

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СТЕПАНЕНКА НАЗАРА ВАСИЛЬОВИЧА

Наказ НУБіП України 2220 «С». 12.12.2024

2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ПОГОДЖЕНО

**Декан агробіологічного
факультету**

доктор с.-г. наук професор

_____ Віталій КОВАЛЕНКО

«_____» _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Агрохімії та якості продукції
рослинництва ім. О.І. Душечкіна

доктор с.-г. наук професор

_____ Дмитро ЛІТВІНОВ

«_____» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Управління продуктивністю ріпаку озимого за різних
способів обробітку ґрунту»**

Спеціальність 201 - Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор с.-г. наук професор

_____ Анатолій БИКІН

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор с.-г. наук, професор

_____ Дмитро ЛІТВІНОВ

Виконав

_____ Назар СТЕПАНЕНКО

КИЇВ – 2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

_____ Степаненку Назару Васильовичу

(прізвище ініціали студента)

Спеціальність _____ 201 Агрономія

(код і назва)

Освітня програма _____ Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи: Управління продуктивністю ріпаку озимого за різних способів обробітку ґрунту затверджена наказом ректора НУБіП України № 1978 «С» від 18.09.2025

Термін подання завершеної роботи на кафедру 8.11.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: ґрунтово–кліматичні умови проведення дослідження; матеріали по технології вирощування сільськогосподарських культур; загальна агрономічна документація.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Вегетаційний індекс ріпаку НО.
2. Агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту.
3. Агрохімічний наземний моніторинг
4. Біометричні показники.
5. Урожайність та якість насіння ріпаку.
6. Економічна ефективність вирощування ріпаку.

Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи: _____ Дмитро ЛІТВІНОВ

Завдання прийняв до виконання: _____ Назар СТЕПАНЕНКО

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Біологічні особливості ріпаку озимого високоолеїнового	9
1.2. Спектр використання насіння ріпаку високоолеїнового	12
1.3. Вплив технології вирощування на врожайність та якість насіння	15
1.4. Дистанційний моніторинг у вирощуванні ріпаку озимого НО.	20
1.5. Фактори ризику недоотримання високого вмісту олеїнової кислоти у олії ріпаку озимого НО	25
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1. Характеристика господарства	30
2.2. Ґрунтові умови господарства	31
2.3. Погодно-кліматичні умови господарства	32
2.4. Технологія вирощування ріпаку озимого НО у господарстві	35
2.5. Система захисту ріпаку озимого НО в ТОВ «Ніжин АГРО»	36
2.6. Методика проведення досліджень	41
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	42
3.1. Агрохімічний аналіз досліджуваної ділянки	42
3.2. Дані дистанційного моніторингу з використання вегетаційного індексу NDVI на ріпаку озимому НО	49
3.3 Диференційне внесення КАС-32	52
3.4. Рослинна діагностика	53
3.5. Біометричні показники ріпаку озимого НО	54
3.6. Аналіз елементів структури врожаю ріпаку озимого НО	57
3.7. Урожайність ріпаку озимого НО залежно від досліджуваних чинників	58
3.8. Показники якості насіння ріпаку озимого НО	60
3.9. Аналіз жирнокислотного складу олії ріпаку озимого НО за допомогою газової хроматографії	61
РОЗДІЛ 4 . ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО НО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ	64
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
ДОДАТКИ	74

РЕФЕРАТ

на магістерську кваліфікаційну роботу Степаненка Н.В. на тему «Управління продуктивністю ріпаку озимого за різних способів обробітку грунту»

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновку, додатків, а також із списку використаної літератури. Робота представлена на 78 сторінках друкованого тексту, включаючи таблиці, графіки та рисунки.

Мета дослідження - визначити вплив основного обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність ріпаку озимого залежно від рівнів ґрунтової неоднорідності.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності ріпаку озимого високоолеїнового залежно від способу основного обробітку ґрунту та системи удобрення в умовах ґрунтової неоднорідності.

