати через щільний хмарний покрив і, таким чином, матимуть обмеження зондування в зонах, де часто спостерігається хмарність [22].

Активні датчики мають різні типи радарів, які здатні визначати дальність, висотомір і розсіювач. Більшість таких датчиків працюють у мікрохвильовому діапазоні електромагнітного спектру, що дає можливість проникати в шари атмосфери за більшості випадків. Цей тип датчиків можна використовувати для зондування структури лісів, контролювати опади та швидкість вітрів, визначення рельєфу тощо [52].

Дані отримані у процесі дистанційного моніторингу, отримані з приладів на борту супутника, потребують додаткової обробки, перш ніж їх можна буде використовувати.

«Дистанційний спектральний моніторинг посівів із допомогою літаків та супутників ефективно використовувався для оцінки перспектив майбутнього врожаю. Використання БПЛА як платформи для сенсорного обладнання має розширити потенціал спектральних досліджень і забезпечити можливість отримання даних, придатних для управління врожаєм. Одним із ефективних способів технологічного управління формуванням врожаю, з дотриманням принципу максимального прибутку, є диференційоване підживлення посівів» [53].

Застосовують вже трансформовані дані в різноманітних сферах, від сільського господарства та водних ресурсів до охорони здоров'я.

Окремо, будь який, датчик не може задовольнити всі задачі дослідження, тому щоб отримати комплексне рішення щодо управління ресурсами та оцінці дефіцитів, необхідно використовувати декілька датчиків, пам'ятаючи про обмеження даних, які надаються різними спектрами.

Матеріали отримані за допомогою дистанційного зондування, особливо важливі при дослідженнях Землі, яка потребує періодичного зондування.

Таким обстеженням користуються в сільському господарстві, гідрографії, геології, мінералогії та землекористуванні. Можна добувати інформацію про місця, доступ до яких, занадто складний або небезпечний.

З 1986 року Генеральною Асамблеєю ООН було прийнято низку норм, що стосувалися дистанційного моніторингу Землі з космічного простору, як

способу посилення міжнародного співробітництва в галузі дистанційного зондування. Ці норми, серед іншого, передбачають, що діяльність ДЗ повинна використовуватись на користь всіх країн [44].

Різні типи ґрунтів, які покривають нашу Землю, можна легко відрізнити за допомогою алгоритмів класифікації зображення. КЗ використовує спектральну інформацію кожного окремого пікселя. Програма, що використовує алгоритми класифікації зображень, може автоматизовано групувати пікселі у так звану неконтрольовану класифікацію. Можна вказати області вже відомого типу земного покриття, задля того, щоб «навчити» програму групувати такі пікселі (контрольована класифікація).

На основі технології BigData (великих даних) в сільському господарстві можна проводити аналітику великих даних у селекції рослин та задля підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Вирощування рослин — це кропітка праця та трудомістка наука. Отримання результатів від цієї діяльності є вирішальними у площині вирішення продовольства та забезпечення водою для зростання населення планети. Останні досягнення в області сенсорних технологій, дистанційного зондування, автономності та обробка великих даних використовуються вченими для ефективного фенотипування, запровадження точного землеробства та платформ зондування рослинного покриття [22, 52].

Ці технології відкривають нову еру диджиталізації сільського господарства, що характеризується значним підвищенням потенціалу від вирощування.

В Арлінгтоні, штат Вірджинія, відбувся семінар, метою якого було об'єднати різних експертів у галузі селекції рослин, машинобудування, дистанційного зондування, інфраструктури та аналітики великих даних, щоб дослідити, BigData принесе користь у даних сферах [23, 38].

Набори великих даних можуть внести суттєвий вклад у розвиток сорту культури. Можна використовувати поєднання даних знятих з кількох датчиків. Щоб провести відбір сортів селекційні програми, де кілька датчиків

вимірюють унікальні фізіологічні та біологічні показники рослинних об'єктів, задля прийняття обґрунтованих рішень щодо розвитку.



Рисунок 1.2. Використання зондування полів з використанням цих наборів даних для отримання інформації щодо стану та розвитку рослини.

(Джерело: [https://www.researchgate.net/publication/333491695_Big_Data](https://www.researchgate.net/publication/333491695_Big_Data_Driven_Agriculture_Big_Data_Analytics_in_Plant_Breeding_Genomics_and_the_Use_of_Remote_Sensing_Technologies_to_Advance_Crop_Productivity)

[Driven_Agriculture_Big_Data_Analytics_in_Plant_Breeding_Genomics_and_the_Use_of_Remote_Sensing_Technologies_to_Advance_Crop_Productivity](https://www.researchgate.net/publication/333491695_Big_Data_Driven_Agriculture_Big_Data_Analytics_in_Plant_Breeding_Genomics_and_the_Use_of_Remote_Sensing_Technologies_to_Advance_Crop_Productivity)

Також застосовують набір даних з приборів оснащених датчиками, які визначають ознаки по врожайності чи посухостійкості рослини і т. ін. За допомогою опрацьованих даних можна отримати провести відбір [25, 53].

Пшениця озима, як відомо, має кілька критичних періодів азотного живлення і, відповідно, періодів ефективного підживлення, одним із таких є весняне кущення. На цьому етапі, коли рослини ще замалі, господар має оцінити, як вони перезимували і встановити потребу в добривах для перспективних посівів. Технології дистанційного моніторингу, що використовують інфрачервоний діапазон, мають певні методологічні проблеми в ідентифікації посівів, оскільки рослинні залишки від попередньої культури можуть спотворити отримані результати. Традиційний

спектральний моніторинг з використанням супутників не дозволяє оцінити габарити рослин, що також є інформативним параметром їх стану. Існує наземне обладнання, створене для оцінки індексу листкової поверхні LAI, наприкладі LAI-2000. Проте для пшениці озимої у фазі кушення воно, за результатами Dan dan DUAN та ін. (2016) [30], також є неефективним через малі розміри рослин. В оглядовій роботі Yubin Lan та ін. (2020) [2], присвяченій опосередкованим методам вимірів LAI, рекомендовані як апаратні методи з використанням лазерних радарів (LiDAR), так і програмних засобів на стандартному спектральному обладнанні» [54].

1.2. Біологічні особливості озимої пшениці та умови її вирощування

Передову роль у виробництві продуктів харчування для людини, а також тварин, відіграють зернові культури. Відповідно, для задоволення потреб сільського господарства необхідно нагромадити приріст урожайності зерна. Щоб досягти поставленої задачі необхідно заглибитися у біологічні особливості та вимоги до вирощування. Більше ніж 30% світової ріллі є зайнятим під вирощування злакових. Озимі зернові вирощують на різних типах ґрунтів та кліматичних зонах. Нитенитно можна вирощувати у кліматі з помірними зрошуваними та сухими і сильних опадів [43].

Основним чинником для життя рослин є тепло, вплив якого зберігається протягом всього розвитку рослини, від моменту набухання насіння в ґрунті до формування врожаю. Для кожної фази розвитку рослини температурний режим буде відрізнятися. Ця культура відноситься до рослин С3, і тому найкомфортнішими для неї умовами будуть середовища з низькою температурою [51].

Початок кушіння озимої пшениці починається приблизно на 15 день після появи сходів. Тривалість осіннього періоду кушення за нормальних умов буде протікати в середньому 30 днів. Весняний період – 40 днів. Таким чином, без урахування перезимівлі на кушення припадає від 50-70 днів. Для

оптимального росту та розвитку сума середньодобових температур у цей період повинна скласти 500-550 °С [46].

Початок виходу в трубку припадає на першу декаду четвертого місяця за температури, що тримається в межах 10 °С. Залежно від погодних умов колосіння настає на 30 день після початку виходу в трубку.

Враховуючи той факт, що пшениці озимій для дозрівання необхідно приблизно 1400-1500 °С суми активних температур, можна зробити висновок, що на території правобережного лісостепу цілком вистачає тепла для її вирощування.

В процесі вирощування пшениця озима вимагає доступ до водного ресурсу, вологи. Коли насіння набухає в ґрунті, то воно натягує на себе до 60% вологи від власної маси. Якщо заздалегідь не покікуватись про зрошення посівів пшениці, то рослини припинять процес кущення, різко цим знижуючи продуктивність [17, 39].



Рисунок 1.3. Динаміка живлення рослин пшениці озимої азотом

(Джерело: <https://propozitsiya.com/ua/listkove-pidzhivlennya-mikroelementami-zerhovih>)

Для зернових культур необхідно ретельно підбирати попередника.

Вона може повертатися на своє попереднє місце не раніше як за 2-3 роки

[43]. Щоб забезпечити якісні показники посіву необхідно обрати оптимальну глибину загортання, при посіві пшениці озимої рекомендовано 2-3 см [24].

1.3. Вплив мікроелементів на розвиток зернових культур

Для формування урожаю пшениці, велике значення має оптимальний рівень мінерального живлення. Кожен елемент є незамінним та рівнозначним, а нестача будь якого, може мати колосально негативний вплив на біологічні процеси рослинного організму [47].

Важливою складовою є мікроелементи, які вносять у відносно невеликих об'ємах, але це не відміння критичності їх дефіциту. Вони мають значний вплив на процеси росту, стимулюють фотосинтетичну активність, підвищують врожайність та якість кінцевої продукції. Найчастіше можна спостерігати нестачу міді, марганцю та цинку [5,49].

Пшениця озима є дуже чутливою до міді. Вона приймає участь у формуванні листового апарату, підвищує стійкість від вилягання, посухостійкості, зимостійкості та жаростійкості. Проявляє синергізм по відношенню до азотного живлення, на рівні з сіркою [10]. Купрум взагалі не піддається процесу реутилізації, тому необхідно планувати додаткове його внесення. Однак, можуть спостерігатися і негативні аспекти [3].

Був проведений експеримент по визначенню впливу комбінації внесення фосфору та міді на вапнякових ґрунтах. Відзначався приріст врожайності зі внесенням лише фосфору але, коли при, будь якій, нормі додавалися 20 мг/кг мідь, спостерігався сильний хлороз заліза на листі, різка затримка у рості та зменшення рівня хлорофілу. Накопичення цього елемента в коренях зменшувало засвоєння заліза, коли співвідношення Си до Fe у корені було більше за 0,30. Підводячи підсумки, Си безумовно являється антагоністом заліза, проявляючи фітотоксичність [3, 5].

Дефіцит марганцю різко знижує продуктивність пшениці на [4]. Діє, як відновник при нітратному живленні, а також як окислювач за аміачного живлення.

Біологічний процес	Mn	Cu	Zn	Mo	Fe	B
Фотосинтез						
Вегетативний ріст						
Цвітіння, утворення насіння						
Синтез білка						
Синтез лігніну						
Біологічна фіксація						
Зменшення нітратів						
Дихання						
Утворення фітогормонів						
Транспортування цукрів						
Розвиток бульбочкових бактерій						
Регулювання окислювально-відновлювальних процесів						
Регулювання концентрації гормонів у рослині						

Рис. 1. Вплив мікроелементів на фізіологічні процеси росту й розвитку рослин

Джерело: Інститут жовтених рослин.

- не впливає - впливає

Рисунок 1.4. Значення мікроелементів для біологічних процесів у рослинах.
(джерело: <https://propozitsiya.com/ua/listkove-pidzhivlennya-mikroelementami-zernovih>)

Приймає участь в протіканні процесу фотосинтезу, синтезу хлорофілу та білків, ріст та розвиток рослинного організму. Так само, як і мідь не піддається процесу повторного використання [47].

