

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

05.10 – КМР. 367 “С” 2023.03.13.016 ПЗ

**САДОВОГО СЕРГІЯ ОЛЕКСІЙОВИЧА**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України<sup>1</sup>

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Декан агробіологічного факультету  
Завідувач кафедри  
Завідувач кафедри агрохімії та якості  
продукції рослинництва ім.  
О.І. Душечкіна

О.Л.Тонха А.В. Бикін  
(підпис) (ПІБ) (підпис) (ПІБ)  
« » 2023 р. « » 2023 р.  
УДК:

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
на тему:  
УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ РІПАКУ ОЗИМОГО В РІЗНИХ  
ЗОНАХ ПОЛЯ»

Спеціальність 201 Агроніомія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Магістерська програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Гарант освітньої програми

доктор с-г наук, професор,

академік НААН України

Бикін А.В.

Керівник магістерської роботи

д. с.-г.н., професор

Виконав

Бикін А.В.

Саловий С.О.

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НУБІП України **ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри агрохімії та якості  
продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна

НУБІП України «  
З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ

НУБІП України ~~Садовому Сергію Олександровичу~~  
~~д. с.-г. н., проф. Бікин А.В.~~  
Спеціальність 201 агрономія

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

НУБІП України Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна  
Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Управління продуктивністю  
ріпаку озимого в різних зонах поля» затверджена наказом ректора НУБІП  
України від «13» березня 2023р. №367

НУБІП України Термін подання завершеної роботи на кафедру  
Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

НУБІП України 3

НУБІП України

НУБІП України

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. \_\_\_\_\_

НУБІП України

5. \_\_\_\_\_

НУБІП України

9. \_\_\_\_\_

НУБІП України

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

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

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Завдання прийняв до виконання

НУБІП України

## РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи «Управління продуктивністю ріпаку озимого в різних зонах поля».

Магістерська робота виконана на 63 сторінках комп'ютерного тексту, містить 3 розділи, висновки і список використаної літератури, 7 рисунків, 9 таблиць.

У роботі наведені експериментальні дані досліджень впливу моніторингових систем управління продуктивності ріпаку озимого за вирощування у різних зонах продуктивності поля.

Встановлено, що застосування фоліарних підживлень культури сприяє збільшенню продуктивності ріпаку озимого. Також досліджено вплив застосування фоліарних добрив на ріст та розвиток рослин ріпаку озимого.

Проведено аналіз аналітичних даних отриманих в реальному часі, морфолого-біометричні виміри для оцінки впливу фоліарного підживлення.

Наведені результати моніторингу стану посівів за використання сучасних інструментів супутникового та наземного моніторингу.

Впроваджені технологічні операції щодо управління продуктивністю культур у сівозміні за неоднорідної вегетації рослин були економічно обгрунтовані і рентабельні.

**Ключові слова:** ріпак озимий, фоліарні підживлення, управління вирощування с.г. культур, система живлення врожайність, економічна ефективність.

	ЗМІСТ
РЕФЕРАТ	5
ЗМІСТ	6
ВСТУП	8
Розділ 1. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	9
1.1 Відношення озимого ріпаку до умов вирощування	9
1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості ріпаку озимого.....	14
1.3. Вплив добрив на агрохімічні властивості ґрунту, врожай і якість насіння озимого ріпаку	16
1.3. Сучасні методи управління процесами продуктивності вирощування озимого ріпаку за умов неоднорідності поля	25
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Програма проведення досліджень	30
2.2. Методика проведення досліджень	31
2.3. Погодно-кліматичні умови території проведення досліджень	31
2.4. Ґрунтові умови території проведення досліджень	34
2.5. Технологічні умови проведення досліджень	36
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ ЗОН ПОЛЯ	38
3.1 Моніторинг стану посівів рослин, як базовий компонент управлінням продуктивністю ріпаку озимого	38
3.2 Вплив неоднорідності ґрунтового покриву та фоліарного удобрення на ріст та розвиток рослин ріпаку озимого	42
3.3 Вплив просторової неоднорідності поля і фоліарного внесення добрив на урожайність ріпаку озимого	49
	6

3.4 Вплив фоліарного внесення добрив на якість насіння ріпаку озимого залежно від зони поля ..... 52

3.5. Економічна ефективність за управління посівами ріпаку озимого в різних зонах поля ..... 54

Висновки ..... 57

Список використаних джерел ..... 58

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України<sup>7</sup>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Олійні культури постачають харчові олії для харчові цілі, сировину для біопаливної та хімічної промисловості, а їхній високобілковий шрот є цінним кормом у тваринництві. На ці культури припадає майже 81 % загального виробництва рослинної олії у світі. З різкою зміною клімату та застосуванні сучасних систем спостережень і аналітики відкриваються можливості сприймати поле диференційовано.

Одним із шляхів підвищення продуктивності олійних культур є своєчасне застосування локальних операційних заходів (фолярного підживлення рослин) в полі. Особливо це питання постає в умовах різкої зміни клімату.

**Мета досліджень** полягає у впровадженні взаємодії систем моніторингу та управління зонами продуктивності поля за вирощування сільськогосподарських культур.

**Об'єкт досліджень** – вплив фолярного підживлення на ріст та розвиток рослин ріпаку озимого.

**Предмет досліджень:** площа листової поверхні, співвідношення надземної та підземної частини рослини, біометричні показники росту і розвитку рослин, індекс NDVI, врожайність, структура врожаю, економічна ефективність.

**Методи досліджень:** польовий, лабораторний, супутниковий моніторинг, розрахунковий.

**Наукова новизна** полягає у дослідженні взаємодії використання аналітичних даних систем моніторингу посівів з операційними процесами у полі для підвищення використання ресурсу поля.

# РОЗДІЛ 1. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

## 1.1 Відношення озимого ріпаку до умов вирощування

Високі врожаї ріпаку формуються при створенні середовища, що найбільше повно відповідає вимогам рослини протягом усього періоду вегетації. Вимоги рослин до умов існування певним чином відбивають умови, у яких вони виникли. Широкий ареал поширення озимого ріпаку обумовлений величезним поліморфізмом культури, і винятковим багатством його екологічних типів [6].

Під впливом середовища в процесі еволюції склалися вимоги рослин озимого ріпаку не тільки до умов зволоження і тривалості світлового дня, але і до режиму живлення й аерації. Наприклад, рослини ріпаку степового екологічного типу набули здатності на ранніх фазах розвитку запасатися елементами мінерального живлення і надалі за їхній рахунок формувати оптимальний врожай [17].

Періодичність у мінеральному живленні рослин пов'язана у значній мірі з наявністю легкодоступних їх форм у ґрунтовому розчині. Це легко простежити на прикладі динаміки фосфору в чорноземних ґрунтах посушливих і напівпосушливих районів [3, 40, 42].

При порівнянні неважко помітити, що вміст легкодоступних фосфатів у ґрунтовому розчині в часі (протягом вегетаційного періоду) і в просторі (по ґрунтовому профілі) змінюється з потребою в них рослин озимого ріпаку в процесі росту. Це відноситься і до інших елементів живлення. Підтверджується це вказівкою на те, що зміна гідротермічних умов ґрунту протягом вегетаційного періоду спричиняє якісні зміни в ґрунтовій структурі, що, у свою чергу, відбивається на зміні ґрунтової родючості, створенні визначених ритмів. Рослини

жу своєму рості пристосовуються до ритмів життя ґрунту, створюючи відповідно свої ритми поглинання [8, 36, 41].

Облік цих особливостей може мати важливе значення при вирішенні практичних задач рослинництва. Наприклад, підвищені вимоги на початку вегетації до мінерального живлення, що виникли в процесі еволюції в рослин озимого ріпаку, легко задовольнити шляхом локального припосівного внесення добрив, що, як показала практика, забезпечує помітне підвищення їхньої продуктивності [18, 30, 44].

Озимий ріпак у порівнянні з іншими культурами — вимоглива до ґрунту культура. Це обумовлюється інтенсивним нагромадженням органічної речовини за порівняно короткий час. Його вирощують на дерново-підзолистих, сірих лісових і чорноземних ґрунтах, що добре аеруються, і мають середній гранулометричний склад. На ґрунтах легкого гранулометричного складу ріпак виростає гірше. Однак на досить окультурених супіщаних ґрунтах при внесенні добрив одержують досить високі врожаї гарної якості. Непридатні для вирощування ріпаку заболочені ґрунти, схильні до запливання. Ріпак погано переносить як кислі, так і засолені ґрунти. Особливо страждають молоді рослини.

Для розвитку рослин необхідна реакція середовища, близька до нейтральної (рН = 6...7). Тому він дуже чутливий до вапнування, що не тільки підсилює дію мінеральних добрив, але і підвищує врожай насіння ріпаку завдяки поліпшенню агрохімічних властивостей ґрунту [18, 34, 56].

Найважливішою умовою одержання високих врожаїв озимого ріпаку є забезпечення молодих рослин достатньою кількістю легкодоступних поживних речовин, що досягається розміщенням його посівів на більш придатних для нього ґрунтах по краях попередників і застосуванням добрив [3, 15, 16-58].

Насіння озимого ріпаку починає проростати при вологості, рівній подвійної гігроскопічної вологості даного ґрунту. Чим швидше і більше води насіння

поглинають при набряканні, тим скоріше вони проростають, тим вище в них енергія проростання і сила росту [1, 7, 30, 46, 53].

Поглинена вода повільно поширюється до внутрішніх шарів насіння, вона затримується. Тому процес надходження води в насіння не є однобічним. Під час набрякання і протягом усього періоду проростання насіння озимого ріпаку поглинають окремі речовини з навколишнього їхнього розчину (аміак, амід), виділяють у розчин надлишкові продукти. Вилуповуються переважно розчинні вуглеводи (цукор, декстрин і ін.), що створює сприятливе середовище для розвитку грибів [27, 39, 55].

На чорноземних ґрунтах запаси продуктивної вологи в кількості 15 мм в орному шарі забезпечують своєчасну появу і задовільний стан сходів.

Ріпак вважається посухостійкою культурою. Разом з тим він дуже вимогливий до зволоження ґрунту в період формування стебла і наростання зеленої маси. Посуха у фазу цвітіння може викликати навіть опадання квіток, скорочуючи тривалість цвітіння, внаслідок чого скорочується насіннева продуктивність рослин [7, 9, 18].

Недостатня вологозабезпеченість, висока температура і сухість повітря на початку вегетації ведуть до зниження густоти сходів, слабкому укоріненню рослин. Зниження вологості в період утворення репродуктивних органів згубно діє на формування достатньої кількості бутонів. Зниження числа бутонів обумовлює зменшення числа насіння і зниження продуктивності рослин. У посушливих районах особливо важливу роль для ріпаку мають достатні запаси вологи, накопичені в ґрунті до початку його вегетації. Дослідами Дніпропетровської дослідної станції виявлено, що з загальної кількості вологи, витраченої ріпаком за вегетаційний період з весняних ґрунтових запасів, при розміщенні його після кукурудзи (середнє за 11 років) використано 77,2%, після озимини (середнє за 6 років)-68,5%. Як правило, у роки з малою кількістю опадів

у період вегетації озимого ріпаку в загальній витраті вологи питома вага використаної з ґрунтових запасів помітно зростає [25, 30, 31, 54].

Визначення потреби ріпаку у волозі по загальній її витраті до деякої міри умовно, тому що в дійсності взаємозв'язок рослин з навколишнім середовищем складніший [31].

Значення вологи в кожен окремий період розвитку визначається не тільки загальною кількістю споживання. Відомо, наприклад, що загальне споживання води на початкових фазах розвитку невелике. Разом з тим недостатнє зволоження в цей час приводило до зменшення кількості насіння у стручку. Особливе

значення ріпаку озимого має достатнє зволоження в період формування стручків і дозрівання насіння. Він добре реагує на часті, але не сильні дощі. Сприятливою є відносно висока вологість повітря. За відсутності таких умов дозрівання врожаю прискорюється, маса 1000 насінин зменшується до 2,3-2,5 замість 3,0-4,0 грамів [30, 34, 54].

Засуха в період дозрівання є причиною не тільки зниження врожайності, а й зменшення вмісту олії. За багаторічними спостереженнями встановлено, що формування однієї частки сухої речовини ріпак витрачає 500-700 частин води, а найсприятливішим у весняно-літній період є такий водний режим: в квітні 50-60 мм, травні 70-75 мм, червень 75-80 мм, липень 60-80 мм [31].

Дуже важлива роль належить воді під час утворення бокових коренів. Утворення добре розвинених вторинних коренів у наступному обумовлює можливість повноцінного використовувати ґрунтову родючість, у тому числі і вологу для розвитку більш продуктивних рослин [29, 37].