Предмет дослідження – азот, фосфор, калій, рН ґрунтового розчину, мікроелементи, вміст органічної речовини та ТОС в ґрунті, біометричні показники, суха речовина, структура врожаю, урожайність, показники якості насіння, економічна ефективність.

В 1 розділі «Огляд літератури» розкриваються біологічні особливості ріпаку озимого високоолеїнового та спектр використання насіння. Оцінюється вплив технології вирощування на врожайність та якість насіння та фактори ризику недоотримання високого вмісту олеїнової кислоти у олії ріпаку озимого НО, а також дистанційний моніторинг у вирощуванні.

Розділ 2 «Методика досліджень» поєднує в собі: розташування господарства, характеристику погодно-кліматичних, ґрунтових умов території. Технологію вирощування ріпаку озимого в господарстві, методи та умови проведення польових і лабораторних досліджень.

В 3 розділі «Результати досліджень» подано інформацію щодо результатів проведених агрохімічних досліджень ґрунту, досліджень індексу NDVI на ріпаку. Проілюстровано створені картограми на основі вмісту

основних елементів живлення, які в подальшому допомогли створити карти диференційного живлення. Подані біометричні показники рослини, структуру та якість отриманого врожаю ріпаку.

У 4 розділі «Економічна ефективність» проаналізовано економічну ефективність використання різних мінімальних та класичних способів обробітку ґрунту за умов ґрунтової неоднорідності.

Ключові слова: ріпак високоолеїновий, зони ґрунтової неоднорідності, індекс вегетації NDVI, диференційне внесення добрив, картограми вмісту елементів живлення, агрохімічний аналіз ґрунтів, хроматографічний аналіз, економічна ефективність.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Високоолеїновий ріпак озимий є перспективною та високомаржинальною олійною культурою. Його цінність полягає у хімічному складі олії, а саме - у значно підвищеному вмісті олеїнової кислоти (понад 70-80 %), що робить її прямим аналогом оливкової олії та забезпечує високу окислювальну стабільність. Цей фактор різко збільшує експортний потенціал української продукції та її конкурентоспроможність на ринках ЄС та Азії. Отримання стабільно високих врожаїв та олійності високоолеїнових гібридів є ключовим економічним завданням для агровиробників, що забезпечує значну фінансову перевагу порівняно зі звичайним ріпаком.

Нинішнє землеробство вимагає переходу до ресурсозберігаючих та ґрунтозахисних технологій. Тривале використання традиційної полицевої оранки призводить до деградації ґрунтів, зниження вмісту органічної речовини, погіршення водно-фізичних властивостей та посилення ерозійних процесів. У цьому контексті, дослідження ефективності мінімального (Mini-Till) та нульового (No-Till) обробітку ґрунту набуває критичного значення. Ці технології допомагають зберегти структурний стан ґрунту, акумулювати вологу (особливо важливу для успішної перезимівлі ріпаку озимого) та зменшити витрати палива та часу, сприяючи сталому розвитку сільського господарства.

Продуктивність ріпаку озимого, особливо високоолеїнового, є вкрай чутливою до умов вирощування, зокрема до якості підготовки ґрунту. Не існує універсальної схеми обробітку, придатної для всіх ґрунтово-кліматичних зон. Актуальність полягає у науковому обґрунтуванні та експериментальному доведенні оптимальних параметрів обробітку ґрунту.