Цинк відіграє важливу роль у метаболізмі ДНК та РНК, у синтезі білків та поділу клітин. У рослинах цинк є коферментом ферменту карбоангідази, яким сприяє підвищенню посухостійкості. Це дуже важливо для району ризикованого землеробства [47].

У науковій літературі є численні дані про різні способи використання мікроелементів для підвищення врожайності та якості озимої пшениці.

Передпосівна обробка насіння – один з найбільш економічно вигідних та високоєфективних способів. Позакореневе підживлення рослин мікроелементами, посилює мінерально живлення у певні періоди вегетації, можна швидко та ефективно проводити регулювання критичних фаз [15].

РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень

2.1. Загальна характеристика господарства

Дослідження були проведені на базі господарства ТОВ «Біотех ЛТД».

Діяльність Біотех в аграрному секторі, було розпочато з кінця 1994 року. За 27 років своєї роботи, компанія стала флагманом картопляного й овочевого бізнесу. Основним видом діяльності якої є вирощування овочів, баштанних, корене- та бульбоплодів. Також вона займається вирощуванням зернових (окрім рису), бобових, насінням олійних культур та обробленням насіння для подальшого його відтворення.

З 2000 року товариство є професійним виробником насіння картоплі. Налагоджене постачання з ТОВ «Kraft foods Україна», а потім і ТОВ «Чіпси Люкс», вирощуючи для цих компаній картоплю на чіпси [8].

Перша локація господарства знаходиться в селі Городище, Бориспільського району Київської області Лісостепової зони з площею у 1128,9 га річл. Друга частина розміщується в Сосницькому районі Чернігівської області, з приблизно таким же банком землі у 1200 га. Таку сепарацію біло зроблено через картоплярство. Там займаються вирощуванням 220 га картоплі на насіння, з яких значна кількість припадає під постачання в ТОВ «Чіпси Люкс» [8].



Рисунок 2.1. Розподіл полів господарства Бориспільського кластеру.

2.2. Характеристика ґрунтового-кліматичних умов проведення досліджень

Переважаюча частина ґрунтів обстежених ділянок відноситься до темно-сірих зі слабо вираженим опідзолюванням, що були сформовані на лесовидних суглинках. Мають добре гумусовану верхню частину профілю, яка містить до 3% гумусу і безгумусову нижню. Більш рідше зустрічаються сірі опідзолені ґрунти на лесах.

За таких ґрунтових умов зростає вологоємність та вміст елементів живлення, характеризуються високою родючістю.

На території, де відбулося витіснення лісової рослинності степовою, почали формуватися чорноземи опідзолені та темно-сірі опідзолені ґрунти.

Таблиця 2.2.1.

Характеристика ґрунтового покриву господарства

№	Сільськогосподарської угіддя	Агропромислові групи за типами ґрунтів, їх шифр	Основні ґрунтові відміни		Показники властивостей та їх оцінка		Заходи з підвищення родючості
			назва ґрунту	площа га	середній вміст гумусу, %	гран. склад	
1	рілля	40 т	темно-сірі опідзолені	790,3	3,1 низький	легкий суглинок	Внесення мінеральних добрив, проведення сидерації та вапнування
2	рілля	38 т	ясно-сірий	338,3	2,7 низький	суглинок легкий	

Ґрунти господарства відповідають умовам вирощування більшості сільськогосподарських культур та для пшениці озимої зокрема. На території гідрологічні умови характеризуються глибоким рівнем залягання підґрунтових вод, у більшості випадків підґрунтові води проходять на

НУБІП УКРАЇНИ

глибині 5-8 м, проаналізувавши це, можна зробити висновки, що на ґрунтоутворення вони не несуть істотного впливу.

Таблиця 2.2.2.

Агрохімічні та фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту

Гумус, %	рН	Гідроліт ична кислотні сть	Сума поглину тих основ	Ступінь насиченості основами, %	Рухомі форми, мг/100 г ґрунту		
					Н	P ₂ O ₅	К
2,81	5,43	2,63	27,6	86,2	3,73	30,4	34,3

Виходячи показників рН та гідролітичної кислотності, ґрунту має слабо кислу реакцію, що в подальшому вплине на підбір методик проведення досліджень ґрунтів. На вміст рухомих форм елементів живлення у ґрунті необхідно звернути увагу, вони мають низьку забезпеченість і потребують додаткового внесення ззовні у формі мінеральних та органічних добрив.

Територія відноситься до помірного континентального, м'якого клімату. За агрохімічним районуванням відповідає зоні з недостатньою зволоженістю (гідротермічний коефіцієнт – 1,3-1,0), що кардинально відрізняється від Чернігівської філії, яку відносять до Поліської зони, що є вологою, помірно теплою (гідротермічний коефіцієнт – 2,0-1,3).

Таблиця 2.2.3.

Розподіл температур повітря по декадам 2020 року,

за даними метеостанції господарства

Показник	Декада	Місяці											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
температура повітря, t °C	I	0,1	0,3	7,9	8,3	13,5	18,7	22,2	21,8	20,7	16,2	7,4	3,4
	II	0,9	3,5	6,2	8,1	12,9	24,2	20,8	20,5	16,6	11,6	1,4	0
	III	1,4	3,5	5	11,8	11,9	23,2	22	21	16	10,4	26	1,2

Продовження таблиці 2.2.3.

середнє за місяць	0,8	2,4	6,4	9,4	12,7	22	21,7	21,1	17,8	12,7	11,6	-0,7
-------------------	-----	-----	-----	-----	------	----	------	------	------	------	------	------

Таблиця 2.2.4. Розподіл температур повітря і суми опадів по декадам 2021 року, за даними метеостанції господарства.

Показник	Декада	Місяці							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
температура повітря, t °C	I	1,6	-6,7	0,1	5,9	12,2	17,7	24,1	25,6
	II	-10,2	-10,9	1,3	8,6	18,6	21,8	25,6	
	III	-0,5	2,0	4,9	8,3	16,1	25,2	23,3	-
	середнє за місяць	-3,0	5,3	2,3	7,6	14,6	21,6	24,3	25,6
сума опадів, мм	I	15,2	13,2	2	12,2	18,2	6	37	0,6
	II	0	0	11,4	17	21,4	15,6	40,6	-
	III	14,2	11,8	0,4	11,2	32,8	5,0	3,8	-
	сума за місяць, мм	29,4	25,0	13,8	40,4	69,4	27,0	81,4	0,6



Рисунок 2.2. Розподіл температур повітря по декадам за 2020 та 2021 рр.

2.3. Схема та матеріали для проведення досліджень

У 2020 році було закладено дослід на частині поля №6. Під'їзд до нього має зручну логістику, бо знаходиться поруч з автошляхом національного значення (Н08). Відстань від найближчої дороги до дослідної ділянки складає лише 2,5 км.

За допомогою програми Google Earth було визначено загальну площу поля – 80,51 га. Результати грохи відрізняються від даних господарства (80,9 га).

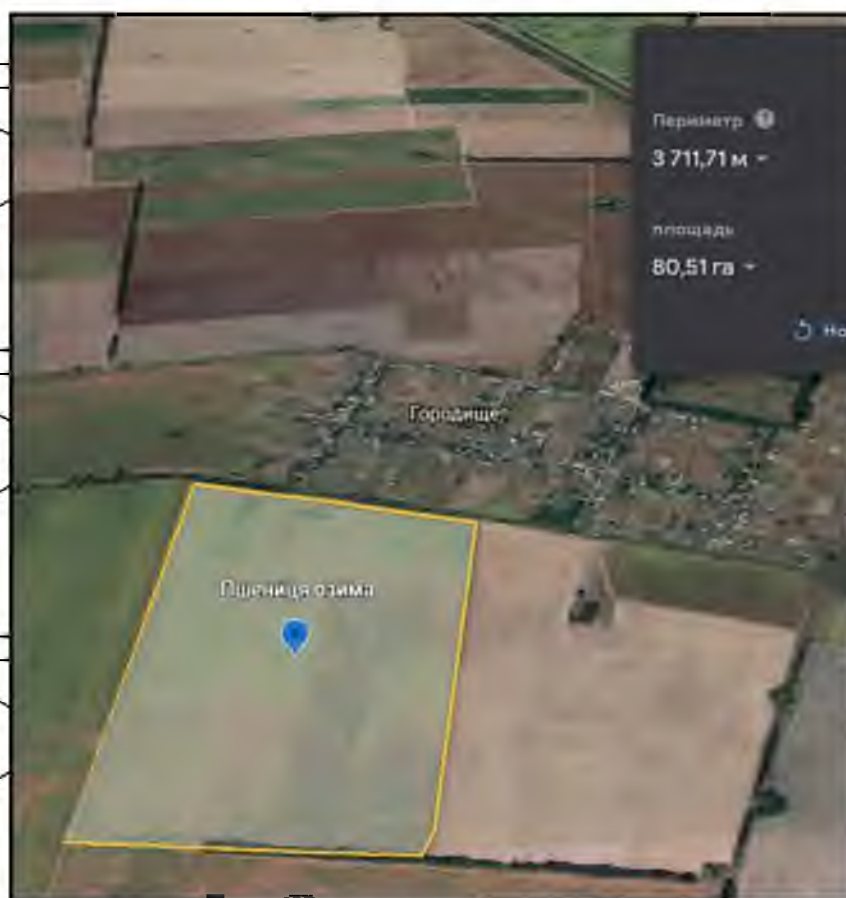


Рисунок 2.3. Розміщення досліджуваного поля пшениці озимої та визначення його площі

Було визначено, що форма поля відповідає видовженій, прямокутній.

Територія відноситься до Придніпровської низовини, рельєф поверхні рівнинний, слабо хвилястий. Безпосередньо на території закладання дослідів рельєф відповідає рівномірному.

Координати поля - 50°15'36"N 30°59'25"E

Розбивка дослідних ділянок відбувалася за допомогою натягування обмежувальної стрічки червоного кольору на дерев'яні кілочки, які відділяють варіанти та їх повторності. В подальшому, по мірі росту рослин, маленькі кілочки було замінено на більш масивні та високі, щоб їх було краще видно.

Етикетки з номером варіанту розміщували на крайніх кілках по двій стороні.



Рисунок 2.4. Закладання дослідів (фото з ВПЦІА)

Було проведено підживлення монохелатними і комплексними хелатними добривами. Підживлення відбувалося у два строки – дві стадії.



Рисунок 2.5. Закладання дослідів (фото з БГПІА)

Ідея дослідів полягає в тому, щоб встановити залежність урожайності та якості зерна пшениці озимої від позакореневого внесення мікродобрив на фоні основних елементів живлення. Досліджували дію монохелатних та комплексних мікродобрив для виявлення найбільш оптимальної фази їх внесення. Були задіяні такі мікродобрива, як: «Хелат міді», «Хелат марганцю», «Сульфат магнію водорозчинний», «Еколайн зерновий».

Хелат міді – концентроване мікродобриво у формі хелату, торгової марки «Quantum». Його використовують в якості підживлення для культур чутливих до дефіциту міді. Виробник зазначає, що при внесенні даного препарату мідь знаходиться у такій формі, що забезпечує швидке засвоєння та є більш доступною для рослин, активізуються процеси синтезу білку, підвищується його зміст та зміст клітковини в зерні, посилюється стійкість до вилягання зернових посівів та імунітет рослин до хвороб, які були викликані грибовими та бактеріальними збудниками [40].