У Європі (Польща, Німеччина, Франція) вважають ріпак вологолюбивою рослиною, яка найкраще продукує врожай при сумі річних опадів понад 450-600 мм. Однак досвід Канади, яка є світовим лідером виробництва озимого ріпаку, підтверджує великі можливості його культивування в більш жорстких

кліматичних умовах. Так, у штатах Альберта і Саскачеван, де в середньому за рік випадає 270-400мм опадів, максимальна температура сягає 30° С і більше, вирощують 75-80% канадського ріпаку “канола” [28, 35, 46].

У посушливих і напівпосушливих районах країни головним джерелом водопостачання ріпаку озимого протягом усього періоду вегетації є волога, накопичена в корневмісному шарі до посіву. У степовій зоні при врахування погодних умов, що складаються, і біологічних особливостей культури можна вже під час сівби якоюсь мірою передбачати, наскільки сприятливими будуть умови розвитку культури в поточному році [27].

При нагромадженні максимальних запасів вологи в ґрунті вчасного посіву ріпаку і оптимальній агротехніці посіву створюється можливість одержувати добре розвигі, життєздатні, з високою продуктивністю рослини, що забезпечують непогані врожаї навіть у роки з відносно посушливим літом [27, 29].

Озимий ріпак відрізняється невеликою вимогливістю до температури; окремі сорти можуть давати насіння при обмеженій кількості тепла за вегетаційний період, що зумовлює широке поширення культури до північних меж землеробства. Насіння ріпаку може проростати при низькій температурі 1-3°С тепла, що дозволяє висівати їх у ранній термін. Однак при цьому проростання

сильне розтягується. Життєздатні сходи можна одержати лише при температурі не нижче 4-5°С тепла, але поява їх при цьому затримується. Для утворення сходів озимого ріпаку сума активних температур (із середньодобовими вище мінімальних для утворення сходів) складає 100°С. При більш високих температурах поглинання води насіннями відбувається з більшою енергією і більш швидкими темпами, ніж при понижених [2, 12, 30].

Підвищення температури від 6 до 25°С приводить до посилення поглинання води, дихання насіння ріпаку і втрати сухої речовини. При зниженні температури насіння поглинають менше води при проростанні. Обумовлено це

також і тим, при зниженні температури зростає водозатримуюча здатність ґрунту. Тому при низькій температурі нестача воли є менш ймовірною.

## 1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості ріпаку

озимого.

Озимий ріпак (*Brassica napus*) належить до родини капустяних. Це є однорічна трав'яниста рослина з прямостоячим, круглим, гіллястим стеблом, висотою до 1,5 м. Нижні листки більш ліроподібні, перистонадрізані, черешкові; верхні - цільнокраї, видовжено - ланцетні. Стебла і листки вкриті шаром воскового нальоту, листкова пластинка з нижнього боку опушена. Забарвлення листків може бути синьо-зеленим чи сиво-фіолетовим [15].

Суцвіття є видовженою китицею, що має 25-30 бутонів. Квітки світло-жовтого забарвлення, на центральному пагоні їх від 20 до 45 штук. Квітконіжка завдовжки 1,4 - 2,5 см. Чашолистки квіток вузькі. Квітка має 4 пелюстки і 6 тичинок, 4 тичинки однакової довжини з маточкою, а дві - значно коротші. На пелюшках тичинок є чорно - бурі плями [8].

Озимий ріпак - факультативний самозапалювач, але можливе перехресне запилення, також добре запилюється комахами.

Плід - вузький гладенький стручок завдовжки 3-10 см, діаметром 4-6 мм, при дозріванні. Насіння дрібне, чорного або коричневого забарвлення, з гладенькою поверхнею, кількість насінин у стручку від 18 до 30 штук. Насіння діаметром 1,5-2,4 мм, округло-кулясте, чорного, сірувато- коричневого, світло-коричневого кольору. Має 1000 насінин 3,-4,5 грам, діаметр 0,9-2,0 мм. Насіння зберігає схожість 5-6 років [1, 19, 29, 30].

Коренева система ріпаку могутній розпушувач підгрунтя, що має важливе значення для зниження ефекту ущільнення, зумовленого дією сільськогосподарських машин [29, 30].

Коренева система рослин стрижнева, добре розвинена, головний корінь проникає на важких ґрунтах на глибину до 2-2,5 м. Бокові корені розташовуються в орному шарі до 50-70 см у боки. Майже третина кореневої маси розміщена в орному шарі, 70-80% на глибині до 90 см. Цим пояснюється відносна посухостійкість цієї культури [2, 3, 15, 42, 45].

Ріпак у своєму розвитку проходить 4 періоди: 1 - утворення листків, 2 - утворення генетичних органів, 3 - цвітіння, 4 - досягання, що ділиться на 12 етапів органогенезу та 20 фенофаз.

Тривалість основних фаз розвитку ріпаку така: сходи (10-14 днів), 2 листочки (8-10 днів), 4 листочки (12-14 днів), формування розетки (10-14 днів), стеблуння (9-12 днів), бутонізація (9-10 днів), цвітіння (14- 20 днів), плодоутворення і дозрівання (18-21 день) [1, 7].

З точки зору морфології яра і озима форми ріпаку принципово між собою не відрізняються. Озимий ріпак в порівнянні з ярим характеризується: довшим вегетаційним періодом, вищою висотою, більш розвиненою кореневою системою, слабшим галузненням, меншою листовою поверхнею.

Фази росту озимого ріпаку також можна поділити на:

1- проростання (насіння набухає і проростає); 2- сходи (над поверхнею ґрунту з'являються сім'ядольні листочки; з'являється 1-3 справжні листочки); 3- утворення розетки (формується розетка, з'являється 4-12 листочки); 4 - перезимівля; 5- утворення розетки (формується розетка, з'являється 4-12 листочки); 6- стеблуння (збільшується висота рослин до 25 см і починається гілкування); 7- бутонізація (з'являються бутони, діаметр суцвіть і нижчі бутони збільшуються в розмірах); 8- цвітіння (початок цвітіння:

поява перших квіток на центральному стеблі. Кінець цвітіння: не розкрилося 5% бутонів); 9- дозрівання (після розкриття останніх бутонів на бокових гілках завершується налив насіння і формування стручків на головній та бокових гілках. Насіння ще зелене.) Насіння в нижніх стручках центральної гілки набуває властивості сорту колір і вологість насіння 25-30%. Рослини готові до роздільного збирання. Стручки сухі, насіння при струшуванні тримить у стручку. Вологість насіння 8-10%. Рослини готові до однофазного збирання [1, 30, 31].

### **1.3. Вплив добрив на агрохімічні властивості ґрунту, врожай і якість насіння озимого ріпаку**

Забезпечення поживними речовинами є визначальним фактором доброго розвитку рослин ріпаку та його продуктивності. Рослини озимого ріпаку засвоюють поживні речовини з часу появи сходів. Нестача їх в цей час послаблює в подальшому розвиток рослин і призводить до зниження врожаю насіння. За проведеними в Інституті олійних культур НААН України дослідженнями доведено, що на формування одного центнера основної продукції ріпак вносить з ґрунту азоту 5-6 кг, фосфору 2,5-3,5 кг, калію 4-9 кг, кальцію 6-7 кг, сірки 1,5-2 кг, бору 0,1 кг [2, 3, 15, 30].

Близько 15-25% поживних елементів ріпак використовує з ґрунтових запасів, а решту необхідно вносити у вигляді органічних і мінеральних добрив, особливо коли планується урожай більше 20 ц/га. Досліджено, що для такого врожаю насіння рослин повинні забезпечити формування на 1га 15-18 т сухої маси, а це вимагає значної кількості поживних речовин [15, 16, 41, 42].

Органічні добрива які вносять під ріпак не повинні мати насіння бур'янів і хвороботворних мікроорганізмів. Вологість тною повинна складати 55-78%,

вміст поживних елементів (NPK) не нижче відповідно 0,62%, 0,34% і 0,64%, а вміст органічної речовини 22,3% [3, 16, 43, 45].

На півночі Німеччини встановлена середня допустима кількість використання азоту з рідкого гною в залежності від місяця внесення. Так в серпні, березні і квітні з рідкого гною використовується 50% азоту, в вересні - 30% азоту, в травні і жовтні 20% азоту [45, 47].

На ґрунтах, де зароблена солома попередника, обов'язково треба внести восени 5-20кг азоту на 1 т соломи, тобто 25-100кг азоту на гектар, так як азот який знаходиться в ґрунті при її перепріванні використовується ґрунтовими мікроорганізмами. Для даної мети можна використовувати рідкий гній [15, 16, 41, 42].

Як усі капустяні, ріпак має високу потребу в азоті. Ефективне його використання важливе як з економічних, так і з екологічних міркувань. Тому

проведення підживлень азотними добривами, особливо навесні, слід оптимізувати залежно від запланованого врожаю.

Дослідженнями Шпаар Д. встановлено, що з підвищенням доз азотних добрив урожайність хоч і зростає, але абсолютні величини її приросту на одиницю внесеного азоту знижується. Великі дози азоту (250- 300 кг/га), як правило, не дають очікуваної віддачі.

За даними багаторічних досліджень відомо, що на піщаних суглинках і суглинчастих пісках дозу азотного добрива можна розрахувати, виходячи з оптимальної величини 6кг азоту на 1ц насіння. Для досягнення врожайності на рівні 25-30 ц/га потрібно 150-180 кг/га азоту [48].

Багаторічні дослідження на суглинкових піщаних ґрунтах і оміщаних суглинках в Мекленбурзі (Німеччина) показали, що з підвищенням доз азотного удобрення врожайність хоча і росте, проте абсолютні величини приросту знижуються. Так найкращий приріст врожаю (3 ц/га) був при внесенні 50 кг/га

азотних добрив, децю менший приріст врожаю 2,7 і 2,2 ц/га при внесенні 100 і 150 кг/га азотних добрив відповідно. Найвищий приріст (4,7 ц/га) врожаю насіння ріпаку спостерігається у варіанті де вносили 200 кг/га азотних добрив [15, 41, 42].

Досліди на Поліссі України показують, що азотні добрива не компенсують затримку при посіві навіть на два тижні. Так при своєчасному посіві найбільша врожайність спостерігається у варіанті, де вносили 120 кг/га азоту і складає 28,3 ц/га ріпаку. При внесенні 60 і 90 кг/га азоту врожайність ріпаку відповідно зменшується і складає 24,7 і 26,8 ц/га. При затримці посіву на два тижні значно знижується врожайність ріпаку, так у варіанті з внесенням 120 кг/га азоту - врожай становить 22,9 ц/га. Зменшення доз азоту до 60 і 90 кг/га призводить до істотного зниження врожайності, 19,1 і 21,4 ц/га відповідно [15, 16, 41, 42].

Не рекомендується вносити всю дозу азотних добрив одразу. Першу дозу вносять перед посівом або відразу після посіву, другу - вносять у фазу росту стебла. Як правило цього достатньо для формування елементів врожаю. Не рекомендується відходити від даної схеми при пізньому посіві. При ранньому посіві і доброму стані рослин на піщаних ґрунтах можна внести і третю дозу до 20 кг/га азоту. Третю дозу можна вносити у вигляді підживлення розчином аміачної селітри і сечовини в фазу бутонізації [2, 15, 30].

Дослідженнями встановлено, що найбільше азоту рослини ріпаку виносили при внесенні азотних добрив під передпосівну культивуашю, особливо цей показник зростав при використанні сульфат амонію [15, 42].

Фосфор рослини одержують переважно з ґрунтових запасів (70—80%). Добре, якщо в 100г ґрунту міститься не менше 6—8 мг  $P_2O_5$ . При цьому важливо підтримувати показник рН ґрунту. Якщо вміст фосфору нижчий від зазначеної норми, виникає потреба в його додатковому внесенні. При цьому слід мати на увазі, що для нагромадження 1 мг фосфору в 100г ґрунту необхідно внести понад встановлену норму 100-120 кг/га фосфору. Однак у водоохоронних зонах через

загрозу евтрофії (особливо для поверхневих водоем) такі дози фосфорних добрив навіть на виснажених ділянках недопустимі. Наприклад, у водоохоронних зонах Німеччини максимальні дози внесення фосфорних добрив (кг/га) мають такі обмеження: 50 - при використанні поверхневих вод, 60 - з використанням підземних вод [7, 16].

Під ріпак використовують різні форми фосфорних добрив. На грунтах із рН вище 7 перевагу віддають легкорозчинним формам. Сірковмісні фосфорні добрива (на базі суперфосфату) переважають на ділянках, де не вистачає сірки.

При розрахунках доз використання суперфосфату і томасфосфату на кислих грунтах слід врахувати вплив вапна, що міститься в цих добривах [3, 15, 42, 50].

Для отримання врожаю озимого ріпаку від 20 до 30 ц/га рекомендуються наступні дози фосфорних добрив. Для отримання врожаю 20 ц/га вносять 60 кг/га  $P_2O_5$ , 25-30 ц/га вносять відповідно 65-70 кг/га фосфору із добрив [15, 31].