Мета дослідження науково обґрунтувати та експериментально встановити оптимальний спосіб основного обробітку ґрунту в поєднанні з диференційованим застосуванням добрив на формування елементів структури

врожаю, урожайність та ефективність використання елементів живлення ріпаком озимим у зоні неоднорідної родючості ґрунту.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Провести агрохімічний аналіз ґрунту досліджуваного поля та створити картограми вмісту основних елементів.
2. Оцінити особливості живлення ріпаку за різних способів обробітку ґрунту та систем удобрення (припосівне, ранньовесняне, диференційне підживлення у фазі ВВСН 30).
3. Дослідити вплив диференційованого внесення добрив у зонах різної продуктивності (високої та низької) на ефективність використання азоту та урожайність ріпаку озимого.
4. Визначити біометричні параметри рослин залежно від досліджуваних чинників.
5. Встановити урожайність насіння ріпаку озимого та визначити його якісні показники (вміст олії, вміст олеїнової кислоти).
6. Здійснити порівняльний аналіз економічної ефективності різних способів обробітку ґрунту і системи удобрення під ріпак озимий високоолеїновий.

Об'єкт дослідження: процес формування продуктивності ріпаку озимого високоолеїнового залежно від способу основного обробітку ґрунту та системи удобрення в умовах ґрунтової неоднорідності.

Предмет дослідження: агрофізичні та біологічні показники ґрунту, ріст і розвиток рослин, показники живлення, продуктивність та економічна ефективність вирощування ріпаку озимого високоолеїнового.

Методи дослідження. Польовий (відбір ґрунтових зразків та рослинного матеріалу); лабораторний (визначення основних агрохімічних показників ґрунту, показників якості насіння та динаміки росту і розвитку рослин) вимірювально-ваговий (продуктивність ріпаку озимого НО); статистичний і порівняльно-розрахунковий (економічна ефективність способів обробітку ґрунту; обробка експериментальних даних).

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості ріпаку озимого високоолеїнового

Ріпак озимий високоолеїновий (HOLL) - це селекційна форма *Brassica napus* L., чия ключова біологічна особливість полягає в генетичній модифікації біохімічного шляху синтезу жирних кислот у насінні [1]. Ця модифікація призводить до накопичення олеїнової кислоти (C18:1) у концентрації 75-85% за рахунок пригнічення синтезу поліненасиченої ліноленової кислоти (C18:3) [2].

Ця генетична особливість накладає підвищені вимоги на всю біологію рослини. У той час як базові морфологічні та фенологічні ознаки HOLL ріпаку схожі на звичайний озимий ріпак, його фізіологічна реакція на зовнішні фактори (температура, волога, живлення) у критичні періоди розвитку є значно більш чутливою та визначальною для кінцевої якості олії [3].

Загальний цикл розвитку ріпаку озимого HOLL складається з осінньої вегетації, перезимівлі, весняної вегетації та формування врожаю. Особливості гібридів HOLL проявляються у вимогах до темпів та якості розвитку окремих органів [4].

Особливості вегетативного розвитку (Осінь). Критичним показником для HOLL ріпаку є якість його розвитку восени, оскільки це визначає його здатність успішно перезимувати та досягти високої якості [5].

Коренева система. Для HOLL гібридів потрібне швидке формування потужного стрижневого кореня, який за сприятливих умов може сягати 2-3 м у глибину [6]. Повноцінний корінь забезпечує доступ до вологи та мінеральних елементів навесні, коли рослина потребує їх для інтенсивного ліпогенезу [7]. Розетка та коренева шийка. До настання стійких морозів рослина повинна сформувати розетку з 6-8 справжніх листків, які є основними фотосинтезуючими органами, та кореневу шийку діаметром 8-10 мм [8]. Саме в товстій шийці відбувається накопичення запасних вуглеводів (крохмаль, цукри), які необхідні для процесу загартовування - фізіологічної підготовки до низьких температур [9].

Фенологія весняного розвитку. Весняна вегетація HOLL ріпаку вимагає раннього відновлення росту. Фази бутонізації та цвітіння є важливими, але найкритичніша фаза, що впливає на якість, - це фаза наливу насіння [10]. Селекція HOLL гібридів спрямована на забезпечення тривалого та стабільного періоду наливу насіння, що часто призводить до дещо довшої вегетації порівняно зі стандартними гібридами [11].