Рекомендованими фазами для внесення – є кушіння прапорцевий листок; колосіння – молочна стиглість. З нормою витрат – 0,7-1,2 л/га. Хімічний склад та властивості: Си – 6,5 %; рН – 5,5 – 7,5; Густина – 1,18-1,25 кг/л [37].

Хелат марганцю – високо концентроване мікродобриво у формі хелату (EDTA), від компанії Українська агропромислова група. Його використовують в якості позакореневого підживлення культур чутливих до дефіциту марганцю. Завдяки новітній технології екстра хелатування забезпечується безпроблемне приготування бакових сумішей в комплексі з РКД та ЗЗР. Хімічний склад та властивості: Mn – 6,0 %; K₂O – 10%; рН – 6,5 – 7,5; густина – 1,3 кг/л. Виробник зазначає, що за використання препарату газообмін у рослин нормалізується, посилюється стійкість до хвороботворних бактерій, активізується утворення хлорофілу [41].

Сульфат магнію водорозчинний - призначений для фоліарного внесення та фертигації, легко зміщується з різними типами водорозчинних мікродобрив та засобами захисту рослин. Завдяки наявності у складі сірки посилюється засвоєння азотних добрив. Порошкова форма дозволяє препарату добре розчинятися у воді. Не злежується та не має хлору [42].

На зернових підживлюють у дві фази: початок кушіння та період виходу в трубку. Доза добрива – 3 г/га. У склад входить: MgO - 16% SO₃ - 30%.

Еколайн зерновий, являється комплексним концентрованим мікродобривом для підживлення по листку зернових культур. В тому числі і пшениці, також його можна використовувати для обробки посівного матеріалу. Виробник – Наукове виробниче підприємство «EcoOrganic» зазначає, що препарат впливає на ріст та розвиток культури, покращує якісні показники урожаю, збільшує стійкість культур до стресів. На озимих зернових вноситься в декілька періодів підживлення: початок виходу в трубку, колосіння та початок формування зерна з дозою у 1,5 – 2 л/га [21].

Склад та фізико-хімічні властивості: N - 19,5 %; K₂O - 6,0%; MgO - 3,5%; SO₃ - 5,2%; Fe - 0,5%; Mn - 1,7%; B - 0,15%; Zn - 0,4; Cu - 0,1; Густина - 1,3, рН - 6,5 [21].

Вся дослідна ділянка займає - 50 м². Усього є 5 варіантів - контроль і 4 робочих по 10 м² на варіант у двократній повторності кожен. Місце для закладання досліду було відведено на початку поля, біля дороги.

Таблиця 2.3.1.

Схема досліду, пшениця озима, 2021 р.

Час обробки	Стадія ВВСН - 26	Час обробки	Стадія ВВСН - 31
Контроль			
1-4	Еколайн зерновий	2-4	Еколайн зерновий
1-3	водорозчинний Mg SO ₄	2-3	водорозчинний Mg SO ₄
1-2	Mn хелат	2-2	Mn хелат
1-1	Cu хелат	2-1	Cu хелат

Варіанти досліду:

1-1. Хелат міді (6,5 %) з дозою 30 г/га або 462 мл препарату у фазу ВВСН - 26.

2-1. Хелат міді (6,5 %) з дозою 30 г/га або 462 мл препарату у фазу ВВСН - 31.

1-2. Хелат марганцю (6 %) з дозою 50 г/га або 834 мл препарату у фазу ВВСН - 26.

2-2. Хелат марганцю (6 %) з дозою 50 г/га або 834 мл препарату у фазу ВВСН - 31.

1-3. Сульфат магнію водорозчинний з дозою - 3 г/га добрива у фазу ВВСН - 26.

2-3. Сульфат магнію водорозчинний з дозою - 3 г/га добрива у фазу ВВСН - 31.

у фазу ВВСН – 31.

1-4. Еколайн зерновий – 1,5 л/га у фазу ВВСН – 26.

2-4. Еколайн зерновий – 1,5 л/га у фазу ВВСН – 31.

11.06.21 р. у фазу ВВСН 69-71 (завершення цвітіння, утворення плоду)

був проведений дистанційний моніторинг території посівів за допомогою БПЛА (дрона), фото наведено в додатку А.

На дослідній ділянці вирощували сорт Паміра.

Він являється середньостиглим сортом м'якої безостої пшениці.

Рекомендованою нормою висіву – є 4,5 мільйонів схожих насінин на гектар.

Урожайність від такого посівного матеріалу можна очікувати в районі 85 ц/га. Сорт характеризується стійкістю до вилягання рослин, осипання зерен, середню посухо- та зимостійкістю (8 балів). За строком дозрівання відноситься до середньостиглого [50].

Характеристика хлібопекарських показників: натура зерна складає 810 г/л, сирий протеїну до 14%, клейковина – 32 %, об'єм хлібу зі 100 г борошна можна довести до 1200 см³, відноситься до синьої пшениці [50].

Якщо технологія вирощування буде помірно – інтенсивною, то оптимальними термінами для посадки буде середина вересня після непарового попередника – соняшнику, який займав поле у 2020 р., по удобренню [50].

Протягом вегетації культури був проведений дистанційний моніторинг території посівів за допомогою супутникових знімків EOS Crop Monitoring та знімків з дрона (БПЛА). 19.09.20 р. перед посівом був проведений дистанційний моніторинг. У додатку Л наведений супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE. З цього знімку видно, що вегетаційні індекс мають низьке значення, що в свою чергу свідчить про низьку забур'яненість та якісно виконані передпосівні операції.

28.03.21 р. період виходу з зими був проведений дистанційний моніторинг. У додатку М наведений супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE. З цього знімку видно, що в порівнянні з минулим

знімком показник вегетації збільшився але помітна строкатість по полю, це може вплинути на одночасність входження в фазу та в подальшому на рівномірність досягання.

За період з 2 по 18 травня, коли було внесено хелати, через високу хмарність на основі отриманих даних неможливо розрахувати вегетаційні індекси, тому було проведено самостійний огляд поля в цей період та визначено вхід у фазу. В додатку О наведений супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE, зроблений за декілька днів до збирання культури. З знімку видно, що вегетація не спостерігається, майже всі рослини рівномірно досягають та готові до збирання.

2.4. Технологічні операції та внесення добрив

Пшеницю озиму вирощували за таких технологічних заходів:

Таблиця 2.4.1.

Технологічні заходи та внесення добрив

№	Час проведення	Назва технологічної операції	Функцію, яку вона виконує	Технічне забезпечення
1	Передпосівне	Внесення Екостерн 2 л/га	Біодеструктор. Прискорення розкладанням поживних решток від попередника, оздоровлення ґрунту	Оприскувач Inima, трактор Valtra
2		Коткування	Для подрібнення великих грудок, ґрунтової кірки та задля ущільнення і вирівнювання поля	КП-5,6 (качок польовий) та трактор CASE IH mxm 190

Продовження таблиці 2.4.1.

3		Внесення КСІ 100 кг/га «Grossdorf»	В якості стартових добрив	Розкидан мінеральних добрив KUHN та трактор – CASE IH mxm 190
4	Передпосівне	Внесення РКД 8:24 100 кг/га	В якості стартових добрив	Оприскувач Inuma, трактор Valtra
5		Внесення КАС ₂₄ 200 кг/га	В якості основного внесення	Оприскувач Inuma, трактор Valtra
6		Передпосівне дискування,	Стимуляція проростання падалиці, заробка добрив у ґрунт	Трактор John Deere 8300 та дискова борона Vanderstad Carrier на глибину 5-ти сантиметрів
7	22-го вересня	Посів пшениці	Посів пшениці на задану глибину (5 см) з міжряддям – 17,5 см.	Сівалка Super Walter та трактор John Deere 9195M.
8	Вихід з зими, перші числа квітня	КАС ₂₆ 200 кг/га	Щоб забезпечити рослину всім необхідним перед вдодовженням вегетації	Самохідні оприскувач Tasnoxa Lanser
9	Весна	Весняне боронування	Поліпшення фітосанітарного стану, розпушення верхнього кореневмісного шару ґрунту та закриття вологи	Ротаційна борона

Продовження таблиці 2.4.1.

10	15-го липня	Збір урожаю	Збір урожаю	Зернозбиральний комбайн John Deere S760, відвозив «DAF»
11	Після збирання	Післязбиральна доробка	Очищення зерна від домішок та подальше його сортування на фракції	Сепаратор САД 10

Технологічні операції описані вище були базовим удобренням, як основа під закладання основного досліду, спрямовані на поліпшення стану посіву за рахунок однорідного ґрунтового покриття та забезпечення оптимального росту та розвитку культури. Також були внесені мікродобрива для підживлення культури, що викладені у схемі досліду, таблиця 2.3.1.

Таблиця 2.4.2.

Засоби захисту та біопрепарати

№	Час проведення	Різнovid ЗЗР	Назва препарату	Норма, л/га
1	Перша частина фунгіцидної обробки	Біофунгіцид	Мікохелп	1,5
		Біопрепарат	Бітозерн	2
		Фунгіцид	Капало	1,2
2	Трубкування, перед колосінням	Гербицид	Квалекс 200 ВГ	55 г/га
		Регулятор росту	Мадекс Топ «Прилипач Турбо»	0,5 у співвіднош. 1/1 зі Медакстопом

Продовження таблиці 2.4.2.

3	Прапорцевий листок	Інсектицид	Бестселер турбо 20% к.с.	0,075
		Біопрепарат	Білозерн	2
4	Фаза цвітіння	Гербіцид	Дербі (175, к.с.)	60 г/га
		Букат (системний гербіцид)	Тebuконазол	0,5
		Інсектицид	Бестселер турбо 20% к.с.	0,075
		Біопрепарат	Білозерн	2

На полі був проведений захист від таких шкідників, як – трипси, клоп шкідлива черепашка та п'явиці.

06.05.21 р. визначалися технологічні параметри якості посіву пшениці озимої.

Таблиця 2.4.3.

Технологічні параметри якості посіву пшениці озимої, 2020 р.

Середня ширина міжряддя, см	К-ть погонних метрів на 1 га	К-ть росин, шт/погонний метр	К-ть рослин, шт/га	К-ть пропусків сівалкою, шт/га	Частка пропусків сівалкою, %	Середня відстань між рослинами, см
17,5	57143	462	4620000	150000	4,3	1,5-2

Сівбу пшениці озимої проводили у другій декаді вересня з ваговою нормою висіву – 200 кг/га. Густота стояння рослин становила 4,5 міль. шт. Середня довжина міжряддя відповідала 17,5 см

2.5. Методи проведення досліджень

Для отримання інформації по дослідю були використані польові, лабораторні та статистичні методи досліджень.

Відбір ґрунтових проб проводився простим рандомізованим способом на глибину орного шару 0-20 см у фазу ВВСН 69-71 (завершення цвітіння, утворення плоду).

Щоб визначити вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті було обрано саме метод Кірсанова, бо він призначений для дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтів з кислою та слабкислою реакцією ґрунтового середовища, що відповідає ґрунтовим умовам господарства та дослідної ділянки зокрема [48 - ст. 208].

За допомогою розчину соляної кислоти, яка має молярну концентрацію – 0,2 моль/дм³, вилучають фосфор. Отриманий розчин фосфоромолібденового комплексу вимірюють на фотоелектроколориметрі. Знаючи вміст (P) і оптичну густоту зразкових розчинів, будують калібрувальний графік, результати якого обчислюють за допомогою формули щоб дізнатися вміст рухомого фосфору мг/кг ґрунту [48 - ст. 208].