Калій рослини ріпаку можуть засвоювати до 300 кг/га  $K_2O$ . Найбільше калію рослини потребують до цвітіння. Нестача його затримує ріст стебел, розвиток кореневої системи, знижує олійність насіння, підвищує схильність до вилягання, на листках утворюються червонувато-коричневі плями. Достатнє забезпечення рослин калієм посилює нектароутворення, що приваблює на посіви

бджіл, а це сприяє повнішому запиленню квіток і підвищенню врожаю насіння. Дослідження підтвердили позитивний вплив калію на якісні показники насіння, зокрема, на олійність, вміст протеїну [2, 15, 55].

На багатих на органічну речовину і добре угноєних грунтах достатньою нормою калію буде 70—100 кг/га, на бідних, без гною — 150—170 кг/га. На дерново-підзолистих поверхнево-слабооглеєних грунтах, середньо забезпечених обмінним калієм, достатньо внести  $K_2O$  — 120—150 кг/га без гною. Під ріпак придатні хлористий калій, калійна сіль, калімагnezія, каїніт, і ніроамофоска,

амофоска. Вносять їх під основний або передпосівний обробіток ґрунту [2, 15, 57].

На легких суглинкових і супіщаних ґрунтах із достатньо високим вмістом обмінного калію для того, щоб одержати з 1 га 30–35 ц насіння ріпаку, потрібно внести 150–200 кг/га  $K_2O$  [3, 15, 50].

Для зменшення втрат калію від вимивання, а також постійного забезпечення ним рослин на малородючих піщаних і супіщаних ґрунтах 50–70% калійних добрив доцільно вносити рано навесні. Як правило, фосфорно-калійні добрива вносять один раз, перед сівбою [2, 3, 15].

Як показують результати дослідів повноцінне калійне живлення підвищує врожайність ріпаку на 2–3 ц/га, а також вміст олії в насінні ріпаку. Так у варіантах, де не вносять калійні добрива врожай становить 31,4 ц/га і вміст олії 43,95%. У варіантах де вносили 40%-калійну сіль врожай становив 32,0 ц/га, а вміст олії 46,5%. Найкращий врожай насіння ріпаку спостерігається у варіанті, де вноситься сульфат калію 33,3 ц/га. Вміст олії складає 48,2%. [2, 15, 55].

Для зниження втрат калію від вимивання, а також безперервного забезпечення їм посівів на малородючих ґрунтах (пісок і легкосуглинковий пісок) калій потрібно вносити в передпосівне удобрення і дози калію не повинні перевищувати рекомендованих доз, а саме 150–200 кг/га калію [2, 3, 30].

На утворення одиниці врожаю ріпак витрачає досить багато кальцію. Тому він краще росте на ґрунтах з рН сольового розчину 6,6–7,2, але непогано розвивається і при дещо вищих або менших його значеннях. На дуже кислих ґрунтах ріпак не дає задовільних урожаїв, оскільки стримується ріст кореневої системи рослин. Такі ґрунти підлягають вапнуванню. Останнє збільшує врожай насіння ріпаку на 20–25%. Під час цього агрозаходу в ґрунт надходять іони кальцію, які служать для живлення рослин, а також - проявляють лужну дію [2, 15, 43].

Рослини ріпаку потребують достатньої кількості сірки, яка суттєво впливає на їхній ріст, урожайність та якість продукції. Для одержання 30—35 ц/га насіння 1 га посів ріпаку засвоює не менше 50 кг сірки [3, 15, 50].

Значна частина її надходить у ґрунт з повітря, але джерело надходження  $\text{SO}_4^{2-}$  у зв'язку з проведенням природоохоронних заходів з часом має знизитися.

Типові симптоми нестачі сірки характеризуються появою жовтих плям на листках між жилками, ослабленням рослин, блідістю їхнього забарвлення, слабким цвітінням, утворенням дрібних стручків і насіння.

Ріпак добре засвоює сірку з гною, суперфосфату, сульфату амонію, вапнякового борошна. При використанні цих добрив дефіциту сірки не спостерігається. Якщо вносити складні концентровані фосфорні добрива, запаси сірки поповнюються додатковим внесенням навесні гіпсу з розрахунку 15—20 кг/га (вміст її в гіпсі- 28%). З цією метою для весняного підживлення використовують також сульфат амонію [3, 15, 41, 52].

Недостатнє забезпечення ріпаку магнієм спостерігається на ґрунтах з низькою вбирною здатністю і пониженою часткою магнієвмісних мінералів. Посилюється вона від закислення ґрунту (підвищення концентрації іонів алюмінію, марганцю і водню). Тому досягнення оптимального показника рН є

основною запорукою ефективного застосування магнієвих добрив. Для нагромадження 1 мг магнію на 100 г ґрунту слід внести його 100—120 кг/га. Як складова хлорофілу магній займає ключове місце в процесі фотосинтезу.

Симптоми його нестачі характеризуються жилковими хлорозами (мармуровістю) листків. У більш пізніх фазах розвитку листки набувають червонуватого, аж до коричневого забарвлення, передчасно відмирають [29, 30].

Щоб одержати 10 ц насіння ріпаку, потрібно 5—8 кг/га магнію. Середня забезпеченість ґрунту магнієм дає змогу одержати додатково насіння 2,0—2,5 ц/га. Внесення магнієвих добрив підвищує врожайність насіння на 3,0—3,5 ц/га,

впливає на зростання вмісту сирого протеїну. Упродовж вегетаційного періоду ріпаку різні фази розвитку неоднаково реагує на кількість поживних речовин [2, 15].

Максимальна кількість поживних речовин використовується під час весняної вегетації, досягаючи максимуму в період від початку фази галуження до кінця цвітіння. За цей час рослини засвоюють: азоту 67%, фосфору 70, калію 80, сірки 65% [2, 3, 17].

Найбільше калію витрачається на початку цвітіння рослин, а фосфору, кальцію, магнію - перед цвітінням. Конкретні норми внесення добрив для кожного поля залежать від родючості ґрунту, умов зволоження, попередника, технології вирощування, рівня загального землеробства [17].

Інститут хрестоцвітних культур НААН України рекомендує безпосередньо під ріпак вносити тільки перепрілий гній, тому що при використанні надмірно соломистого гною мікроорганізми, що розкладають його, перехоплюють азот, позбавляючи рослини одного з найважливіших елементів живлення. Для прискорення мінералізації органічних сполук гній вносять під оранку за чотири-п'ять тижнів до сівби. Рослини краще використовують поживні речовини з невеликої кількості гною, тому доцільно вносити його в менших дозах (по 20—30 т/га), але частіше. Це пояснюється тим, що гній чи інші органічні добрива не тільки є джерелом поживи, а й активізують розвиток мікрофлори ґрунту, яка поліпшує його агрофізичні властивості [19, 29].

Вплив гною на врожай насіння ріпаку після різних попередників характеризується такими показниками: внесення 25 т/га на фон після бобового попередника забезпечує приріст урожаю в середньому 2,2 ц/га; після ярих і озимих трав'яних сумішок — 2,6; ячменю озимого — 2,5; після жита — 3,1 ц/га [2, 15, 55].

За даними польських дослідників, на фоні однакового рівня фосфорно-калійного живлення внесення 25 т/га гною дало приріст урожаю насіння 2,3 ц/га порівняно з урожаєм без гною й азотних добрив; при внесенні 60 кг/га азоту приріст становив 7,6 ц/га, а на фоні ще й 25 т/га гною — 10,2 ц/га. Таким чином, від гною врожайність зростає лише на 2,6 ц/га. Подальше збільшення норми азоту зменшувало вплив гною [2, 15, 55].

Отже, високий урожай ріпаку можна одержати після різних попередників і без внесення гною, але на фоні достатнього забезпечення мінеральними азотними добривами. При нестачі мінеральних добрив гній та інша органіка можуть бути основним джерелом поживних речовин для ріпаку. Вносять їх під попередник (однорічні трави, озимі зернові, в тому числі ячмінь) або безпосередньо під ріпак. Але якщо через внесення гною доведеться запізнитися з оранкою, то краще передбачити більшу дозу азотних мінеральних добрив для весняного підживлення.

В умовах Полісся на дерново-підзолистих ґрунтах застосування мінеральних добрив, їх сумісне внесення з вапном істотно підвищує урожайність насіння, збільшує вихід високоякісної олії. Внесення добрив стимулювало зачне накопичення сухої речовини особливо в період інтенсивного росту ріпаку. В удобрених варіантах продуктивний потенціал ріпаку реалізувався за рахунок показників елементів структури урожаю, а саме кількості стручків і маси насіння з однієї рослини. Проведені дослідження показали, що система удобрення впливає не лише на рівень продуктивності ріпаку, а й на показники якості насіння [4, 7, 9].

Досліди, які були проведені в Інституті землеробства НААН України, щодо застосування різних доз мінеральних добрив та стимуляторів росту (цеовіт) на сірому лісовому ґрунті показали, що найвищий рівень урожайності 28,6 ц/га отримано у варіантах за внесення NPK під посівну культивування, N<sub>30</sub> у

підживлення (фаза бутонізації - початок цвітіння) та застосування цеовіту, що забезпечувало приріст 10,0 ц/га насіння порівняно з контролем (18,6 ц/га). Внесення NPK та стимулятора росту сприяло формуванню врожаю насіння на рівні 24,7 ц/га, що на 6,1 ц/га перевищило контрольний варіант. У варіантах, де не проводилось обприскування рослин цеовітом врожайність коливається від 19,0 ц/га до 27,2 ц/га [8].

На врожай і якість ріпаку на чорноземі опідволеному, впливають не тільки дози азотних добрив, а й їх форми. Найвищий приріст забезпечує внесення азоту у формі сульфату амонію на фоні  $P_{60}K_{60}$  15,7 ц/га. Внесенні в ґрунт азотні добрива підвищили врожай ріпаку на 2,1-4,2 ц/га, при врожаї у контролі 11,5 ц/га [9, 10].

Після різних попередників потрібні різні дози мінеральних добрив для отримання врожаю насіння ріпаку 20-25 ц/га. Найбільше азоту, фосфору і калію вносять після зернових. Для збалансованого живлення рослинам потрібні мікроелементи. Проте до недавнього часу було не достатньо даних про чутливість ріпаку на окремі мікроелементи, дози, способи і строки застосування, а також їх диференційоване використання залежно від ґрунту. Інститут олійних культур НААН України вивчив ефективність внесення під ріпак бору, молібдену, міді, цинку, кобальту і марганцю [2, 15, 16].

Ріпак позитивно реагував на внесення трьох мікроелементів: бору, молібдену й марганцю. Цинк, кобальт і мідь на врожай насіння істотно не впливали [2, 15].

Серед мікроелементів, що вивчалися, найвпливовішим виявився бор. Потреба ріпаку в ньому майже у 8 разів вища, ніж у зернових культур. На кожні 10 ц врожаю насіння з 1га ґрунту поглинається 0,25—0,30 кг бору. Відсутність цього добрива викликає всихання листів, відмирання точки росту, недорозвинення генеративних органів. При нестачі бору зниження насінневої

продуктивності може проявитися і без зовнішніх симптомів. Зменшуються кількість стручків на рослині й кількість насіння в стручках. Бор не замінюється іншими елементами живлення і потрібний рослинам упродовж усього вегетаційного періоду. Марганцеві добрива використовують лише для позакореневого підживлення в період від стеблуння до утворення бутонів. Для цієї мети застосовують 1%-й водний розчин сульфату марганцю. Залежно від вмісту марганцю в ґрунті доза цього добрива може сягати до 5 кг/га [2, 3, 15].

Щоб забезпечити вищу економічну ефективність від внесення мікродобрив, їх доцільніше вносити як позакореневе підживлення разом з обробкою посівів пестицидами, використовуючи по 200—300 г/га розчину.

### 1.3. Сучасні методи управління процесами продуктивності

**виращування озимого ріпаку за умов неоднорідності поля.**

На сьогодні візуальне обстеження посівів сільськогосподарських культур за рахунок людського ресурсу є недостатнім показником оцінки стану рослин. На разі існує багато різносторонніх додаткових ресурсів моніторингу, одним із таких засобів є система дистанційного моніторингу посівів. Вона включає використання різних технологій та інструментів для моніторингу та управління посівами на відстані. Такий підхід використовує технології збору, аналізу та комунікації даних для прийняття обґрунтованих рішень щодо стану посівів сільськогосподарських культур, їх зрошення, внесення добрив та загального управління агровиробництва [4, 11, 22].

Сільське господарство не залишається осторонь у 21 столітті, де все оцифровується. Використання технології дозволяє виконання багатьох завдань на полях, таких як моніторинг вологості рослин, стану ґрунту, загального стану

здоров'я, температури і навіть багато іншого за допомогою різноманітних датчиків [30].

Впроваджуючи технології, фермери мають змогу користуватися перевагами точної статистики порівняно з попередніми часами, коли вони робили вибір на основі інтуїції та здогадок. Це допомагає їм приймати більш

обґрунтовані рішення, що призводить до збільшення врожаю [4, 11, 59].