Вимоги до температури. Вимоги HOLL ріпаку до температури є двоїстими: для перезимівлі потрібен холод, а для формування якісної олії - помірне тепло [12]. Насіння починає проростати при температурі ґрунту 1-3°C, але оптимальною для швидких та дружніх сходів є температура 14-18°C [13]. Ріпак HOLL є озимою культурою і проходить фазу яровізації під впливом низьких позитивних температур. Добре розвинута рослина, що накопичила достатньо цукрів, може витримувати температуру на рівні кореневої шийки до -15°C [14]. Чутливість до температури у фазі наливу насіння є найкритичнішою біологічною особливістю HOLL ріпаку. Вміст олеїнової кислоти безпосередньо залежить від температурного режиму в останні 4-6 тижнів дозрівання [15]. Для максимального накопичення олеїнової кислоти необхідна помірно тепла погода, з середньодобовими температурами вище 18°C [16]. Причиною є термочутливість ферменту олеїл-десатурази (FAD2) [17]. Якщо температура під час наливу насіння опускається нижче 15°C або спостерігаються значні перепади, залишкова активність цього ферменту може збільшуватися [18]. Це призводить до прискореного перетворення олеїнової кислоти (C18:1) на лінолеву (C18:2), викликаючи зниження вмісту олеїнової кислоти нижче комерційного стандарту [19]. Таким чином, температурний стрес у кінці вегетації має прямий вплив на якість, а не лише на врожай [20].

Вимоги до вологи та освітлення. Вода та світло є ключовими для процесу фотосинтезу, який забезпечує субстрати для ліпогенезу. Ріпак HOLL має високу потребу у воді, особливо у період бутонізації, цвітіння та наливу насіння [21]. Висока потреба: Для формування 1 кг сухої речовини ріпак споживає до 500-800 л води [22]. Критична фаза: Дефіцит вологи у фазі

цвітіння призводить до абортів квіток та утворення меншої кількості стручків [23]. Однак найбільш шкідливою є посуха у фазі наливу насіння. Водний стрес прискорює дозрівання, скорочуючи фазу ліпогенезу. Це призводить до зниження ваги 1000 насінин, що прямо пропорційно впливає на загальну олійність і може негативно позначитися на якості олії [24].

Ріпак є рослиною довгого світлового дня [25]. Це означає, що для переходу від вегетативного до генеративного розвитку (цвітіння) йому потрібне збільшення тривалості світлового дня навесні. Висока інтенсивність сонячного світла під час вегетації є необхідною для максимальної фотосинтетичної активності [26]. Дефіцит освітлення (наприклад, у загущених посівах або при тривалій хмарній погоді) призводить до:

Динаміка накопичення олії та якість. Біологічний механізм накопичення олії у HOLL ріпаку є особливо цікавим і вирізняє його серед інших олійних культур [29]. Процес накопичення олії у насінні ріпаку HOLL має чітку фазність, що починається приблизно через 10-14 днів після цвітіння і триває близько 4-6 тижнів [30]. Спочатку в насінні домінує синтез білка та структурних компонентів [31]. Основний етап (ліпогенез), коли починається інтенсивне накопичення олії, де білок слугує основою для ферментів, а вуглеводи - субстратом. Біологічна особливість HOLL: саме на цьому етапі активно проявляється інгібування ферменту FAD2, і олеїнова кислота починає накопичуватися у високих концентраціях, досягаючи 80% і більше [32].

Якість HOLL олії залежить не лише від генетики, але й від агрофізіологічних факторів. Олійність проти Олеїновості. Існує зворотний зв'язок між вмістом білка та олії. Надмірне пізнє азотне живлення може стимулювати накопичення білка, що забирає ресурси від синтезу олії, призводячи до ефекту розведення (зниження відсотка олії) [33]. Гомогенність якості. Внаслідок розгалуженої структури ріпаку, стручки дозрівають нерівномірно. Насіння у нижньому ярусі може мати інший жирнокислотний склад через різницю у мікрокліматі (тінь, вологість), що призводить до гетерогенності якості усієї зібраної партії [34].