В процесі проведення обліку біометричних показників культури, були відібрані рослинні проби у трикратній повторності для забезпечення більшої точності досліджень. В подальшому проби транспортували місця їх повної обробки. Відбір з одного варіанту складав в середньому 15-20 рослин

Фосфор в рослині був визначений фотометрично за методом Деніже в модифікації А. Левицького. Підготовкою для цього аналізу було проведення мокрого озодення рослинного матеріалу за методом К. Гінзбурга після якого всі сполуки фосфору переходять у мінеральну форму у вигляді ортофосфорної кислоти та її розчинних солей [48 - ст. 299].

В ході аналізу, при взаємодії фосфорної кислоти з молібдатом амонію в присутності відновника, утворюється молібденова синь, яка має синє забарвлення, інтенсивність якого є пропорційною концентрації фосфору в досліджуваному розчині, який досліджують на фотоелектроколориметрі.

РОЗДІЛ 3. Результати досліджень та їх аналіз (експериментальна частина)

3.1. Біометричний облік

Таблиця 3.1.1.

Біометричні показники рослин пшениці озимої у фазу ВВСН 8-87
(воскової стиглості), 02.07.21 р.

Варіант	Висота надземної частини, см	Висота стебла, см	Висота колоса, см	Кількість зерен в колосі, шт
контроль	75,6	68,4	7,2	30,1
1-0	82,5	75,2	7,4	33,0
1-1	77	70	7	27,4
1-3	86,5	78,6	6,3	37
1-4	81	73,6	7,4	28,0
2-1	72,3	65,3	7,0	28
2-2	75,3	68	7,3	30
2-3	66,8	60	6,8	29
2-4	65,4	58,5	6,9	31

Виходячи з отриманих результатів визначення біометричних параметрів пшениці озимої, якщо порівнювати варіант 1-1 та 2-1, то можна помітити збільшення кількості зерна у колосі по першому варіанту, що в

подальшому матиме вплив на врожайність. У 1-2 та 2-2, має більший показник варіант 2-2, а от 1-3 на 22% більший за 2-3, 2-4 більший за 1-4.

Отже, найкраще себе показав варіант 1-3 (сульфат марганцю водорозчинний) з показником - 37 зернин в у колосі та по показникам висоти

стебла - 78,6 см. Спостерігається певна кореляція між цими показниками.

Таке добриво краще використовувати в більш ранню фазу.

Таблиця 3.1.2.

Біометричні показники росин пшениці озимої у фазу відмирання, повна стиглість, збір урожаю (ВВСН: 99), 15.07.2021р.

Варіант	к	1-1	2-1	1-2	2-2	1-3	2-3	1-4	2-4
Висота стебла (до колоса)	67,5	67,1	65,2	63,1	67,6	61	56,1	67,9	58,9
Довжина колоса	7,1	7,2	7,1	7,1	7,3	6,7	6,7	6,6	7,1
Висота надземної частини	74,6	73,9	71,4	69	74,3	65,4	60,9	74,1	64,6
Кількість листків	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Кількість колосків	13	13	12	13	13	12	12	13	12,5
Кількість зернин колоску	у 2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	3	2-3	2-3	2-3
Кількість зернин у колосі	33	32	27	28	31	31	28	28	29,5
Кількість продуктивних пагонів	1	2	1	1	1-2	1	2	1	1
Маса зерен 1000	41,5	41,6	41,8	40,6	42,9	43,2	41,1	40,6	40,9

У таблиці що наведена вище, представлені показники з кожної дослідної ділянки.



Рисунок 3.1. Супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE перед посівом 19.09.20 р.



Рисунок 3.2. Супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE в період відновлення вегетації 28.03.21 р.



Рисунок 3.3. Супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE в період 21.06.21 р.



Рисунок 3.4. Супутниковий знімок з вегетаційними індексами NDVI та NDRE за кілька днів до збирання культури 11.07.21 р.

Таблиця 3.1.3.

Структура урожайності пшениці озимої, 2021 р.

Варіант	Кількість колосів, шт/м ²	Кількість колосків, шт/рослині	Кількість колосків, шт/м ²	Кількість зернин, шт/колос	Маса 1000 зернин, г	Маса зернин, г/м ²	Урожайність, т/га	Середнє значення врожайності по варіантах, т/га	Урожайність поля, т/га
К	424	13	5512	33	41,5	580,7	5,8	5,7	4,0
1-1	468	13	6084	32	41,6	623	6,2		
2-1	500	12	6000	27	41,8	564,3	5,6		
1-2	480	13	6240	28	40,6	545,7	5,5		
2-2	472	13	6136	31	42,9	627,7	6,3		
1-3	472	12	5664	31	43,2	632,1	6,3		
2-3	488	12	5856	28	41,1	561,6	5,6		
1-4	460	13	5980	28	40,6	522,9	5,2		
2-4	480	12,5	6000	29,5	40,9	579,1	5,8		

Проаналізувавши урожайність по всім варіантам дослідження можна побачити що, внесення хелату марганцю та Еколайну зернового краще проводити в фазу виходу в трубку, а Хелат чистої міді та Сульфат магнію водорозчинних - закінчення кущення. Більш розгорнуті дані були наведені в діаграмах нижче.

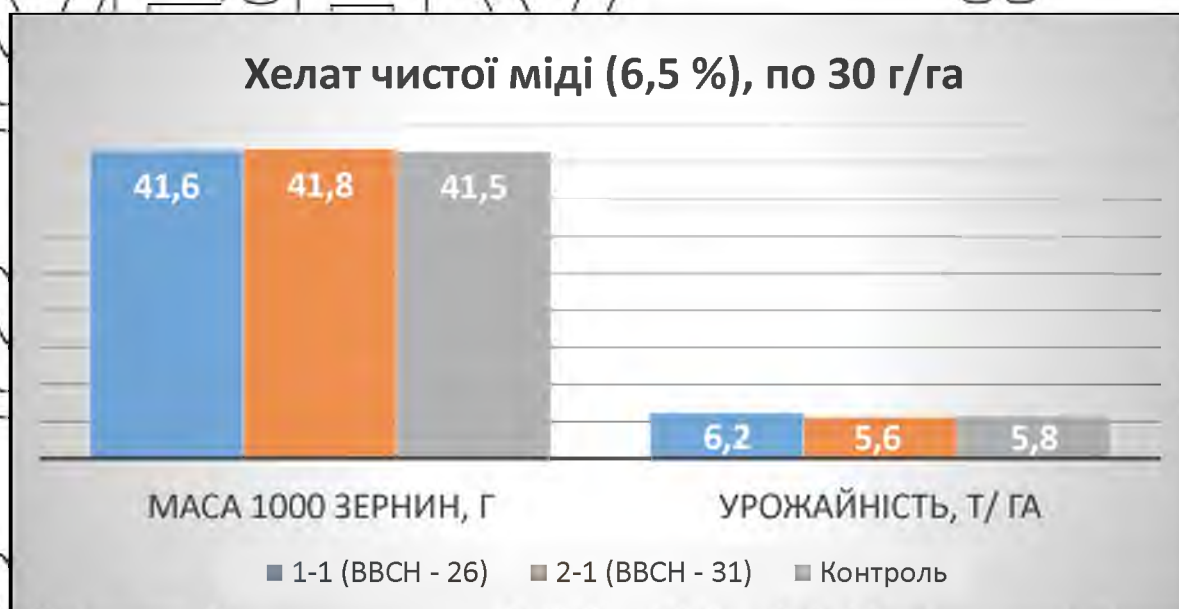


Рисунок 3.5. Співставлення показників структури урожайності варіантів 1-1 та 2-1.

Хелат чистої міді краще висити у більш ранню фазу (BBCH 26), тоді матимемо приріст урожайності але за зниженими показниками маси 1000 насінин. У додатку В було наведено фото рослин цих варіантів. Рослини з варіант 1-1 в порівнянні зі 2-1 – є більш вищими на 5 см.

Не дивлячись на те, що рослини більш високі у першому варіанті, але показники врожайності більш кращі у другому. Така ситуація може виникнути через те, що рослина сфокусувалася на витягування стеблової частини під впливом гормону гібереліну, а не на формування зерна.

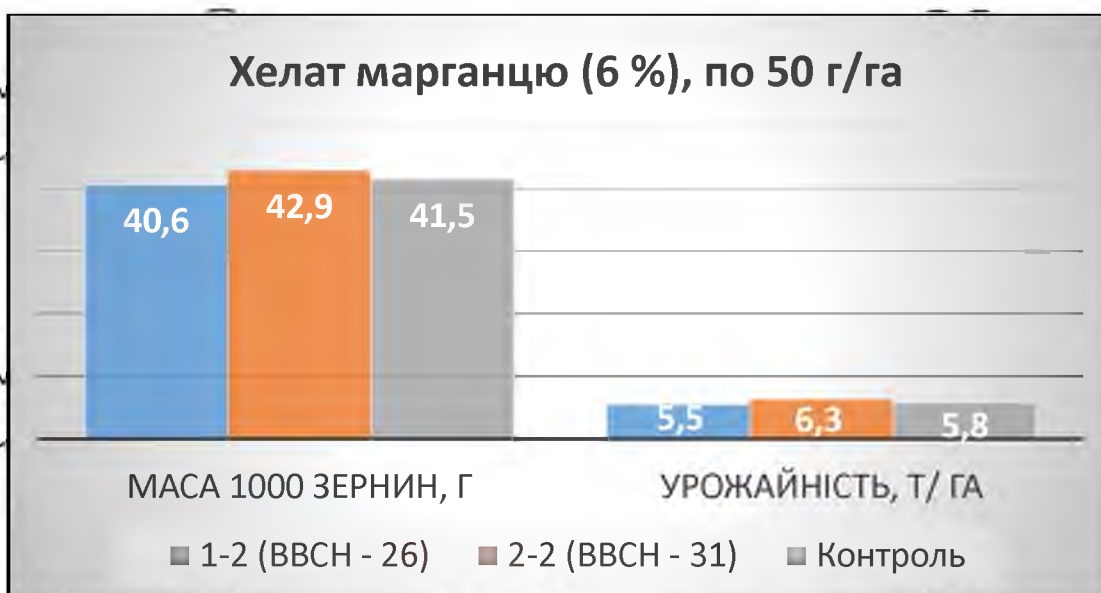


Рисунок 3.6. Співставлення показників структури урожайності варіантів 1-2 та 2-2.

Хелат марганцю однозначно краще висити у фазу (BBCH 31). В порівнянні з більш раннім внесенням матимемо 13% приросту урожайності та 6% на масі 1000 насінин. У додатку Г було наведено фото рослин цих варіантів.

Ситуація зі внесення даного добрива є дзеркальною, як в порівнянні з діаграмою наведеною вище. На колосових культурах краще пригальмовувати тібериліновий обмін.