Система моніторингу сільськогосподарських культур - це процес систематичного спостереження, оцінки та збору даних про посіви протягом усього циклу їхнього росту [24, 33, 34, 59].

Ця система передбачає регулярне і систематичне спостереження за посівами для збору інформації про їхній стан, ріст і розвиток. Метою є прийняття обґрунтованих рішень щодо методів управління посівами, оптимізації

використання ресурсів та максимізації врожайності. Зазвичай він включає наступні види діяльності: візуальний огляд, фенологічні спостереження, моніторинг ґрунту, погодні моніторинги, моніторинг на основі сенсорів, аналіз даних [59].

Завдяки системам моніторингу посівів фермери можуть оперативно і активно вирішувати проблеми, оптимізувати розподіл агрохімічних ресурсів та

приймати обґрунтовані рішення для покращення стану рослин, врожайності та прибутковості в цілому. Це важливий компонент точного землеробства, що дозволяє фермерам здійснювати цілеспрямоване та стале управління посівами.

Основна мета системи полягає створенні ведення сільського господарства простішим і прибутковішим порівняно з традиційними методами господарювання. Від відображення даних про поля до прогнозів погоди.

Система моніторингу посівів включає в себе різні технології для збору, аналізу та використання даних для ефективного управління посівами. Принцип її роботи та впровадження базується на наступних процесах: розгортання датчиків,

збір даних, передача даних, зберігання та обробка даних, підтримка прийняття рішень та оновлення, візуалізація та звітність, автоматизація та контроль, автоматизація та контроль [32, 35, 59].

Зокрема перший етап розгортання датчиків заключається і починається з розгортання датчиків системи на полі. Ці датчики здатні вимірювати такі параметри, як вологість ґрунту, температура, вологість, рівень поживних речовин та інтенсивність світла. Вони також можуть включати погодні датчики для збору даних про кількість опадів, швидкість вітру та сонячну радіацію. Датчики стратегічно розміщуються по всьому полю для збору репрезентативних даних [33, 59].

Другим етапом є збір даних, що включає попередньо розгорнуті датчики безперервно збирають дані з поля. Це здійснюється різними каналами зазвичай за допомогою дротового або бездротового з'єднання. Найпоширенішими у використанні є бездротові датчики, оскільки вони забезпечують гнучкість і простоту розгортання. Зібрані дані надсилаються до центральної системи для подальшої обробки та аналізу [35].

У процесі передачі даних застосовується використання центральних концентраторів або шлюзів для взаємозв'язку датчиків та програмного забезпечення. Залежно від конфігурації системи, передача даних може відбуватися в режимі реального часу або через певні інтервали часу.

На етапі зберігання та обробка даних зібрані дані зберігаються в базі даних для подальшого аналізу. Передові методи обробки даних, включаючи алгоритми машинного навчання та статистичні моделі, застосовуються до даних для вилучення значущих висновків і закономірностей. Цей аналіз допомагає виявити кореляції, тенденції та аномалії в стані посівів [38, 59].

На основі проаналізованих даних система продукує рекомендації щодо прийняття рішень фермерам або агрономам. Вона генерує попередження та

сповіщення про критичні події, такі як падіння рівня вологості ґрунту нижче порогового значення або наявність шкідників чи хвороб.

Ці сповіщення можуть надходити через різні канали (веб-панелі, мобільні додатки або електронну пошту/SMS-повідомлення) що дає змогу вчасно вжити заходів.

На етапі візуалізації та звітності система представляє проаналізовані дані у зручному для користувача вигляді за допомогою візуалізацій та звітів. Графіки, діаграми та карти часто використовуються для передачі інформації про стан посівів, особливості росту та умови навколишнього середовища. Це допомагає

фермерам легко інтерпретувати дані та приймати обґрунтовані рішення [36, 59].

У деяких випадках вона може бути інтегрована з автоматизованими системами зрошення, фертигації або технікою. На основі зібраних даних та аналізу система може автоматично контролювати графік зрошення, регулювати норми внесення поживних речовин або активувати заходи боротьби зі шкідниками.

Така інтеграція дозволяє приймати рішення в режимі реального часу на основі даних і здійснювати точний контроль над методами управління посівами.

Кінцевою метою інтелектуальної системи моніторингу посівів є оптимізація використання ресурсів, підвищення врожайності та зниження витрат шляхом надання фермерам точної та своєчасної інформації для прийняття рішень. Завдяки використанню технологій, такі системи дозволяють більш ефективно та раціонально управляти посівами в сучасному сільському господарстві [11, 23, 59].

Серед найважливіших завдань, які завжди виконуються для отримання високих врожаїв, є моніторинг посівів. Оскільки за рослинами постійно спостерігають, це гарантує, що вони ростуть в найкращих умовах, а в разі будь-

яких аномалій їх власно коригують, тим самим зменшуючи руйнівний вплив, що насувається [17, 23, 59]

В даний час використання систем моніторингу стану рослин є обов'язковою умовою для того, щоб розраховувати та отримувати вищі врожаї кращої якості, оскільки більшість недоліків усуваються на досить ранній стадії та оперативно відбувається управління процесами продуктивності вирощування культур за умов неоднорідності поля.

Таким чином моніторинг посівів є однією з основних вимог для отримання кращого врожаю.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## 2.1 Програма проведення досліджень

Мета проведених досліджень полягала у вивченні агрохімічної, економічної ефективності використання елементів управління продуктивністю поля із застосування систем прецизійного агровиробництва та проведення фоліарного підживлення за вирощування озимого ріпаку. Дослідження були проведені у короткостроковому досліді на базі ТОВ «Біотех ЛТД» с. Городище Бориспільського району Київської області.

Програма досліджень передбачала вирішення наступних завдань:

- вивчення впливу фоліарного підживлення під озимий ріпак;
- оптимізація агрохімічних показників родючості темно-сірих опідзолених ґрунтів шляхом використання диференційного внесення добрив;
- визначення впливу підживлення фоліарними добривами за допомогою сучасного інструментарію та реалізація цього заходу для підвищення продуктивності культури;
- забезпечення економічно обґрунтованого використання систем визначення неоднорідності посівів ріпаку озимого на основі карт вегетаційних індексів за вирощування озимого ріпаку.

Програмою польових досліджень передбачалось проведення фенологічних спостережень, які включали візуальну оцінку загального стану та проведення фоліарного підживлення культури.

## 2.2. Методика проведення досліджень

Польовий дослід за темою кваліфікаційної магістерської роботи «Управління продуктивністю ріпаку озимого в різних зонах поля», був закладений на полях ТОВ «Біотех ЛТД» в Бориспільському районі Київської області.

Площа дослідного поля становила 33,3 га.  
Схема дослідження передбачала проведення фоліарного підживлення мікродобривом БіоРіп-30 у нормі 2,0 л/га та БіоБор у нормі 1 л/га у фазу росту та розвитку рослин ВВСН 30-32 залежно від зон продуктивності поля.

Таблиця 2.1  
Схема дослідження

Зона поля	Варіант досліду	
	без удобреньня (контроль)	фоліарного БіоРіп-30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га)
оптимальна	ВВСН (30-32)	ВВСН (30-32)
середня	ВВСН (30-32)	ВВСН (30-32)
не оптимальна	ВВСН (30-32)	ВВСН (30-32)

Мікродобриво БіоБор містив бор у концентрації 15 %, БіоРіп-30 має фіторегулюючу функцію містить у своєму складі сірку (SO<sub>3</sub>) 1,0 %, L-амінокислоти 2,0 %, фітогормони 60 ppm.

## 2.3. Погодно-кліматичні умови території проведення досліджень

Всі метаболічні процеси в рослині необхідно вивчати в тісному взаємозв'язку з навколишнім середовищем. Фізіологічні процеси можуть відбуватися тільки при певних температурних умовах. За низьких температур у рослин фізіологічні процеси припиняються, особливо такі як фотосинтез,

дихання, транспірація. За умов дуже високих температур повітря в рослинах посилюються процеси розпаду речовин та сповільнюються процеси синтезу.

Кліматологічний стан території, де проводили дослідження характеризується як помірно-континентальний, з середньою температурою повітря 6-7°C. Середньостатистична сума активних температур перевищує 1870°C, середня температура повітря за вегетаційний період 22,8°C перехід від одного сезону до іншого поступовий, але виражається затяжними посухами або зливами. Зима помірно холодна, часто бувають відлиги. Кількість днів з температурою повітря нижче -1°C складає приблизно 78-90 днів. Перші заморозки настають в останній декаді жовтня. Сніговий покрив не постійний, глибина його незначна 5-7 см. Найбільш низька температура спостерігається в січні-березні. В окремі роки морози досягають 30-35°C. Для весни характерне поступове потепління, а літо є помірно теплим. Тривалість періоду з сумою активних температур становить 2650°C. Абсолютний максимум підвищення температури спостерігається у липні і може досягти +37-40°C.

В середньому за рік, за багаторічними даними, випадає 546 мм опадів. Кількість опадів в період вегетації сільськогосподарських культур становить 75%. Режим опадів не відзначається стабільністю. В 2023 році сума опадів значно зменшилася, спостерігалися затяжні посухи у травні та серпні. У 2022 році недостатньою кількістю опадів характеризувався жовтень. В квітні і липні вони часто випадають у вигляді злив. В середньому за вегетаційний період близько 400 мм атмосферних опадів більша частина яких була зосереджена у 2023 році, а за рік 566,3 мм. Такої кількості опадів достатньо для забезпечення рослин вологою, хоча в окремі роки спостерігається різкі зміни у розподілі опадів, особливо у період посіву та активного наростання вегетативної частини.

За даними кліматичних умов можна зробити висновки, що в даній зоні можливо вирощувати високі врожаї всіх сільськогосподарських культур. 2023 рік

відрізнявся від інших років за кількістю опадів і температурні дані були вищими від багаторічних, що мало фактор вплинуло на ріст і розвиток рослин.



Рис. 2.1. Середньомісячні температури повітря, 2022-2023 р. (за даними метеостанції)

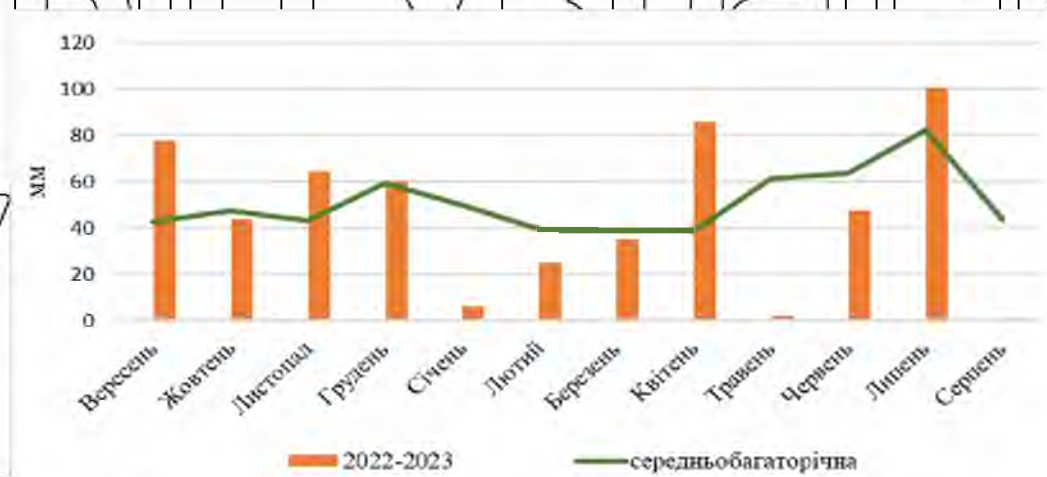


Рис. 2.2. Сума опадів, 2022-2023 р. (за даними метеостанції)

За даними метеостанції господарства (iMetos) дослідний період

характеризувався що на початку вегетації в квітні і травні місяці температура

повітря сприяє утворенню гарного врожаю озимого ріпаку. Проте на початку вегетації була не достатня кількість опадів.

В результаті чого при низькому запасі ґрунтової вологи у період проростання насіння рослини не були забезпечені достатньою кількістю вологи.

Це призвело до затримання появи сходів і негативно вплинуло на початковий період наростання вегетативної маси рослин. Окрім того недостатня кількість вологи в ґрунті ймовірно зменшила ефективність використання елементів живлення з ґрунту.

#### 2.4. Ґрунтові умови території проведення досліджень

Територія, де проводились дослідження, розташована в північній провінції Лівобережного Лісостепу, в межах південно-західного крила Дніпровсько-Донецької западини, де корінні кристалічні породи перекриті значною товщею (понад 400м) осадових відкладів. Їх поверхнева частина представлена четвертинними відкладами, які приймають безпосередню участь у процесах ґрунтоутворення [23].

В геоморфологічному відношенні територія знаходиться в межах давньої одно лесової тераси річки Дніпро.