Вимоги до ґрунту та мінерального живлення. Хоча ріпак є відносно невибагливим до ґрунтів, HOLL гібриди, як високоінтенсивні культури, вимагають оптимальних ґрунтових умов для реалізації свого якісного потенціалу [35]. Найкращими для них є родючі, глибокі, структурні чорноземи та сірі лісові ґрунти [36]. Оптимальна реакція ґрунтового розчину - нейтральна або слабокисла (рН 6,0-7,0) [37]. На кислих ґрунтах ріпак погано засвоює кальцій та магній, а особливо, молібден і бор, що негативно позначається на його репродуктивній функції та синтезі олії [38].

Ріпак HOLL дуже чутливий до ущільнення ґрунту, яке перешкоджає глибокому проникненню кореня та погіршує аерацію [39]. Це особливо важливо для інтенсивної фізіології HOLL гібридів, яким потрібне вільне засвоєння елементів [40].

Для HOLL ріпаку є три критичні елементи, необхідні для якості та врожайності [41]:

➤ Сірка – важливий елемент для біосинтезу олії. Дефіцит сірки порушує роботу ферментів ліпогенезу, знижує ефективність азоту і, відповідно, призводить до зниження олійності [42].

➤ Бор - критичний для цвітіння та формування насіння. Дефіцит бору призводить до стерильності пилку, абортів зав'язі та, як наслідок, до різкого зниження врожаю [43].

➤ Фосфор та калій - необхідні для енергетичного обміну та транспорту цукрів [44]. Фосфор сприяє осінньому загартовуванню та розвитку кореневої системи, а калій забезпечує накопичення олії [45].

1.2. Спектр використання насіння ріпаку високоолеїнового

Харчова галузь є основним і найціннішим ринком для олії HOLL, де її стабільність трансформується у подовжені терміни зберігання та покращену якість кінцевого продукту [6]. Ключова перевага олії HOLL полягає у її здатності витримувати тривале нагрівання без деградації. Це критично важливо для промислових процесів смаження та фритюру [7]. Високий вміст олеїнової

кислоти забезпечує олії HOLL значно вищу точку димлення (близько 220-230°C) та опір термічному окисленню, що є прямим наслідком низької концентрації ліноленової кислоти [8]. У промислових фритюрних установках олія HOLL може використовуватися на 50-100% довше, ніж звичайна ріпакова чи соняшникова олія [9].

Китайські вчені оцінювали ефективність смаження гарячепресованої високоолеїнової ріпакової олії (HHRO), холоднопресованої високоолеїнової ріпакової олії (CHRO), соєвої олії, олії рисових висівок та пальмової олії, використовуючи метод головних компонентів протягом 18 годин. Смаження є одним із ключових процесів у харчовій промисловості, при якому правильний вибір рослинної олії визначає якість кінцевого продукту. У даному дослідженні картоплю фрі готували при температурі 175 °C із застосуванням п'яти різних видів олій. Було проаналізовано зміни фізико-хімічних властивостей олій та їхню здатність поглинати вільні радикали під час смаження. Найбільш придатні олії визначали шляхом порівняльного аналізу з використанням методу головних компонент (PCA). За результатами комплексного аналізу п'яти поширених олій для смаження найкращими є HHRO та CHRO. [46]

Також слід зазначити, що запобігаючи швидкому окисленню, олія HOLL мінімізує утворення шкідливих продуктів розпаду, таких як альдегіди, полімери та трансжири (які можуть утворюватися внаслідок термічної ізомеризації поліненасичених кислот) [10]. Це дозволяє харчовим компаніям відповідати жорсткішим стандартам безпеки та якості [11]. Олія ідеально підходить для обсмажування снєків, картоплі фрі, чіпсів та пончиків, гарантуючи, що готова продукція не набуде неприємного прогірклого запаху протягом терміну зберігання [12].