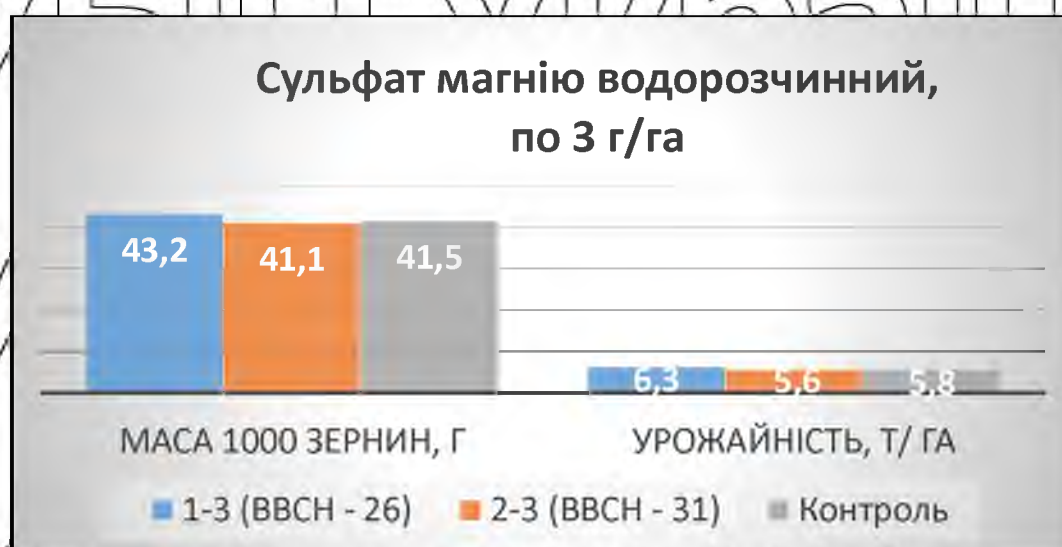


Рисунок 3.7. Співставлення показників структури урожайності варіантів 1-3 та 2-3.

Водорозчинний сульфат магнію краще висити у більш ранню фазу (ВВСН 26), тоді матимемо приріст по урожайності та має 1000 насінин.

У додатку Г було наведено фото рослин цих варіантів. Судячи з фотознімків, культури мали однаковий ріст, але високу розбіжність у показниках врожайності та зерна

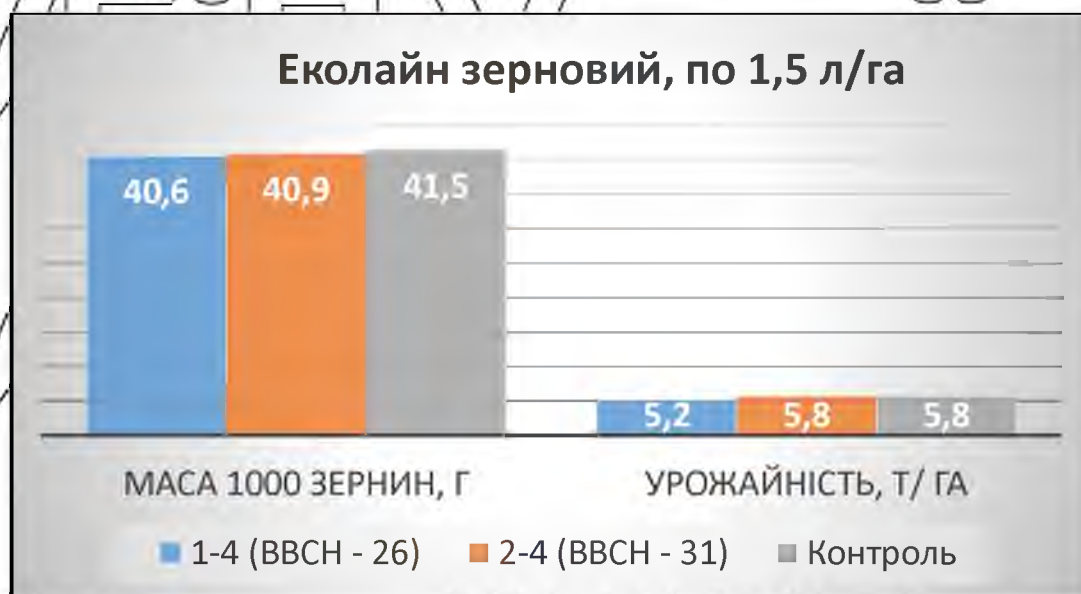


Рисунок 3.8. Співставлення показників структури урожайності варіантів 1-4 та 2-4.

Еколайн зерновий, краще висити у (ВВСН 31). В порівнянні з більш раннім внесення матимемо 10% приросту урожайності. У додатку Б 4 було наведено фото рослин цих варіантів. Спираючись на показники висоти надземної маси, варіант 1-4 має більш високі дані ніж другий варіант але показник врожайності більші у 2-го.

Така ж картина спостерігається і на інших варіантах поля. Отже, більш врожайними були рослини які мали меншу висоту, бо пріоритетним розподілом поживних речовин рослиною, було в сторону формування потомства, а не на вегетативну масу.

Якщо ж брати по окремоті, то внесення по варіантах 2-2 (Хелат марганцю у фазу ВВСН - 31) та 1-3 (Сульфат марганцю водорозчинний, ВВСН - 26) були найефективнішими. Це пов'язано з тим, що саме у ці фази рослина потребувала саме таких мікроелементів.

3.2. Лабораторні дослідження

Відбір рослинних проб проводився 19.04.21 р. коли пшениця знаходилась у фазі ВВСН 13-24 (розвиток листя, початок кушіння). На

території всієї ділянки було відібрано здорові рослини та з затримкою у рості

(Див. додаток Е).

Пшениця з варіанту 1 відповідала фазі початку кушіння (24 ВВСН), вона має насичений темно-зелений колір, що свідчить про задовільний стан її

організму, а от рослини з варіанту 2 – мали блідо-зелене забарвлення з явним

відставанням у розвитку, фаза розвитку яких – утворення 3-го листка (13

ВВСН). Дослідження по варіантах проводилося у двократній повторності.

Таблиця 3.2.1

Результати визначення вмісту фосфору в рослині фотометрично за методом

Деніже в модифікації Левицького, %

№ рослинної проби			
1.1.	1.2.	2.1	2.2
1,2	1,35	0,65	0,83
1,28		0,74	

З таблиці видно, що показники варіанту 2 мають не порядок менший

відсоток вмісту фосфору. Цей елемент конче потрібен для нормального

розвитку зернових, особливо на початкових етапах зростання, тому тут така

картина.

Відбір рослинних проб проводився 03.06.21 р. коли пшениця

знаходилась у фазі ВВСН 59-61 (завершення висування колоса, початок

цвітіння), з дослідних ділянок та контролю по 15 рослин з кожної.

Таблиця 3.2.2

Результати визначення вмісту фосфору та азоту в рослинні

Показник		№ рослинної проби				
		контроль	1	2	3	4
Визначення вмісту фосфору в рослинні фотометрично	За методом Деніже в мод. Левицького, % Забезпеченість	0,49	0,69	0,78	0,56	0,39
Визначення амонійного азоту в рослинні	За допомогою реактиву Несслера, % на суху речовину Забезпеченість	4,13	6,03	6,4	4,8	5,11

Найнижчий вміст фосфору в рослинні спостерігався у 4-го варіанту, а високий у 2-го. Виходячи з показників вмісту амонійного азоту в рослинні, з найнижчим вмістом буде контроль, а найвищим – перший варіант.

Грунтові проби були відібрані 11.06.21 р. у фазу 69-71 (завершення цвітіння, утворення плоду) на глибину 0-20 см.

Таблиця 3.2.3.

Результати визначення вмісту рухомих сполук фосфору та азоту в ґрунтових пробах

Показник		№ ґрунтової проби			
		1	2	3	4
Визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті	За методом Чирікова, мг/кг	246,9	161,4	168,6	245
	Забезпеченість	висока	висока	висока	висока
	За методом Кірсановим, мг/кг	68,8	93,5	89,4	85,4
	Забезпеченість	низька	середня	середня	середня
Визначення азоту в ґрунті	Нітрати за допомогою іонселективних електродів, мг/кг	7,2	6,6	9,1	12
	Забезпеченість	низька	низька	середня	середня

Продовження таблиці 3.2.3.

Визначення азоту в ґрунті	Лужно-гідролізований азот за Корніфідом	72	75		
	Потреба в азотних добривах		висока	висока	

З таблиці видно, що результати дослідження ґрунтових проб за методом Чирікова, можуть ввести в оману, тим, що забезпеченість фосфором є високою але треба звернути увагу на ґрунтові умови дослідження. Ґрунти господарства відносяться до слабо кислих і відповідно треба користуватися методом Кірсанова, щоб визначити рухливі форми фосфору та калію.

За Кірсановим ґрунт переважно з низькою забезпеченістю фосфору, а в першому варіанті з низькою. За дефіциту цього елемента у рослин гальмуються ростові процеси, утворення білків та вуглеводів, а урожай матиме знижені показники.

Азот для злакових культур має неабияку роль. Низька та середня забезпеченість по вмісту азоту в ґрунті за вирощування пшениці озимої може призвести, до зменшення оборотів синтезу білку та хлорофілу, зниження якості вихідної продукції. Ці ж ґрунтові проби, які були відібрані у фазу 69-71, також досліджувалися за допомогою мобільного спектрального сканера Soil Cares.

Таблиця 3.2.4.

Дослідження цих же проб сканером ґрунту Agro Cares

№	Показник	№ ґрунтової проби				Низький діапазон	Високий діапазон
		1	2	3	4		
1	рН водний	7,4	7,2	7,1	6,9	6,0	7,2
		високий	високий	адекватний	адекватний		
2	Органічна речовина, %	3,8	3,5	4	4,1	2,9	6,2
		адекватний	адекватний	адекватний	адекватний		
3	Загальний азот, г/кг	2,5	2,4	2,4	2,6	1	2
		високий	високий	високий	високий		
4	Фосфор (МЗ), мг/кг	48,2	57,9	48,7	54,1	20	40
		високий	високий	високий	високий		

Продовження таблиці 3.2.4.

5	Калій обмінний, ммоль+/кг	6,4	6,2	5,9	7,4	1,5	3
		високий	високий	високий	високий		
6	Кальцій обмінний, ммоль+/кг	181,1	194,3	220	182,9	15	25
		високий	високий	високий	високий		
7	Магній обмінний, ммоль+/кг	25,6	22,4	30,6	30,2	4,5	10
		високий	високий	високий	високий		
8	A_N_PMN	103	95,1	97,6	105	22	32
		високий	високий	високий	високий		
9	Катіоннообмінна ємність, ммоль+/кг	180	193	222	195	75	200
		адекватна	адекватний	високий	адекватна		
10	Загальний вміст алюмінію, г/кг	30,7	33,3	34	35,6	94	115
		низький	низький	низький	низький		
11	Загальний вміст заліза, г/кг	14	15	15,8	16,7	5	8
		високий	високий	високий	високий		
12	Гранулометричний склад, %	13	14	13	13	20	40
		низький	низький	низький	низький		
13	Вологість, %	13,3	12,6	22	23,2	10	30

За допомогою ручного інфрачервоного сканера Agro Cares, було проведено спектральний аналіз ґрунту. Більшість показників знаходяться у високому діапазоні але точність в порівнянні з класичними агрохімічними аналізами знижується та має значну похибку.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. Економічна частина

Економіка - це набір взаємопов'язаних виробничих, споживчих та обмінних видів діяльності, за допомогою яких можна визначити розподіл дефіцитних ресурсів. Виробництво, споживання і розподіл товарів та послуг використовується задля задоволення потреб учасників так званої «економічної системи» [60].

Широкий спектр факторів охоплює весь агробізнес, тобто урахування головних та потенційних конкурентів, системи збуту, політики ціноутворення, виходячи з технології вирощування культури та витрати ресурсів, які підуть на реалізацію технології вирощування (добрива, засоби захисту, обслуговування техніки та ін.).