Характер плато рівниний в деяких місцях вони перериваються пониженнями у вигляді блюдць. Територія досліджень вкрита переважно неглибоким шаром лесовидного піщаного та грубопилуватого легкого суглинку, який залягає на глибокому шарі давньоалювіальних пісків. Ці ґрунти характеризуються інтенсивним елювіванням, в зв'язку з чим вони в порівнянні з неоглесними аналогами більш кислі і менш насичені основами, з більш потужним і краще гумусованим профілем. В неглибоких блюдце подібних западинах

сформувалися сірі поверхнево оглеєні ґрунти, які зазнають впливу тимчасового перезволоження поверхневими водами з неглибоким заляганням ґрунтових вод. Перезволоження зумовлює розвиток анаеробних процесів і оглеєння всієї ґрунтової товщі, наскрізне промочування і винес продуктів ґрунтоутворення за межі ґрунтового профілю. В структурі ґрунтового покриву разом з чорноземами опідзоленим і темно-сірими лісовими ґрунтами він займає 25,8% території Лісостепу.



Підґрунтові води залягають на глибині 3-4м, що обумовлює певні особливості фізико-хімічних властивостей ґрунту. Рослини можуть бути забезпечені водою навіть в роки з несприятливими метеорологічними умовами. Джерелом зволоження верхнього шару ґрунту є атмосферні опади.

Профіль ґрунту дослідної ділянки характеризується такими горизонтами:

– (HE) глибина залягання 0–37 см, гумусовий елювійований горизонт, добре елювійований, темно-сірий, свіжий, легкосуглинковий, нещільний.

– (HP) глибина залягання 38–68 см, гумусований, бурувато-сірий, свіжий, легкосуглинковий, дрібно-горіхуватий, щільний, грані окремих грудочок мають сліди SiO<sub>2</sub>, перехід ясний.

– (I) глибина залягання 69–105 см, ілювіальний, коричнево-бурий, свіжий, легкосуглинковий, має горіхувато-призматичну структуру, дуже щільний, зустрічаються кротовини, перехід ясний.

**Рис. 2.3.** Профіль темно-сірого опідзоленого ґрунту

– (Рі) глибина залягання 106–200 см, слабоілювійований, має бурувато-палевий колір, вологий, легкосушлинковий, має срудковато-призмовидну структуру, перехід різкий.

Результати досліджень свідчать, що ґрунт досліджувального поля характеризується низьким вмістом гумусу 2,03 %, слабо кислою реакцією ґрунтового середовища, досить високою ємністю поглинання (27,2 мг-екв/100 г ґрунту) (табл. 2.2.). Вміст доступних форм фосфору і калію характеризувався середнім забезпеченням.

Таблиця 2.2

#### Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого ґрунту

Глибина відбору, см	Гумус, %	pH <sub>ксі</sub>	Сумма ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту	Вміст		
				мінерального азоту, мг/кг	рухомих сполук фосфору, мг/кг	обмінного калію, мг/кг
0-20	2,03	5,80	27,2	30,2	115	95

Таким чином, ґрунтово-кліматичні умови дозволяють стверджувати про загальну відповідність біологічним вимогам рослин озимого ріпаку, які дозволяють вирощувати культуру та отримувати сталі високі врожаї з відповідними показниками якості.

### 2.5. Технологічні умови проведення досліджень

Технологія вирощування озимого ріпаку була загально прийнятою до умов вирощування у Лівобережному Лісостепу України та здійснювалась згідно технологічної карти.

Попередником для озимого ріпаку була пшениця озима із заробкою поживних решток на глибину 6-10 см. Обробітком ґрунту було дискування дискатором Vaderstad CR400. Мінеральні добрива вносили у передпосівне удобрення. Зокрема, такі добрив, як комплексних мінеральних добрив марки 7:20:30 у нормі 180 кг/га фізичої маси (трактор John Deere 6195 M та розкидач мінеральних добрив).

Посів проводився в четвертій декаді серпня (трактор John Deere 6195 M з сівалкою Super Walter) з розрахунку 5-6 кг/га на глибину 3-4 см.

Після перезимівлі проводили прикореневе підживлення КАС + S (24:2,4) у нормі 200 кг/га.

За досягнення рослинами фази початку росту стебла (ВВСН 30-32) на ділянках з підживленням було проведено позакореневе підживлення мікродобривом БіоРіп-30 (2 л/га) і БіоБор 150 (1 л/га) з витратою робочого розчину 300 л/га (оприскувач Technoma). Та через два тижні наступне позакореневе підживлення тими ж препаратами.

Система захисту озимого ріпаку передбачала наступні обробки:

- внесення ґрунтового гербіциду Бутізан (1,8 л/га), Команд (0,18 л/га);
- морфорегулятора Карамба Турбо (0,7 л/га);
- фунгіцидно-інсектицидний захист включав внесення Дезоралу (0,6 л/га), Оріус (0,6 л/га), Енжіо (0,18 л/га),
- внесення інсектицидів Біскайя (0,3 л/га);
- проведення десикації Реглон Супер в.р.к. (2 л/га);

Збір врожаю проводили за настання технічної стиглості обліково з усієї ділянки (комбайн John Deere S762).

## РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ ЗОН ПОЛЯ

### 3.1 Моніторинг стану посівів рослин, як базовий компонент управління продуктивністю ріпаку озимого

Моніторинг стану посівів рослин є ключовою складовою ефективного управління вирощуванням ріпаку озимого. Ці процеси включають в себе систематичне спостереження, вимірювання та аналіз стану рослин на полях. За використанням сучасних технологій, таких як дрони та супутникові системи, аграрії отримують цінну інформацію про здоров'я та ріст культур.

Моніторинг дозволяє вчасно виявляти проблеми, такі як хвороби, шкідники та дефіцит поживних речовин, і вживати відповідні заходи для їхнього контролю.

Важливою метою цього процесу є підвищення продуктивності ріпаку озимого та оптимізація вирощування, що сприяє збільшенню врожаю і забезпечує стабільний виробничий процес.

Найпоширенішим є рослинний індекс вегетації (NDVI), що є числовим показником, який використовується для вимірювання та аналізу вегетації рослин.

Цей індекс зазвичай визначається за допомогою даних, отриманих з супутникового моніторингу Землі і відображає ступінь "зеленості" на площі, яка досліджується.

Дані картограми розподілу вегетативної маси (рис. 3.4) свідчать про велику кількість зон неоднорідностей поля. Більшість рослинності зосереджені у межах показника NDVI 0,55-0,65.

Після етапу перезимівлі стан рослинності погіршився і потребував додаткового азотного живлення, для відновлення активного росту і розвитку

рослин. За даними картограми стану рослинного покриву на етапі відновлення вегетації спостерігається неоднорідність поля (рис. 3.5). Стан рослин порівняно до етапу входження в зиму значно погіршився. Індекс NDVI був у межах від 0,35 до 0,70, спостерігались чітко виражені зони поля, що дозволяє нам поділити поле на 3 зони за продуктивністю (оптимальну, середню і неоптимальну).

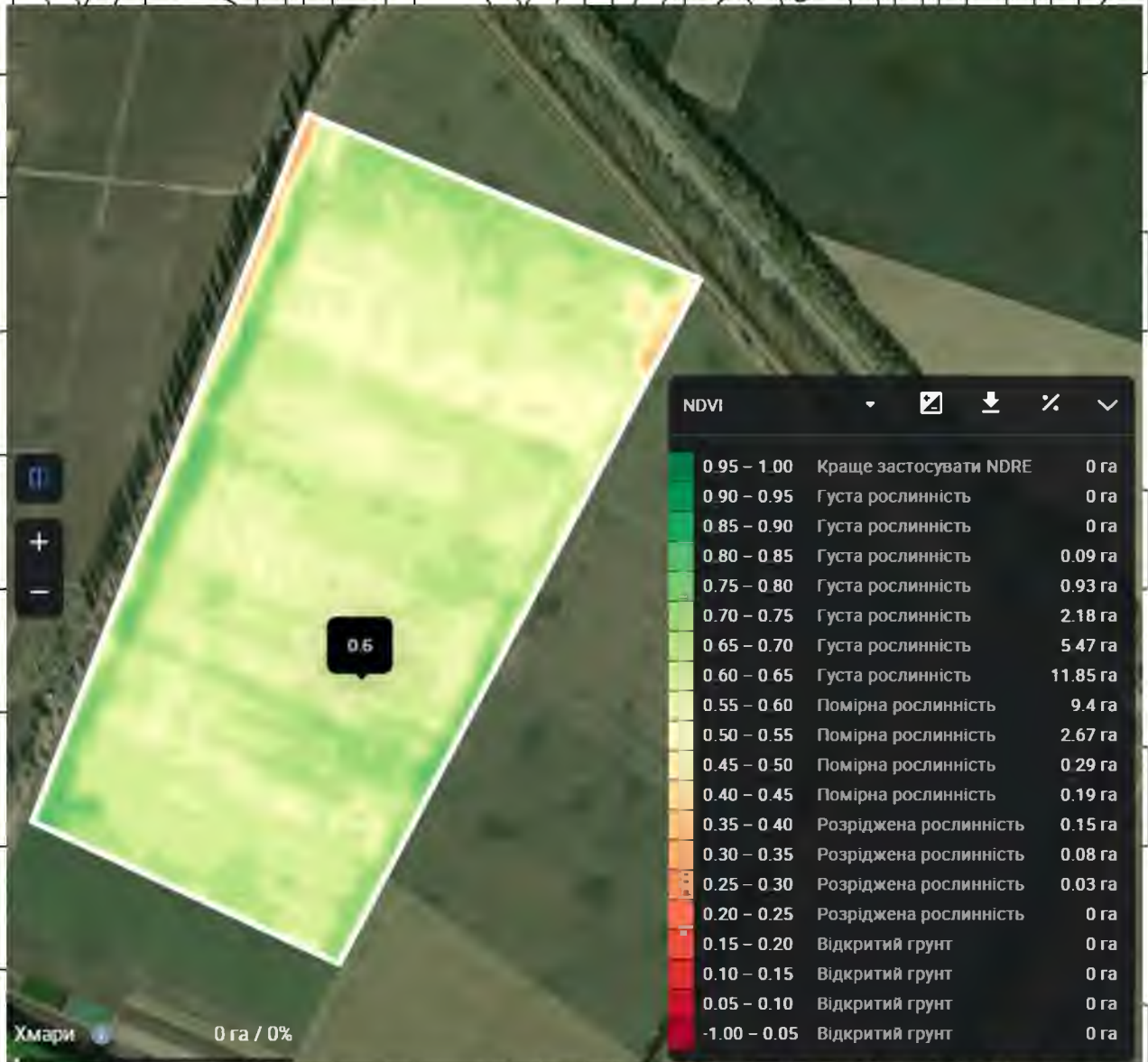


Рис. 3.4. Картограма індексу NDVI напередодні входження у зиму, 2022 р.

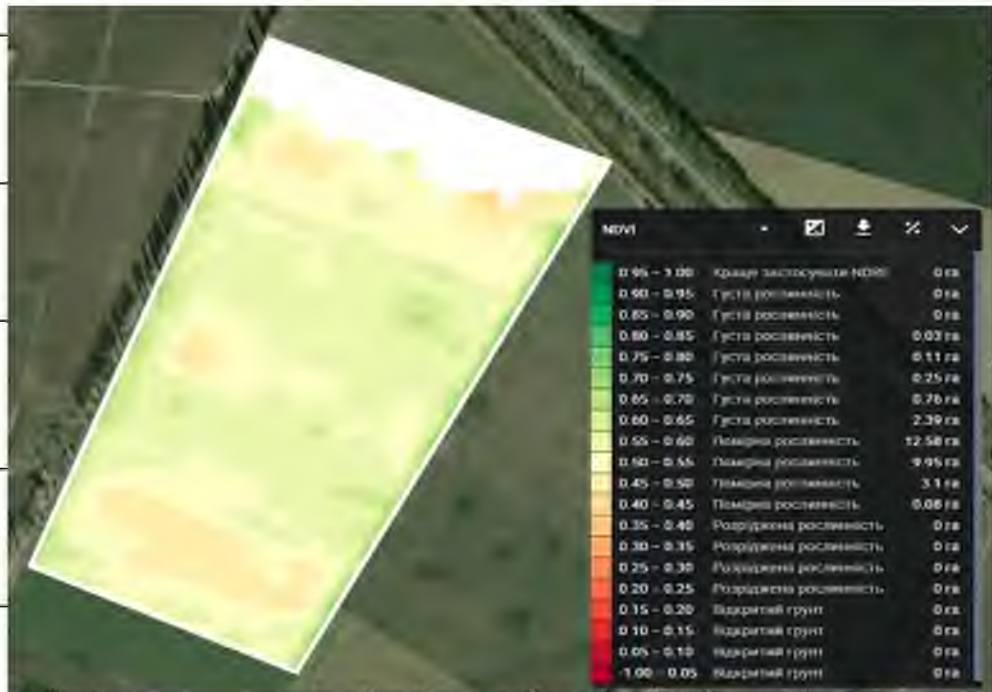


Рис. 3.5. Картограма індексу NDVI після відновлення вегетації, 2023 р.