І кінцевим результатом буде співвідношення витрат до отриманих доходів, визначивши при цьому показник рентабельності, щоб мати розуміння чи буде прибутковою така ідея.

Таблиця 4.1.

Розрахунок загальних витрат по варіантах

№ варіанту	Назва добрива	Норма на га	Ціна, грн	Вартість, грн/га	Загальні витрати, грн
1-1	Хелат міді	462 мл	150 л	69,3	31622,41
2-1	Хелат міді	462 мл	150 л	69,3	31622,41
1-2	Хелат марганцю	834 мл	210 л	175,14	31728,25
2-2	Хелат марганцю	834 мл	210 л	175,14	31728,25
1-3	Сульфат магнанцю	3 г	20 кг	0,06	31553,17
2-3	Сульфат магнанцю	3 г	20 кг	0,06	31553,17
1-4	Еколайн зерновий	1,5 л	200 л	300	31853,11
2-4	Еколайн зерновий	1,5 л	200 л	300	31853,11
Всього					253513,9

Таблиця 4.2.
Розрахунок вартості фонового удобрення

№	Назва добрива	Норма		Ціна, грн		Вартість, грн
1	Екостерн	2	л/га	195	л	390,00
2	КСІ «Grossdorf»	100	кг/га	20	кг	2000,00
3	РКД 8:24	100	кг/га	45	л	4500,00
4	КАС ₂₄	200	кг/га	20500	т	4100,00
5	КАС ₂₆	200	кг/га	20000	т	4000,00
6	Мікохелп	1,5	л/га	202	л	303,00
7	Білозерн	6	л/га	185	л	1110,00
8	Капало	1,2	л/га	3544	л	4252,80
9	Квалекс 200 ВГ	55	г/га	6651,17	кг	365,81
10	Мадекс Топ	0,5	л/га	698,8	л	349,40
11	Прилипач Турбо	0,5	кг/га	54,6	кг	27,30
12	Бестстселер турбо 20% к.с.	0,15	л/га	600	л	90,00
13	Дербі (175, к.с.)	60	г/га	3580	кг	214,80
14	Тебуконазол	0,5	л/га	700	л	350,00
Всього						22053,11

Таблиця 4.3.
Розрахунок рентабельності та окупності по варіантах досліджень

Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн/т	Загальні витрати, грн/га	Дохід, грн/га	Рентабельність, %	Окупність, грн/грн
контроль	5,8	41180	29998,11	11181,89	37%	0,373
1-1	6,2	44020	31622,41	12397,59	39%	0,392
2-1	5,6	39760	31622,41	8137,59	26%	0,257
1-2	5,5	39050	31728,25	7321,75	23%	0,231
2-2	6,3	44730	31728,25	13001,75	41%	0,410
1-3	6,3	44730	31553,17	13176,83	42%	0,418
2-3	5,6	39760	31553,17	8206,83	26%	0,260
1-4	5,2	36920	31853,11	5066,89	16%	0,159
2-4	5,8	41180	31853,11	9326,89	29%	0,293

Найкращі показники рентабельності мали три варіанти. Варіант 1-3, вносили сульфат магнію водорозчинний; 2-2 хелат марганцю; 1-1, хелат міді. На рисунку, наведені дані рентабельності по варіантах.

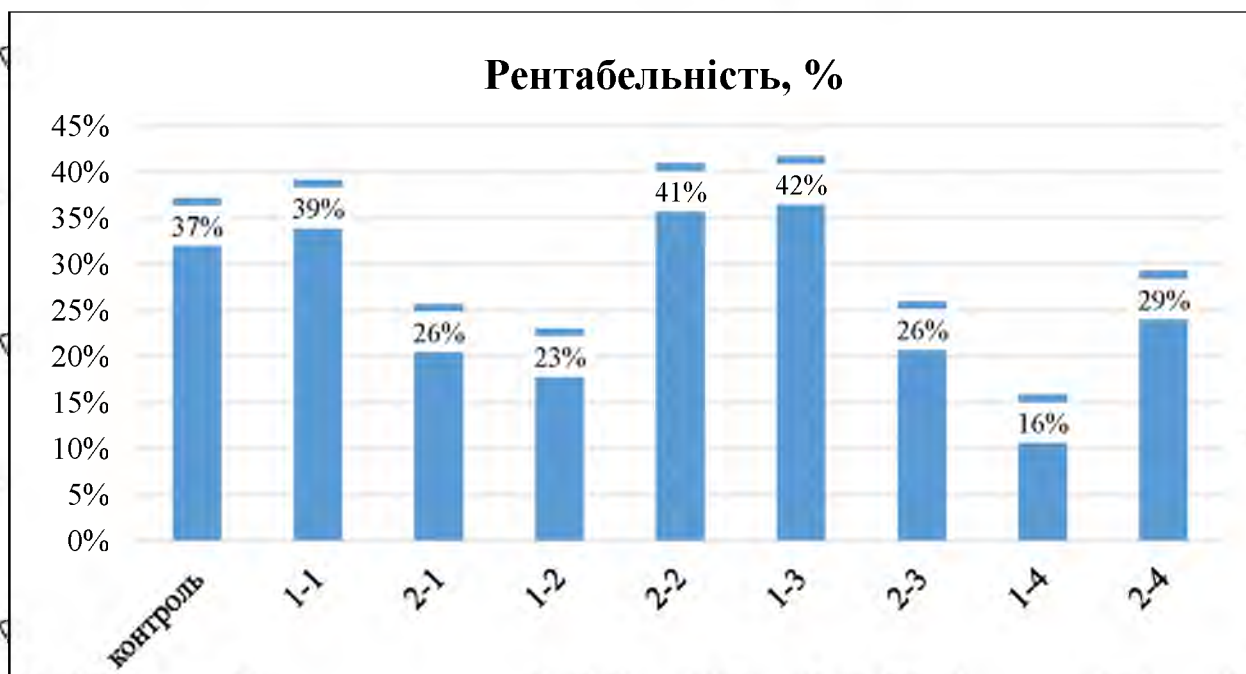


Рисунок 4.1. Порівняння рентабельності по варіантах

Якщо зіставляти показники рентабельності по варіантах, видно, що найбільш економічно вигідним є варіант 1-3, з кожного гектару поля за такої технології отримаємо дохід у розмірі 13176,83 гривень, що складає 42% рентабельності; 2-2 – 13001,75 грн з гектару (41 %); 1-1 – 12397,59 грн/га (39 %). Проаналізувавши вище подану діаграму, можна порекомендувати вносити хелат міді у фазу ВВСН – 26; хелат марганцю у фазу – 31; сульфат марганцю водорозчинний у фазу – 26; еколайн зерновий у фазу – 31.

ВИСНОВКИ

Вивчення дистанційного моніторингу для агрохімічного супроводу вирощування пшениці озимої, проведене на темно-сірому опідзоленому ґрунті, дозволило зробити висновки:

1. Застосування для агрохімічних досліджень спектрометричних методів базується на аналізі значень інтенсивності відбитого електромагнітного випромінювання, а також проходження випромінювання в певних спектральних діапазонах.

2. Дистанційний моніторинг посівів пшениці озимої дозволяє дати оцінку морфологічним змінам, визначати стан рослин на всій площі, виокремити «проблемні ділянки».

3. Для агрохімічного дистанційного моніторингу пшениці озимої доцільно використовувати – роздільно і сумісно – супутникові й безпілотні системи. Перевагами у супутникових даних є висока інформативність їх, для ряду даних – доступність, оперативність, недоліком – залежність від метеорологічних умов, недостатній ступінь розрізнення. Перевагами систем із БПЛА є: висока здатність розрізнення отриманих зображень, можливість вибору часу моніторингу, недоліком – вартість системи, обмеженість для одного польоту в часі й площі.

4. Підживлення пшениці озимої мікродобривами є дієвим технологічним заходом, ефективність проведення якого залежить від стадії розвитку рослин. Так, застосування хелату чистої міді краще проводити у більш ранню стадію (ВВСН 26), що дає приріст урожайності, але зі знизженими показниками маси 1000 насінин хелат марганцю у фазу (ВВСН 31); сульфат магнію водорозчинний, краще висити у більш ранню фазу (ВВСН 26); сколайн зерновий у фазу (ВВСН 31).

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

Для оцінювання стану масштабних посівів пшениці озимої, зокрема

через вегетаційні індекси, сервіси супутникового моніторингу доцільно

використовувати. Для відслідковування проходження росту й розвитку

рослини, детального моніторингу їх стану, виявлення стресу, строків

ефективного підживлення інформативними є безпілотні системами

дистанційного моніторингу.

Підживлення пшениці мікроелементами доцільно проводити у

визначені стадії й мікростадії розвитку.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мауро Е. Хольцман, Фаундо Кармона, Рауль Рівас та Ракель Ніккос, "Рання оцінка врожайності сільськогосподарських культур за даними дистанційного зондування водяного стресу та даних про сонячну радіацію", Журнал фотограметрії та дистанційного зондування ISPRS, вип. 145, немає В, с. 297-308, 2018.

2. Пасічник, Н.А. (2020) Використання безпілотних літальних апаратів для оцінки технологічних стресових станів пшениці озимої / Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко // Збалансоване природокористування. Випуск 1. С. 87-93. [електронний ресурс]: <http://journals.uran.ua/bnusing/article/view/203933>.

3. Harpreet Kaur & J. S. Manchanda (2019) Copper induced iron deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L), Journal of Plant Nutrition, 42:20. 2824-2843.

4. Arijit Barman, Raghu Nath Pandey, Bhupinder Singh & Bappa Das (2017) Manganese deficiency in wheat genotypes: Physiological responses and manganese deficiency tolerance index, Journal of Plant Nutrition, 40:19, 2691-2708.

5. Власов П.К. Як уникнути дефіциту трьох основних поживних мікроелементів зернових культур (поради закордонних фахівців) // журна SuperAgronom. – 2020. – [електронний ресурс]: <https://superagronom.com/blog/654-yak-uniknuti-defitsitu-3-osnovnih-pojivnih-mikroelementiv-zernovih-kultur-poradi-zakordonnih-fahivtsiv>

6. Технології дистанційного визначення бур'янів // Пропозиція журнал. – 2019. – [електронний ресурс]: <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiyi-dystanciynogo-vyznachennya-buryaniv>

7. Lysenko, V. (2017) Usage of Flying Robots for Monitoring Nitrogen in Wheat Crops / V. Lysenko, O. Opryshko, D. Komarshuk, N. Pasichnyk, N. Zaets, A. Dudnyk // The 9th IEEE International Conference on Intelligent Data

Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 21-23 September, 2017, Bucharest, Romania. Vol.1. P.30-34.

8. Інтерв'ю. Сергій Жереб // ADAMA – 2018. - [електронний ресурс]:

<https://www.adama.com/ukraine/ua/stories/zhereb>

9. Zhao, H.; Song, X.; Yang, G.; Li, Z.; Zhang, D.; Feng, H. Monitoring of Nitrogen and Grain Protein Content in Winter Wheat Based on Sentinel-2A Data. Remote Sens. 2019, 11, 1724. <https://doi.org/10.3390/rs11141724>

10. René P. J. J. Rietra, Marius Heinen, Christian O. Dimkpa & Prem S. Bindraban (2017) Effects of Nutrient Antagonism and Synergism on Yield and Fertilizer Use Efficiency, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48:16, 1895-1920, DOI: 10.1080/00103624.2017.1407429

11. Жолобак Г. М. Дистанційний моніторинг стану посівів озимої пшениці впродовж весняно-літньої вегетації 2016 р. за вегетаційними

індексами супутника Sentinel-2A (на прикладі Лісостепової зони

України) / Жолобак Г. М., Сибірцева О. М., Вакелюк, М. В., Захарчук Ю. В. // Український журнал дистанційного зондування Землі. - 2017.- № 15 .