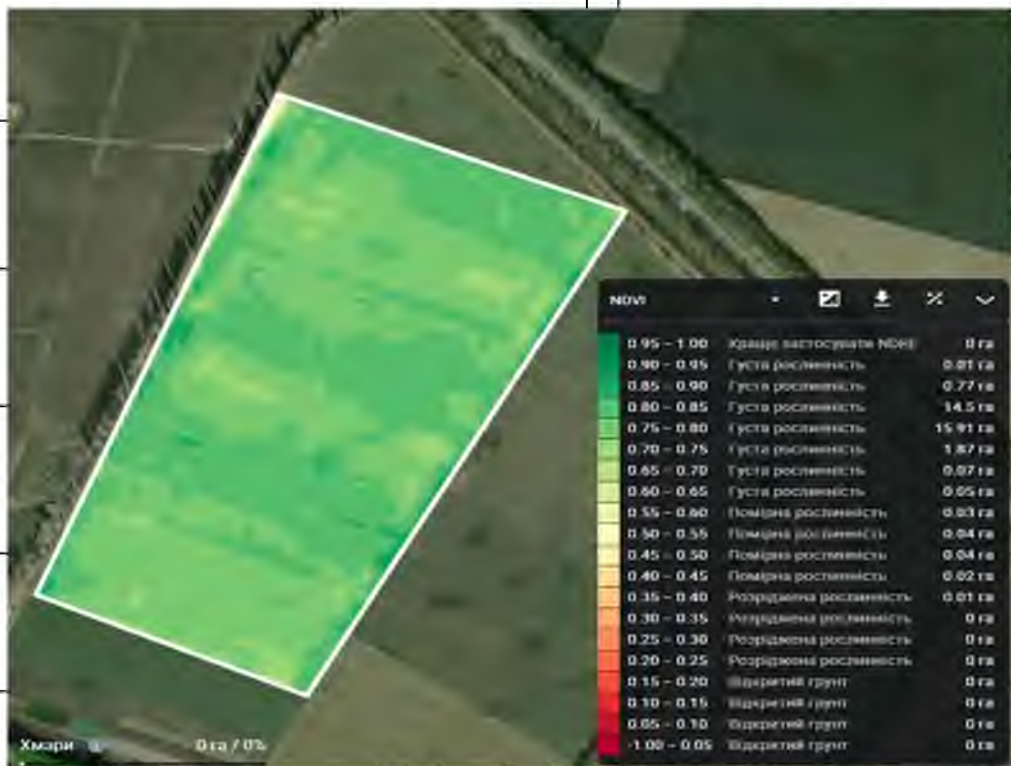
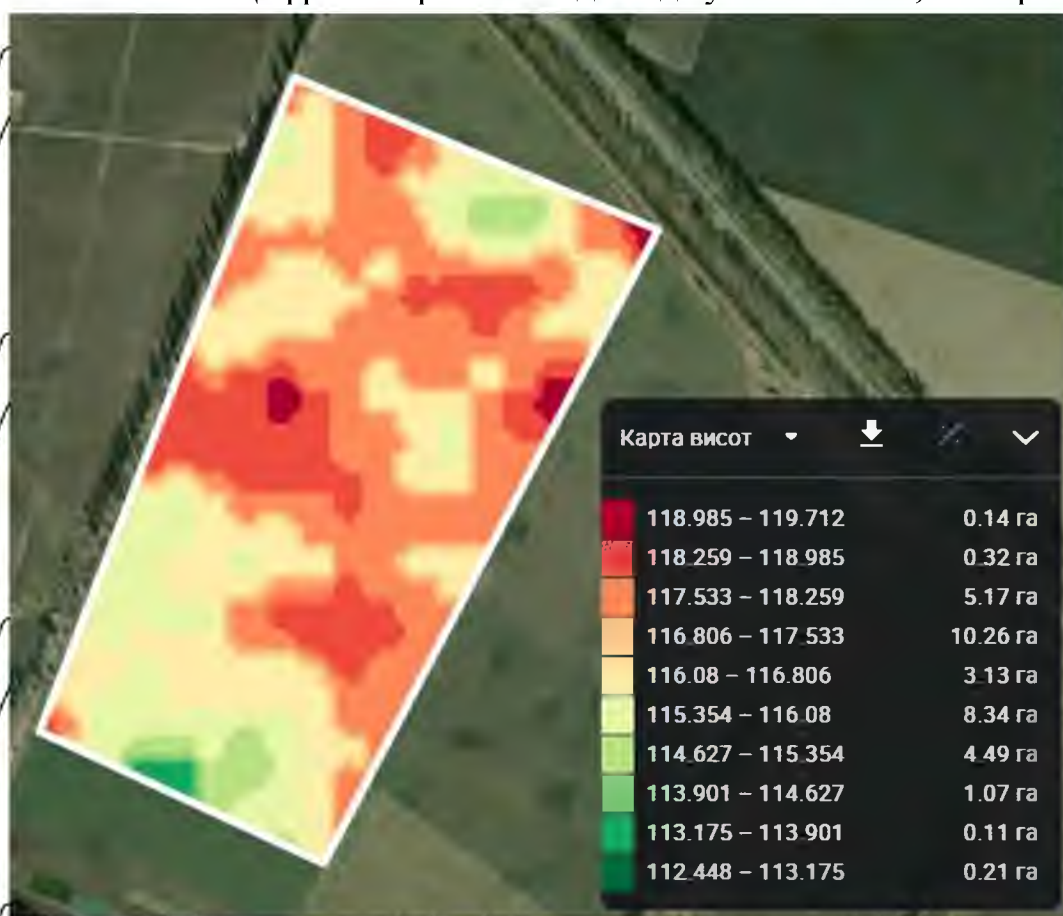


Рис. 3.6. Картограма індексу NDVI у період активного росту і розвитку вегетативної частини, 2023 р.

За настання періоду активного наростання вегетативної частини рослин спостерігалася тенденція збільшення показника індекса NDVI. Ці показники досягали меж від 0,75 до 0,80, але чітко зберігались зони поля. Так, оптимальна зона за продуктивності забезпечувала показник індекса NDVI на рівні 0,85-0,90, середня – 0,75-0,80, неоптимальна – 0,70-0,75.

Проаналізувавши карти висот поля (рис. 3.7) можна припустити, що зони неоднорідності поля мають значну взаємозалежність від зміни мікрорельєфу на полі.

**Рис. 3.7.** Цифрова карта висот досліджуваного поля, 2023 р.



За цією аналітичною інформацією можна зробити висновок, що зони неоднорідності поля є сталими, а отже природними і управління продуктивністю

вирощування ріпаку озимого можливе лише за використання спеціальних прийомів у системі живленні та вирощуванні культури.

### **3.2 Вплив неоднорідності ґрунтового покриву та фоліарного удобрення на ріст та розвиток рослин ріпаку озимого**

На ріст і розвиток рослин ріпаку озимого впливає різноманітна кількість чинників. По суті рослинний покрив у багатьох випадках відображає ґрунтову неоднорідність поля. Щоб вирівняти розвиток рослин і відповідно врожай на всьому полі доцільно застосовувати підхід диференційованого внесення добрив на різних ділянках за розвитком рослинного покриву.

Рівень врожаю і показників якості насіння ріпаку озимого залежить від багатьох факторів. Серед них безпосередньо є архітектура самої рослини. Її можна охарактеризувати біометричними показниками такими, які характеризують розвиток надземної і підземної біомаси рослин, а також співвідношенням між надземною масою рослин і кореневою біомасою. Саме на ці показники ми і звернули увагу за проведення наших досліджень.

Результати наших досліджень представлені у таблицях 3.1, 3.2, 3.3.

У фазу бутонізації рослини ріпаку озимого формували найменшу масу кореневої системи у неоптимальній зоні, де вона складала 26,0 г (табл. 3.1) без фоліарного внесення добрив. Позакореневе підживлення рослин у цю фазу обумовлювало покращення росту і розвитку рослин, у наслідок чого, маса коренів зростає на 4 г. За середнього розвитку рослин маса кореня у контролі була 35 г, а за позакореневого підживлення рослин зростає на 6 г. Оптимально розвинені рослини реагували найкраще щодо оптимізації наростання кореневої системи за рахунок позакореневого підживлення рослин, відповідно без підживлення і із підживленням маса коренів становила 37 і 44 г.

Наростання надземної маси рослин мало аналогічну тенденцію. Неоптимально розвинені рослини мали найменшу масу без фоліарного підживлення. Цей агротехнічний прийом обумовлював незначний приріст, який становив 7 г.

Середньо розвинені рослини формували надземну частину масою 399 г без підживлення і 442 г за фоліарного удобрення. Максимального значення маса надземної частини рослин була у оптимально розвинених із фоліарним внесенням добрив. Приріст до контрольного варіанту становив 100 г, що був найбільшим. Передбачувано маса всієї рослини мала аналогічну закономірність

щодо впливу неоднорідності ґрунтового покриву і впливу фоліарного внесення добрив. Мінімальне значення отримали у варіанті із неоптимально розвиненими рослинами без позакореневого внесення добрив. Максимальна маса рослин була за фоліарного внесення добрив на ділянці із оптимально розвиненими рослинами.

За таких умов формування кореневої системи і надземної частини співвідношення між цими складовими було найширше у неоптимально розвинених рослин і становило 14,5. У міру покращення розвитку рослин у наслідок оптимізації їх живлення це співвідношення зменшувалося до 9,68 для оптимально розвинених рослин без підживлення.

До фази цвітіння всі органи рослин ріпаку озимого збільшилися у масі (табл. 3/2). За цього знову відстежувалось слабе збільшення маси кореневої системи по варіантах із різним розвитком рослин. Найменшої маси були корені неоптимально розвинених рослин без підживлення (32 г). Із підживленням цей показник зріс на 2 г.

Середньо розвинені рослини сформували масу коренів 41 і 45 г відповідно без удобрення і із удобренням. Максимальною маса коренів була у оптимально розвинених рослин ріпаку озимого із фоліарним внесенням добрив (51 г).

Таблиця 3.1

Вплив різних зон поля та фоліарного удобрення на співвідношення окремих органів у рослинах ріпаку озимого в фазу бутонізації (ВВСН 55), 2023 р.

Зона поля	Варіант досліду							
	без фоліарного удобрення (контроль)				БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га)			
	маса, г		співвідношення		маса, г		співвідношення	
	коренева система	надземна частина	всієї рослини	надземної частини до кореневої	коренева система	надземна частина	рослини	надземної частини до кореневої
оптимальна	37,0	501	538	9,68	44	601	644	13,7
середня	33,0	399	432	13,1	39	403	442	11,3
не оптимальна	26,0	377	403	14,5	30	385	425	14,2

Таблиця 3.2

Вплив різних зон поля та фоліарного удобрення на співвідношення окремих органів у рослинах ріпаку озимого в фазу цвітіння (ВВСН 64-65), 2023 р.

Зона поля	Варіант досліджу							
	без фоліарного удобрення (контроль)				БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га)			
	маса, г		співвідношення		маса, г		співвідношення	
коренева система	надземна частина	всієї рослини	надземної частини до кореневої	коренева система	надземна частина	рослини	надземної частини до кореневої	
оптимальна	46,0	579	625	12,6	51	583	634	11,4
середня	41,0	516	557	12,5	45	536	581	11,9
не оптимальна	32,0	484	516	15,1	34	511	545	15,0

Надземна маса рослин була найменшою на ділянках із неоптимально розвиненими рослинами ріпаку озимого без позакореневого підживлення (484 г). За проведення підживлення маса зростала на 27 г. Середньо розвинені рослини формували надземну частину на 32 г більшу від контролю. Позакореневі підживлення обумовлювали приріст цього показника на 20 г. Оптимально розвинені рослини формували приріст за рахунок фоліарного внесення добрив в межах 4 г. Тож, можемо зробити висновок, що найкраще реагували на фоліарне підживлення неоптимально розвинені рослини у цю фазу росту і розвитку рослин ріпаку озимого.

Співвідношення між надземною і кореневою частинами рослин була максимальною у неоптимально розвинених рослин і становила 15,1 і 15,0 без підживлення і із підживленням рослин ріпаку озимого. У середньо розвинених рослин через оптимізацію умов живлення це співвідношення скорочувалося до 12,5 і 11,9 відповідно без підживлення і із фоліарним внесенням добрив. Позакореневі підживлення обумовлювали звуження цього співвідношення через наростання надземної маси на 0,6 порівняно із варіантом без удобрення. Оптимально розвинені рослини в умовах відсутності підживлень сформували співвідношення між надземною частиною і кореневою системою рослин на рівні 12,6, а за проведення підживлень звужили його до 11,9.