– С. 23–30.

12. Демчук М. Особливості моніторингу посівів озимих у весняно-літній період. // SuperAgronom. 2021. - [електронний ресурс]: <https://superagronom.com/articles/507-sergiy-ivarov-osoblivosti-monitoringu-posiviv-ozimih-u-vesnyano-litniy-period>

13. Басанець О. Мистецтво живлення рослин. Хелати: у пошуках істини. / О. Басанець // SuperAgronom. – 2019. – [електронний ресурс]: <https://superagronom.com/articles/270-mistetstvo-zivlennya-roslin-helati-u-poshukah-istini>

14. Пасічник Н.А., Добрицький Я.М. Обґрунтування методологічних основ моніторингу стану озимих культур за допомогою БПЛА для потреб точного землеробства // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство», 2019. - Вип. 1.

15. Фази розвитку зернових і процес формування врожаю. // Журнал Агроном. – 2020. – [електронний ресурс]. <https://www.agronom.com.ua/fazy-rozvytku-zernovyh-i-protse-formuvannya-vrozhaj/>

16. Жолобак Г. М. Використання методів дистанційного зондування землі для моніторингу агроресурсів України / Г. М. Жолобак // Науковий журнал «Космічна наука і технологія». – 2010 / № 6. – С. 16–03.

17. Кузьмінський О. І. Маси плани на врожай – фунгіциди поважай. // Журнал Агроном. – 2021. – [електронний ресурс]: <https://www.agronom.com.ua/mayesh-planu-na-vrozhaj-fungitsydy-povazhaj/>

18. Мерещянський Г., Петренко І. Агрокоптер, або Дрон польовий // Агробізнес сьогодні. - №18(313). - вересень 2015 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до журн.: <http://agro-business.com.ua/mekhanizatsiia-apk/2548-agrokopter-abo-dron-poliiovyi.html>

19. Ачасов А. Б. Щодо використання БПЛА для оцінки стану посівів / А. Б. Ачасов, А. О. Ачасова, І. В. Тітенко. // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. – 2015. – № 13. – С. 14–19.

20. Данкевич В.Є., Данкевич Є.М. Моніторинг сільськогосподарських угідь із застосуванням систем дистанційного зондування земель. Економіка АПК. 2019. № 8. С. 27–36.

21. Еколайн Зерновий (Хелати). - 2017 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до журн.: <https://ecoorganic.ua/catalog/product/ekolain-zernovii-helati#:~:text=%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%90%D0%99%D0%9>

22. Лисенко, В.П. Дистанційне зондування зернових культур для програмування врожаю. [Монографія] / Лисенко В.П., Опришко О.О., Комарчук Д.С., Пасічник Н.А. – К. "ЦП Компрінт" – 367 с.

23. Shakoor, N., Northrup D., Seth Murray, Northrup Seth Murray D., Todd C. Mockler (2019) Big Data Driven Agriculture: Big Data Analytics in Plant Breeding, Genomics, and the Use of Remote Sensing Technologies to Advance Crop Productivity. The Plant Phenome Journal, DOI: 10.2135/tppj2018.12.0009

24. Сирета, М. Посів озимої пшениці / Журнал Куркуля. – 2019. –
[електронний ресурс]: <https://kurkul.com/spetsproekty/614-posiv-na-ozimoyi-pshenitsi>

25. M. Mirik, R. Ansley, J. Price, F. Workneh and C. Rush, "Remote Monitoring of Wheat Streak Mosaic Progression Using Sub-Pixel Classification of Landsat 5 TM Imagery for Site Specific Disease Management in Winter Wheat," *Advances in Remote Sensing*, Vol. 2, No. 1, 2013, pp. 16-28. doi: 10.4236/ars.2013.21003.

26. Сервіси супутникового моніторингу //SmartFarming. – 2018. –
[електронний ресурс]: <https://www.smartfarming.ua/servisy-suputnykovoho-monitorynhu-dlya-ahrariyiv/>

27. Дрони і супутники: Моніторинг стану посівів впродовж сезону//SmartFarming. – 2020. – [електронний ресурс]:
<https://www.smartfarming.ua/drony-i-suputnyky-monitorynh-stanu-posiviv-vprodovzh-sezonu/>

28. Komarchuk, D. (2020) Algorithms and Software for UAV Flight Planning for Monitoring the Stress Conditions of Plantations / D. Komarchuk, N. Pasichnyk, V. Lysenko, O. Opryshko, S. Shvorov, V. Reshetiuk, O. Udovenko, T. Knizhka, M. Kharinova. 2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC). P.146-149.

29. Maresma, Angel (2020) Accuracy of NDVI-derived corn yield predictions is impacted by time of sensing / Angel Maresma, Lindsay Chamberlain, Aristotelis Tagarakis, Tulsi Kharel, Greg Godwin, Karl J. Czymmek, Elson Shields, Quirine M. Ketterings // *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol.169, 105236, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105236>;

30. 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. Є. Комарчук // *Рослинництво та ґрунтознавство*. – [електронний ресурс]: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/author/submission/13891>

31. Dan-dan DUAN (2019) Estimating total leaf nitrogen concentration in winter wheat by canopy hyperspectral data and nitrogen vertical distribution / Dan-dan DUAN, Chun-jiang ZHAO, Zhen-hai LI, Gui-jun YANG, Wu-de YANG // Journal of Integrative Agriculture. Vol.18 (7), pp. 1562-1570, [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62686-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62686-9).

32. Gonzalo, Pajares (2015) Overview and Current Status of Remote Sensing Applications Based on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) / Gonzalo Pajares // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.81, (4), pp. 281-329, <https://doi.org/10.14358/PERS.81.4.281>.

33. Kshittij, Srivastava (2019) UAVs technology for the development of GUI based application for precision agriculture and environmental research / Kshittij Srivastava, Aman Jain Bhutoria, Jyoti K. Sharma, Aakash Sinha, Prem Chandra Pandey // Remote Sensing Applications: Society and Environment, Vol.16, 100258, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100258>;

34. Per-Ola Olsson (2016) Near real-time monitoring of insect induced defoliation in subalpine birch forests with MODIS derived NDVI / Per-Ola Olsson, Johan Lindström, Lars Eklundh // Remote Sensing of Environment, Vol.181, pp. 42-53, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.03.040>;

35. Yubin Lan (2020) Comparison of machine learning methods for citrus greening detection on UAV multispectral images / Yubin Lan, Zixiao Huang, Xiaoling Deng, Zihao Zhu, Huasheng Huang, Zheng Zheng, Bizhen Lian, Guoliang Zeng, Zejing Tong // Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 171, 105234, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105234>;

36. Лисенко, В.П. (2017) Перспективи використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу стану азотного живлення зернових культур/ В.П. Лисенко, Н.А. Пасічник, О.О. Опришко, Д.С. Комарчук, Н.О. Опришко // Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН". – 2017. – Вид. 2. – С.108-114. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2017_2_12

37. Lysenko, V. (2017) Usage of Flying Robots for Monitoring Nitrogen in Wheat Crops / V. Lysenko, O. Opryshko, D. Komarchuk, N. Pasichnyk, N. Zaets, A. Dudnyk // The 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 21-23 September, 2017, Bucharest, Romania. Vol.1. P.30-34. (DOI:10.1109/IDAACS.2017.8095044) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205442688>; <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8095044>

38. M. N. Islam Sarker, M. Wu, B. Chanthamith, S. Yusufzada, D. Li and J. Zhang, "Big Data Driven Smart Agriculture: Pathway for Sustainable Development," 2019 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD), 2019, pp. 60-65, doi: 10.1109/ICAIBD.2019.8836982.

39. Басанець О.К. Технологія вирощування озимої пшениці // журна SuperAgronom. – 2020. – [електронний ресурс]: <https://superagronom.com/articles/290-tehnologiya-viroschuvannya-ozimoyi-pshenitsi-etapi-nyuansi-ta-vidminnosti-zalejno-vid-regionu>

40. Квантум - ХЕЛАТ МІДІ (Cu) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://quantum.ua/ua/monoelementni-mikrodozbriva/kvantum-xelat-midi-cu>.

41. Хелат марганца (Mn 6%) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uarg.ua/ru/products/helat-marganca-mn-6/>.

42. Alventa сульфат магнію (водорозчинний) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://fertiagro.com.ua/product-view/117alwernia>.

43. Баршадская, С.И. Урожайность и качество зерна различных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника, удобрений и других приемов выращивания / С.И. Баршадская, Н.Н. Нецадим, А.А. Квашин // Политематический сетевой электронный науч. журнал КубГАУ. – 2016. – № 120. – С. 1305–1321.

44. Concerning remote sensing of the Earth from outer space as a way to strengthen international cooperation in the field of remote sensing [Електронний

ресурс] Режим доступу до ресурсу:
<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/remote-sensing.html>

45. M. Fahim, A. Mechanicos, L. Ayala-Navarrete, S. Haber and P. J. Larkin, "Resistance to Wheat Streak Mosaic Virus-A Survey of Resources and Development of Molecular Markers," *Plant Pathology*, Vol. 61, No. 3, 2012, pp. 425-440.

46. Козак, О. Як впливає коливання температури на якість пшениці // Журнал Пропозиція. – 2017.- [електронний ресурс]:
[https://propozitsiya.com/ua/yak-vplyvaye-kolyvannya-temperatur-na-yakist-](https://propozitsiya.com/ua/yak-vplyvaye-kolyvannya-temperatur-na-yakist-pshenytsi/)

47. В. Горшков. Мікроелементи для пшениці озимої // Журнал AgroOne. – 2021. №63 - [електронний ресурс]:

<https://www.agroone.info/publication/mikroelementi-dlja-pshenicy/#pid=1>

48. Агрохімічний аналіз: Підручник / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін. / За ред. М.М. Городнього. - К.: Арістей, 2005.

49. Кривенко, А.І., Бурикiна, С.І. Ефективність форм і строків внесення цинку на посівах пшениці озимої // Журнал Агроном. – 2020. - [електронний ресурс]:
[https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-form-i-strokov-vnesennya-](https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-form-i-strokov-vnesennya-tsynku-na-posivah-pshenytsi-ozymoyi/)

50. Характеристика озимого сорту пшениці "Паміра" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

https://agrovektor.com/physical_product/424937-pshenica-ozimaya-pamir.html.