У фазу стручкування неоптимально розвинені рослини ріпаку озимого формували надземні масу і кореневу частину у співвідношенні 11,3 без фоліарного внесення добрив (табл. 3.3.). За цього агроприйому співвідношення трохи розширювалося 11,8. Позакореневі підживлення практично не впливали на цей показник для середньо розвинених рослин. Цей показник був у межах 15,-14,6.

Таблиця 3.3

Вплив різних зон поля та фоліарного удобрення на співвідношення окремих органів у рослинах ріпаку озимого в фазу утворення стручків (ВВСН 75), 2023 р.

Зона поля	Варіант досліду							
	без фоліарного удобрення (контроль)				БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га)			
співвідношення надземної/кореневої системи	площа листків, см <sup>2</sup> /росл	кількість гілочок, шт/росл	кількість стручків, шт/росл	співвідношення надземної/кореневої системи	площа листків, см <sup>2</sup> /росл	кількість гілочок, шт/росл	кількість стручків, шт/росл	
оптимальна	15,1	270	18,6	991	15,3	284	19,4	1021
середня	14,5	233	17,6	921	14,6	242	18,9	949
не оптимальна	11,3	213	16,8	879	11,8	223	17,5	930

Аналогічна ситуація була і у оптимально розвинених рослин. Це співвідношення було на рівні 15,1 і 15,3 відповідно.

Площа листкової поверхні на неоптимально розвиненій рослині ріпаку озимого була 213 см<sup>2</sup> без підживлення. У середньо розвинених рослин вона зросла на 30 см<sup>2</sup>, а у оптимально розвинених – на 67 см<sup>2</sup> порівняно із неоптимально розвиненими і на 37 см<sup>2</sup> із середньо розвиненими.

Проведення фоліарного внесення добрив оптимізувало розвиток площі листків. У неоптимально розвинених рослин цей показник зріс на 10 см<sup>2</sup> на рослині, у середньо розвинених – на 9 см<sup>2</sup> і у оптимально розвинених – на 14 см<sup>2</sup> порівняно із аналогічними варіантами без підживлення.

Аналогічні зміни мали кількість гілочок і кількості стручків. Мінімальні показники були у неоптимально розвинених рослин ріпаку озимого. Кількість гілочок була 16,8 шт на рослині і кількість стручків – 879 шт. За проведення фоліарного підживлення рослин ці показники зросли до 17,5 і 930 шт. середньо розвинені рослини сформували 17,6 гілочок і 921 стручок на рослині. Фоліарне внесення добрив забезпечило зростання цих показників на 1,3 шт і 28 шт відповідно. Оптимально розвинені рослини мали 18,6 гілочок на рослині і 991 стручків. За фоліарного підживлення рослини утворили на 0,8 більше гілочок і на 29 стручків.

Тож, фоліарне внесення добрив композиції добрив БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га) на полях ріпаку озимого оптимізувало ріст і розвиток рослин. максимального значення параметрів рослин досягали на ділянках із оптимально розвиненими рослинами: співвідношення між надземною частиною і кореневою системою рослин було 15,3 у фазу стручкування, площа листків становила 284 см<sup>2</sup> на рослині, налічувалося 19,4 гілочок і 1021 стручків на рослині.

### 3.3 Вплив просторової неоднорідності поля і фоліарного внесення добрив на урожайність ріпаку озимого

Урожайність – це інтегральний показник, який підсумовує дію кожного чинника на ріст і розвиток рослин ріпаку озимого протягом вегетації. На рівень врожайності впливають генетичні особливості сорту чи гібриду, біологічні особливості рослин, ґрунтові умови. Кожен технологічний елемент, і зокрема удобрення відіграє не аби яку роль. Мезо і мікрорельєф впливає на перерозподіл елементів живлення. Так, наприклад, такі елементи як: азот, сірка, магній, тощо, рухаються у ґрунті масовим потоком, тому закономірно локалізуються у вищій концентрації у пониженнях. І це у свою чергу відображається на рівні розвитку рослин, що ми і визначили у нашому дослідженні. Відповідно рослини різного рівня розвитку будуть формувати урожайність різного рівня на цих різних по родючості ділянках. Застосування диференційованого підходу до позакореневого підживлення, на нашу думку, дозволить вирівняти урожайність різних за рівнем розвитку рослин ріпаку озимого по полю, що ми і спробували дослідити.

Результати наших досліджень щодо впливу фоліарного внесення добрив на урожайність і структуру врожаю ріпаку озимого представлено у таблицях 3.4 і

3.5. Неоптимально розвинені рослини ріпаку озимого формували найменшу урожайність – 4,17 т/га. Фоліарне внесення добрив обумовлювало зростання її на 0,15 т/га. Середньо розвинені рослини формували урожайність більшу на 0,28 т/га порівняно із неоптимально розвиненими рослинами без позакореневого обприскування рослин. Позакореневі підживлення композицією добрив дозволило збільшити врожайність середньо розвинених рослин на 0,34 т/га. Оптимально розвинені рослини сформували урожайність більшу на 0,29 т/га порівняно із середньо розвиненими без застосування добрив. Фоліарне

підживлення дозволило підвищити врожайність цих рослин на 0,47 т/га., яка в цьому варіанті склала 5,21 т/га.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.4

## Урожайність та структура врожаю в різних зонах поля без проведення фолярного удобрення ріпаку озимого, 2023 р.

Зона поля	Урожайність, т/га	Приріст врожаю		Кількість стручків, шт/росл.	Кількість зерен в стручку, шт/росл.	Маса зерен, г/росл.	Маса 1000 зерен, г
		т/га	%				
оптимальна	4,74	0,57	13,7	991	29,0	6,99	4,31
середня	4,45	0,28	6,70	921	18,0	6,38	4,29
не оптимальна	4,17	-	-	879	17,2	5,16	4,23

Таблиця 3.5

## Урожайність та структура врожаю в різних зонах поля за проведення фолярного удобрення ріпаку озимого, 2023 р.

Зона поля	Урожайність, т/га	Приріст врожаю		Кількість стручків, шт/росл.	Кількість зерен в стручку, шт/росл.	Маса зерен, г/росл.	Маса 1000 зерен, г
		т/га	%				
оптимальна	5,21	0,89	20,6	1233	23,0	7,11	4,47
середня	4,79	0,47	10,9	1005	21,0	6,60	4,44
не оптимальна	4,32	-	-	933	19,0	5,63	4,33

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

Такий рівень врожайності вдалося досягти завдяки змінам у структурі врожаю цієї культури за різного рівня розвитку рослин і застосування фоліарного несення добрив. У межах нашого дослідження рослини ріпаку озимого кращого рівня розвитку формувати більшу кількість стручків і насінин у стручку. Фоліарне внесення добрив на дослідних ділянках також оптимізувало умови формування цих елементів структури врожаю (табл. 3.4, 3.5).

# НУБІП УКРАЇНИ

Неоптимально розвинені рослини формували 879 стручків на рослині, а за позакореневого підживлення їх кількість зростала до 933 стручків. Аналогічно формувалося у цих варіантах по 17,2 і 19 зерен у стручку. Середньорозвинені рослини мали потужність сформувати 921 стручок на рослині без підживлення і 1005 – із підживленням. Відповідно 18 і 21 зерен у стручку. Оптимально розвинені рослини утворили 991 стручок без підживлення і 1233 – із фоліарним

# НУБІП УКРАЇНИ

внесенням добрив. Відповідно було сформовано 29 і 23 зерен у стручку. Це відобразилося на масі зерна на рослині, що мало аналогічні тенденції. Максимальною вона була у оптимально розвинених рослин і склала 7,11 г.

# НУБІП УКРАЇНИ

Маса 1000 зерен теж мала аналогічні тенденції. Мінімальною вона була у неоптимально розвинених рослин без підживлення і становила 4,23 г.

# НУБІП УКРАЇНИ

Позакореневі підживлення сприяли зростанню її на 0,10 г. Середньо розвинені рослини сформували масу 1000 зерен на рівні 4,29 г без підживлення і 4,44 г із фоліарним внесенням добрив. Оптимально розвинені рослини сформували 4,31 г у масі 1000 зерен без підживлення і 4,47 г із підживленням.

# НУБІП УКРАЇНИ

Тож, позакореневі підживлення ріпаку озимого композицією добрив БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га) оптимізували умови росту і розвитку рослин, що дало їм можливість сформувати максимальну врожайність на рівні 5,21 т/га із наступною структурою врожаю: 1233 стручків на рослині, 23,0 зерен у стручку, 4,47 г – маса 1000 зерен.

# НУБІП УКРАЇНИ

### 3.4 Вплив фоліарного внесення добрив на якість насіння ріпаку озимого залежно від зони поля

Ріпак озимий має широке народногосподарське значення. Насіння ріпаку використовується у дуже широких межах щодо переробки. Із нього виготовляють жирні кислоти, гліцин, мила, спирти, ефіри, тощо. Високоерукові сорти вирощуються для переробки у технічних цілях, наприклад, на мастила з високою стійкістю. Насіння ріпаку активно використовується для переробки на біодизельне паливо. Таке широке його розповсюдження у переробці обумовлене здатністю ріпакової олії швидко розкладатися і не нести загрози для водойм [20].

У результаті досліджень якості зерна ріпаку озимого в умовах нашого дослідіу нами було встановлено, що суттєвої різниці між вмістом олії у зерні ріпаку озимого у рослин різного рівня розвитку практично не було (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

#### Якість насіння ріпаку озимого в різних зонах поля за проведення фоліарного удобрення ріпаку озимого, 2023 р.

Зона поля	Варіант дослідіу			
	без фоліарного удобрення (контроль)		БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га)	
	ВМІСТ		ВМІСТ	
	олії, %	ГЛЮКОЗИНОКАТІВ, МК-МОЛЬ/Г	олії, %	ГЛЮКОЗИНОКАТІВ, МК-МОЛЬ/Г
оптимальна	41,6	27,7	43,4	20,1
середня	41,5	23,5	43,9	24,6
не оптимальна	41,7	27,4	42,4	23,5

Вміст олії у зерні відповідно становив 41,7 %, 41,5 %, 41,3 % у неоптимально, середньо і оптимально розвинених рослин без позакореневого підживлення. Фоліарне удобрення рослин ріпаку озимого обумовлювало дещо

більше накопичення олії у зерні. Неоптимально розвинені рослини накопили олії на рівні 42,4%, що на 0,7% більше, ніж за таких же умов, але без підживлення. Середньорозвинені рослини накопили на 2,4% олії і оптимально розвинені – на 1,8% порівняно із контрольними варіантами.

Глюкозинолати допомагають рослинам ріпаку озимого захиститися від шкідників та хвороб, але у надмірній концентрації вони є шкідливими для організму людини. Тому їх вміст у насінні ріпаку нормується ДСТУ і їх кількість не повинна перевищувати 25 ммоль/г.

У результаті проведених нами досліджень встановлено вміст глюкозинолатів у межах допустимого рівня у всіх варіантах досліду (табл. 3.6). Із поміж необроблених варіантів найменший їх вміст був у насінні рослин, які були середньо розвиненими (23,5 мкмоль/г.). Фоліарне удобрення рослин ріпаку озимого за допомогою композиції добрив БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га) обумовлювало зменшення кількості глюкозинолатів у зерні оптимально (20,1 порівняно із 27,7 мкмоль/г) і неоптимально (23,5 порівняно із 27,4 мкмоль/г) розвинених рослин. У середньо розвинених рослин вміст глюкозинолатів у насінні натомість зріс на 1,1 мкмоль/г.

Тож, фоліарне удобрення рослин ріпаку озимого композицією добрив БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га) обумовлювало зростання вмісту олії у зерні і отримування кількості глюкозинолатів у межах норми.

### 3.5. Економічна ефективність за управління посівами ріпаку озимого в різних зонах поля

Вирощування сільськогосподарських культур неодмінно передбачає використання багатьох ресурсів, а отже це буде нести економічні як втрати, що впливають на прибуток. Вирощування олійних культур, а саме ріпаку озимих передбачає значних економічних витрат для дотримання високопродуктивної технології вирощування. Максимальний спосіб отримувати більші прибутки від вирощування, це мінімізація виробничих витрат, а також отримання максимально можливої продуктивності культури навіть у найнеоптимальніших умовах її вирощування. Ці питання на сьогодні досить вдало вдається вирішувати і досліджувати за рахунок консолідації систем прецизійного агропромисловництва.

У табл. 3.7 наведено дані про економічну ефективність позакореневого підживлення озимого ріпаку в різних польових зонах у 2023 році. У ній порівнюється контрольна група без внесення добрив з групою, удобреною БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га).

В цілому, отримані дані демонструють, що позакореневе підживлення покращує економічну ефективність виробництва ріпаку озимого в усіх зонах поля. Переваги підживлення є найбільш вираженими в оптимальній зоні і поступово зменшуються з погіршенням польових умов. Зокрема, проведення позакореневого підживлення збільшує валову вартість продукції, отриманий дохід і рівень рентабельності в усіх зонах. Найбільше зростання спостерігається в оптимальній зоні, де вартість валової продукції зростає на 13 514 грн/га (18,8%), прибуток збільшується на 28 793 грн/га або 80,4%, а рентабельність знижується з 99,3% до 78,3% після внесення добрив.

Таблиця 3.7

## Економічна ефективність фоліарного удобрення ріпаку озимого в різних зонах поля, 2023 р.

Зона поля	без підживлення (контроль)			Варіант досліду						
	3-тїдживленням Біоріп 30 (2,0 л/га) + Біобор (1 л/га)									
оптимальна	71898	36072	35826	99,3	6924	65412	36693	28719	78,3	7741
середня	66102	35876	30226	84,3	7499	61410	36154	25256	70,0	8124
не оптимальна	59616	35679	23937	67,1	8259	57546	36023	21523	59,7	8639

# НАУБІГ Україна

У середній зоні поля приріст є меншим, але все ще значним: валова вартість зростає на 4 308 грн./га або 6,5%, дохід - на 25 256 грн./га або 83,6%, а рентабельність збільшується на 14,7% з 84,3% до 70,0%. У неоптимальній зоні приріст є позитивним, але меншим порівняно інших ділянок поля: валова вартість зросла на 1 930 грн/га або на 3,2%, дохід збільшився на 21 523 грн/га або на 89,9%, а рентабельність зросла лише на 7,6 пунктів з 67,1% до 59,7%.

Слід відмітити, що вплив на виробничі витрати є неоднозначним. В оптимальній зоні витрати знижуються з 6924 грн/т до 7741 грн/т за проведення позакореневого підживлення. Але в середній та неоптимальній зонах витрати дещо зростають з 7490 до 8124 грн/т та з 8259 до 8639 грн/т відповідно.

Таким чином, дані свідчать про те, що позакореневе підживлення може суттєво покращити економіку виробництва ріпаку озимого за рахунок збільшення врожайності, прибутків та рентабельності. Але вони також показують, що ці переваги максимальні за оптимальних польових умов і зменшуються при погіршенні умов. Вплив на витрати варіюється, з потенційним зниженням за оптимальних умов, але незначним збільшенням в неоптимальних зонах. Це підкреслює важливість диференційованого використання позакореневого внесення добрив до конкретних характеристик поля.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведення досліджень щодо управління продуктивністю ріпаку озимого в різних зонах поля шляхом фоліарного удобрення нами були сформульовані наступні висновки:

1. За аналітичною інформацією отриманих від систем моніторингу вдалося вчасно виокремити зони продуктивності на полі та розробити заходи спрямовані на поліпшення росту і розвитку рослин.

2. Фоліарне внесення композиції добрив БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га) на полях ріпаку озимого оптимізувало ріст і розвиток рослин.

Максимального значення параметрів рослин досягли на ділянках із оптимально розвиненими рослинами: співвідношення між надземною частиною і кореневою системою рослин досягнуло рівня 15,3. У фазу стручкування, площа листків становила 284 см<sup>2</sup>, на рослині, налічувалося 19,4 гілочок і 1021 стручків на рослині.

3. Фоліарні підживлення ріпаку озимого композицією добрив БіоРіп 30 (2,0 л/га) + БіоБор (1 л/га) оптимізували умови росту і розвитку рослин, що дало їм можливість сформувати максимальну врожайність на рівні 5,21 т/га із наступною структурою врожаю: 1233 стручків на рослині, 23,0 зерен у стручку, 4,47 г – маса 1000 зерен; із вмістом олії у зерні – 43,4%, вміст глюкозинолатів – 20,1 мкмоль/г.

4. Фоліарне підживлення рослин ріпаку озимого є економічно ефективним прийомом в різних зонах поля. Проте, найбільший рівень рентабельності від цього заходу отримано в зоні поля з оптимальним станом рослин з найбільш низьким рівнем собівартості продукції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

НУБІП України

1. Абрамик М. І. Створення сортів озимого ріпаку з новими господарсько-цінними ознаками: вимога часу. Агроном № 3, серпень, 2009.

2. Агрохімія: Городній М. М. Підручник. – 4-те вид., переробл. та доп. – К.: Арістей, 2008 р. – 936 с.

НУБІП України

3. Агрохімія. підручник, Г. М. Господаренко. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. – 560 с.

4. Аніскевич Л. В. Адаптивне управління нормами внесення технологічних матеріалів в точному землеробстві. Науково-виробничий журнал "Електротехніка і механіка". 2007. – № 1. – С. 57–66.

НУБІП України

5. Болотова Т.М., Лісовий М.П. та ін. Економіка технологій точного рослинництва. Вісник аграрної науки, 2010, № 6. – С. 64 – 66.

6. Гаврилук В. Пора сеять озимый рапс. Огородник, № 8, 2008, - С 13-14.

НУБІП України

7. Гаврилук М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В., Федорчук М.І. Олійні культури в Україні, Навчальний посібник, Київ: Основа, 2008, С. 318-342.

8. Гайдаш В. Д., Ріпак: його сучасний стан і перспективи в Україні, Пропозиція, 2002, №8–9. – С. 50–51.

НУБІП України

9. Гає О. П. Озимий ріпак: конкурентнопроможність зросту, Пропозиція, 2002, №2. – С. 4.

10. Гає О. П. Скільки ріпака потребує сівозміна?, Пропозиція., 2008, №7 – С. 57-59.

НУБІП України

11. Горда О. Точне землеробство і агрохімія. The Ukrainian Farmer, 2009, № 11. – С. 30–31.

12. Гордєєва О.Ф. Захист сходів ріпаку, Агровісник, 2007, №1. С. 32.

НУБІП України

13. Данкевич В. Є. Економічна ефективність технологій точного землеробства, Житомирський національний агроекологічний університет, 2018.
14. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2009 році (витяг), К.: Алефа, 2009, 243 с.
15. Добрива та їх використання: Навчальний посібник / І. У. Марчук, В. М. Макаренко, В. Є. Розстальний, А. В. Савчук, Є. А. Філонов, Київ, Арістей, 2015, – 258 с.
16. Жаркова О. Озимий ріпак – нові пропозиції, Пропозиція, 2014. № 7. С. 72–77.
17. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні, Т. І. Лазарь, О. М. Лапа, А. В. Чехов та ін. Київ, 2006. – 102 с.
18. Каленська С.М. Сучасний стан виробництва ріпака та основні аспекти його використання, Цукрові буряки, 2005, № 3. С. 23–25.
19. Климок О.І. Озимий ріпак. Полтавська область., Агроном, № 4 листопад 2009.
20. Колісниченко О. Біодизель – не проблема. Пропозиція, № 5, 2009. С. 60-63.
21. Колюбакін В. Землеробство як точна наука, Farmer, 2008. № 4. – С. 90-93.
22. Корошч П. Чи є в Україні точне землеробство, The Ukrainian Farmer, 2010, № 1. С. 74–75.
23. Косик П. Електронний помічник агронома, The Ukrainian Farmer, 2010, № 2. С. 84 – 85.
24. Кравчук В., Любченко С., Войновський В. Інтегрована система керованого землеробства – необхідний засіб новітніх технологій., Техніка і технології АПК, 2010, № 7(10), С. 14 – 16.

25. Кравчук В., Любченко С. та ін.. Прогноз розвитку технологій виробництва продукції рослинництва з використанням інформаційно-керуючих засобів, Техніка і технології АПК, 2010, № 4(7), С. 4 – 5.

26. Кривов'язюк І.В. Економічна діагностика підприємства: теорія, методологія та практика застосування: монографія, І.В. Кривов'язюк. – Луцьк, 2014. – 260с.

27. Лазар Т.І. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні, Київ, ТОВ "Універсал – Друк", 2006.

28. Ласло О.О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні, Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2011, № 1. – С. 49-50.

29. Левенець Л. Ріпак озимий, пер. з англ. – Івано-Франківськ, Фоліант, 2009. 104 с.

30. Лихочвор В.В. Особливості технології вирощування ріпаку, Агроном. № 3, серпень 2009, 72-78.

31. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво: НВФ "Українські технології", 2006, С. 598-659.

32. P. Bilsborrow, et al. "The use of fertiliser to enhance yield of winter oilseed rape - A review." Field Crops Research 120.1 (2011): 56-60.

33. A.P. Whitmore, et al. "Zoning for variable rate application of nitrogen fertiliser for cereals and oilseed rape." Precision Agriculture 18 (2017): 159–174.

34. M.L. Guillard, et al. "On-Farm Trials Reveal the Effectiveness of Optical Sensing Systems to Estimate Plant Nitrogen Status in Winter Wheat and Winter Barley." Sensors 20.10 (2020): 2967.

А. <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/48589/20-Barankova.pdf?sequence=1>

35. A.P. Whitmore, et al. "Precision farming for improved environmental management: Recent perspectives." *Journal of Agricultural Science* 153.1 (2013): 27-40.

36. D. Makowski, et al. "Using a crop model to account for the effects of local factors on yield variability within a field." *European Journal of Agronomy* 30.2 (2009): 100-109.

37. P. Bilsborrow. "The evaluation of winter oilseed rape yield potential and limitation through on-farm monitoring." *The Journal of Agricultural Science* 155.1 (2017): 28-43.

38. H.S. Talukder, et al. "In-season estimation of rice yield potential using critical nitrogen dilution curve." *Field Crops Research* 177 (2015): 109-122.

39. J.P. Alister, et al. "Spectral analysis of yield variability in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) using high-resolution hyperspectral and broad-band multispectral imagery." *Precision Agriculture* 17 (2016): 323-341.

40. S. Koeslin-Findeklee et al. "Improving the Prediction of Phosphorus Utilization in Rapeseed (*Brassica napus* L.) by Taking Root Characteristics into Account." *Frontiers in Plant Science* 10 (2019): 743.

41. M. Rathke et al. "Sulfur Supply during Growth of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Affects Yield Quantity and Quality." *Agriculture* 6.4 (2016): 58.

42. A. Poshtmasari et al. "Effect of magnesium and sulfur nutrition on yield components and seed quality of winter oilseed rape." *Journal of Plant Nutrition* (2020): 1-10.

43. F. Tebaldi and D. Jenkins. "The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments." *Functional Plant Biology* 45.9 (2018): 823-832.

44. J.P. Hammond and P.J. White. "Diagnosing phosphorus deficiency in the field." *Journal of Experimental Botany* 62.2 (2011): 453-461.

45. P.B. Barraclough. "Root growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop." *Plant and Soil* 111.2 (1988): 153-160.

46. M. Mrówczyński. "Critical tissue concentration of nitrogen as an indicator of plant needs: a review." *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 18 (2019): 97-113.

47. L. Mengel and K. Kirkby. "Principles of plant nutrition." *International Potash Institute, Switzerland* 5 (1987): 687.

48. B. Hocking et al. "The response of dryland canola to nitrogen fertilizer: Growth, yield, and seed quality." *Agronomy Journal* 89.1 (1997): 122-129.

49. S. Zhao. "Morphological and physiological responses of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) to shade at different plant growth stages." *European Journal of Agronomy* 105 (2019): 52-58.

50. Bilsborrow, P., Evans, E. & Zhao, F. "The Influence of Sulphur Fertilisation on Yield of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*)." *Journal of Agricultural Science* 151 (2013): 443-451.

51. Ahmad, R., Cheng, Z., Meng, H., et al. "Improving Winter Oilseed Rape Yield and Nitrogen Utilization Efficiency via Foliar Application of Urea." *Agronomy* 5 (2015): 412-423.

52. Koeslin-Findeklee, F., Rizwan, M., Becker, M., et al. "Nitrogen and Sulfur Fertilization Improved Product Quality of Winter Oilseed Rape." *Frontiers in Plant Science* 7 (2016).

53. Wang, Z., Li, S.-X., & Malhi, S. "Effects of Fertilization and Other Agronomic Measures on Nutritional Quality of Crops." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88 (2008): 7-23.

54. Berry, P., Spink, J., Foulkes, M.J., White, P.J. "The Physiological Basis of Genotypic Differences in Nitrogen Use Efficiency in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.)" *Field Crops Research* 119 (2010): 365–373.

55. Bilsborrow, P., Evans, E., & Zhao, P. "The Influence of Potassium Fertiliser Form on the Yield, Quality and Potassium offtake of Winter Oilseed Rape." *The Journal of Agricultural Science* 151 (2013): 374–386.

56. Holmes, M. R. J. "Nutrition of Oilseed Rape." *Nutrition of Oilseed Rape* (1980).

57. Barłóg, P., & Grzebisz, W. "Effect of Timing and Nitrogen Fertilizer Application on Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.)." *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 7 (2008): 3–17.

58. Rathke, G.-W., Behrens, T., & Diepenbrock, W. "Integrated Nitrogen Management Strategies to Improve Seed Yield, Oil Content and Nitrogen Efficiency of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.): A Review." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 117 (2006): 80–108.

59. E-book, Geopard agriculture, <https://geopard.tech/>

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