51. Meacham-Hensold K., Nguyen A. The difference between C3 and C4 plants // Журнал RIPE – 2020. - [електронний ресурс]:

<https://ripe.illinois.edu/blog/difference-between-c3-and-c4-plant>

52. Peifeng Ma. Eyes in the sky: How satellites can monitor infrastructure health // The Conversation. – 2019. - [електронний ресурс]:

<https://theconversation.com/eyes-in-the-sky-how-satellites-can-monitor-infrastructure-health-117216>

53. 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. - [електронний ресурс]: <http://agrochemsoilsci.org/89/89-10.html>

54. Komarchuk D. (2019) [Monitoring the Condition of Mineral Nutrition of Crops Using UAV for Rational Use of Fertilizers](#), D. Komarchuk, V. Lysenko, O. Opryshko, N. Pasichnyk // Advanced Agro-Engineering Technologies for Rural Business Development 2019. pp. 293-319. [електронний ресурс]:

<https://www.igi-global.com/chapter/monitoring-the-condition-of-mineral-nutrition-of-crops-using-uav-for-rational-use-of-fertilizers/225689>

55. Lysenko, V. (2018) Information Support Of The Remote Nitrogen Monitoring System In Agricultural Crops / V. Lysenko, O. Opryshko, D. Komarchuk, N. Pasichnyk, N. Zaets, A.// International Journal of Computing Vol 17(1) pp.47-54. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205442688>

56. Лисенко, В.П. (2017) Перспективи використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу стану азотного живлення зернових культур/ В.П. Лисенко, Н.А. Пасічник, О.О. Опришко, Д.С. Комарчук, Н.О. Опришко // Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН". - 2017. - Вип. 2. - С.108-114. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2017_2_12

57. Опришко О. О. Перспективи використання безпілотних роботизованих літальних апаратів для раціонального використання добрив /О. О. Опришко, Д. С. Комарчук, Н. А. Пасічник. матеріали МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ "Сучасні проблеми землеробської механіки". - НУБіП України. - 2015. - сс. 23-25. 6. [IMGonline.com.ua](http://imgonline.com.ua) [Електронний ресурс] : Web-сайт. - Обработка JPEG фотографий онлайн. - Режим доступа: <http://www.imgonline.com.ua/exif-inforsult.php>.

58. Шадчина, Т.М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових / Т.М. Шадчина, відп. ред. В.В. Моргун; НАН України, Інститут фізіології рослин і генетики. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 220 с.

59. Ed. By Werner Bergmann. Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis / Ed. By Werner Bergmann. – Jena; Stuttgart; New York: G. Fisher, 1992. – 741 p.

60. Michael J. What Is an Economy? [Електронний ресурс] / J Boyle Michael. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.investopedia.com/terms/e/economy.asp>.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

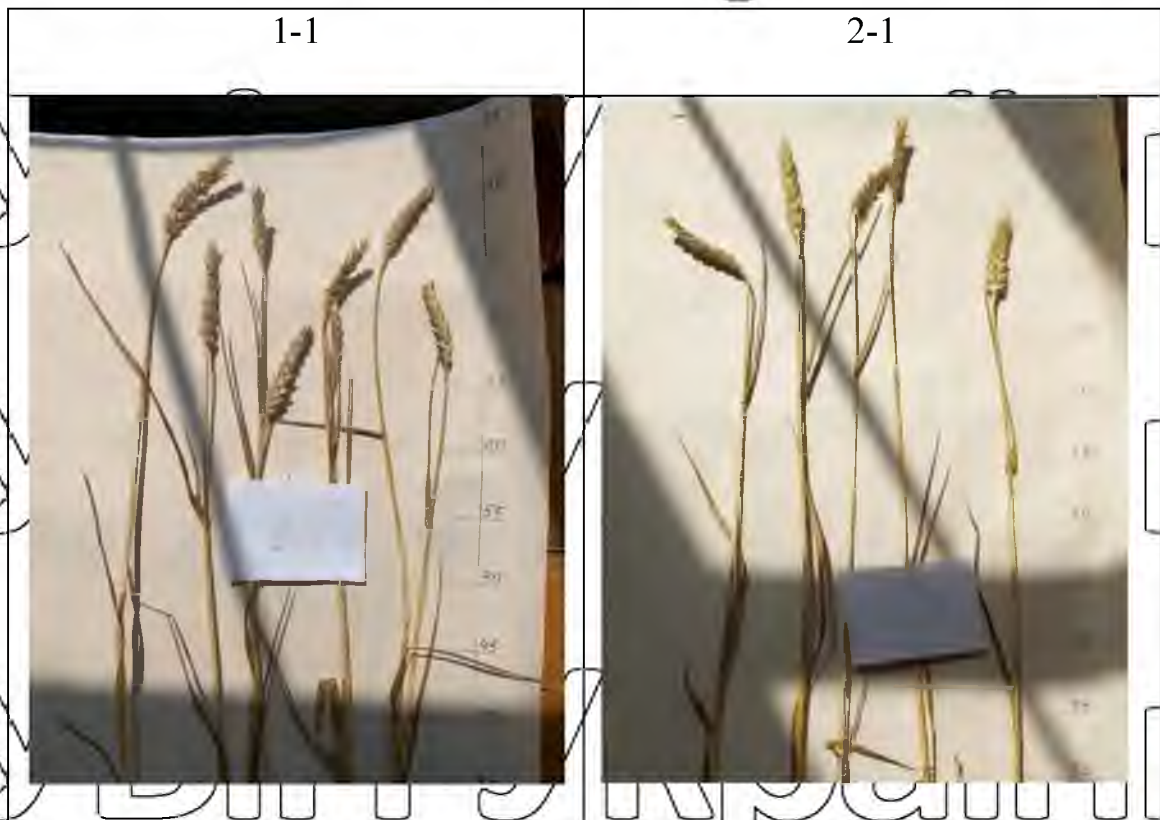
НУБІП України

ДОДАТКИ

Додаток А. Фото об'льоту дослідної ділянки



Додаток Б. Фото рослин по варіанту 1-1 та 2-1.



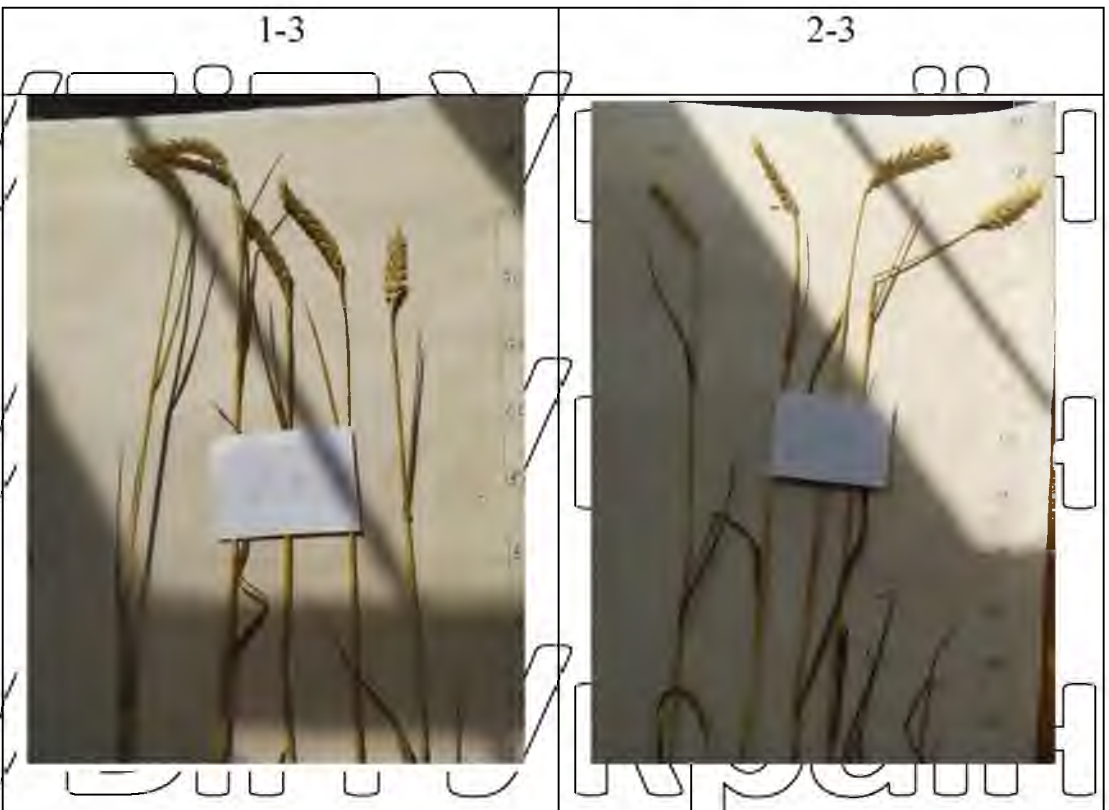
НУБІП УКРАЇНИ

Додаток В. Фото рослин по варіанту 1-2 та 2-2.



НУБІП УКРАЇНИ

Додаток Г. Фото рослин по варіанту 1-3 та 2-3.



НУБІТ УКРАЇНИ

Додаток Г. Фото рослин по варіанту 1-4 та 2-4.



Додаток Д. Внесення добрив: по закореневе підживлення (вручну), Еколайн зерновий (хелати), Mg SO₄ сульфат магнію, Mn хелат (6,0%), Си хелат (6,5%)



Додаток Е. Порівняльне фото з варіантів 1 та 2.

НУБІП УКРАЇНИ



Рис. Здорові рослини

(1.1. та 1.2.)

Рис. Рослини із затриманням

росту (2.1. та 2.2.)

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

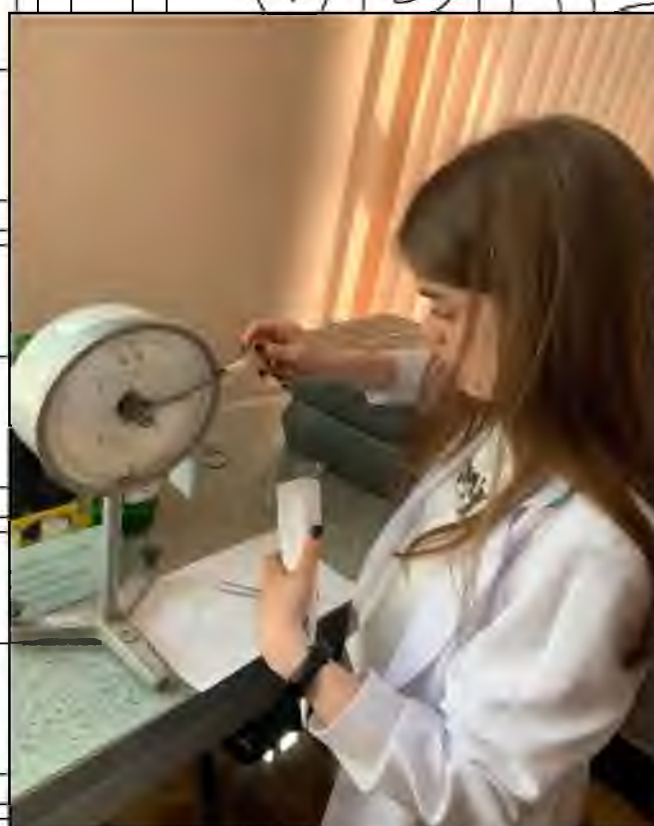
Додаток Є. Визначення біометрії (11.06) у фазу 69-71 (завершення цвітіння, утворення плоду)



Додаток Ж. Підготовка ґрунтових проб до подальших аналізів



Додаток 3. Огляд рослин пшениці озимої у фазі 23-25 ВВСН (розвиток 3-5 пагону кущіння).



Додаток И. Зважування на торсійних вагах наважки для проведення озолення
рослинного матеріалу.



Додаток І. Проведення озолення рослинного матеріалу



Додаток Й. Визначення вмісту лужногдослізованого азоту в ґрунті
за методом Корнфілда



Додаток І. Огляд поля (02.07) у фазу молочно-воскової стиглості

Додаток К. Визначення біометричних параметрів пшениці озимої