Заміна гідрогенізованих жирів та спеціалізовані продукти. Олія HOLL стала важливим інструментом для виробників, які прагнуть виключити частково гідрогенізовані жири (ЧГЖ) зі своїх рецептур, реагуючи на глобальні обмеження щодо трансжирів [13]. Завдяки своїй стійкості, олія HOLL забезпечує необхідну функціональність у маргаринах, спредах, а також у

виробництві вершків та глазури, де потрібна висока стабільність жирової фази [14]. Олія HOLL широко використовується як преміальна салатна олія та столова олія для безпосереднього споживання. Її нейтральний смак і висока стабільність зберігають смакові якості продукту навіть при тривалому зберіганні на полиці магазину [15]. У виробництві емульсій (майонезів, соусів) стійкість до окислення має вирішальне значення, оскільки вона запобігає появі небажаного смаку прогірклого жиру, що є основною причиною псування цих продуктів [16].

У технічній сфері олія HOLL цінується як екологічно безпечна та високоефективна альтернатива мастильним матеріалам на нафтовій основі [17]. Висока стабільність олії HOLL робить її ідеальною базою для так званих екологічно прийнятних мастил (EALs - Environmentally Acceptable Lubricants) [18]. Рослинні олії мають природно високу змащувальну здатність (Lubricity), що забезпечує чудове зниження тертя та захист металевих поверхонь від зносу [19]. Також олії HOLL є біорозкладними, що є критичною вимогою для гідравлічних систем у сільському господарстві, судноплавстві, лісозаготівлі та інших галузях, де існує високий ризик потраплення робочої рідини в ґрунт чи воду [20]. У цих випадках, використання олії HOLL мінімізує екологічні збитки [21]. Крім цього, застосування у гідравлічних системах, що працюють під високим тиском, вимагає високої термоокислювальної стабільності, якою володіє олія HOLL [22].

Контрольований хімічний склад олії HOLL відкриває шлях до її використання як сировини в тонкому хімічному синтезі [23]. Виробництво пластифікаторів. Олія HOLL може бути епоксидована або естерифікована для створення біопластифікаторів, які покращують гнучкість пластмас та полімерів, замінюючи токсичні фталати [24]. Це особливо актуально у виробництві медичних матеріалів та іграшок [25]. Завдяки своїй стабільності, олія використовується як компонент для виробництва фарб, лаків та смол, де потрібна хороша сумісність з іншими інгредієнтами та стійкість до зовнішнього середовища [26].

Ріпакова олія є історично важливою сировиною для біодизеля в Європі. Олія HOLL підвищує якість кінцевого біопалива [27]. Покращений біодизель (FAME). Біодизель, отриманий шляхом переестерифікації олії HOLL (метиліві ефіри жирних кислот, FAME), має кращі експлуатаційні характеристики [28]. Окислювальна стабільність біодизеля. Це критичний параметр, що впливає на термін зберігання та роботу двигуна. Висока частка олеїнової кислоти та низька частка ліноленої безпосередньо призводять до значного підвищення індукційного періоду біодизеля [29]. Це означає, що таке паливо більш стійке до розкладання під час зберігання, ніж біодизель із традиційних рослинних олій [30]. Стабільність двигуна. Біодизель із HOLL олії менше схильний до полімеризації та утворення відкладень у паливній системі та форсунках, що підвищує надійність двигунів [31].

Використання шроту та побічних продуктів. Після вилучення олії залишається ріпаковий шрот, який також має високу економічну цінність [35]. Ріпаковий шрот є високоцінною кормовою сировиною з високим вмістом білка (до 36-40%) [36]. Сучасні гібриди, включаючи високоолеїнові, є двонульовими (низький вміст глюकोзинолатів та ерукової кислоти), що робить шрот безпечним та ефективним для годівлі моногастричних тварин (свині, птиця) та ВРХ [37]. Шрот HOLL ріпаку є важливою альтернативою соєвому шроту, знижуючи залежність від імпорту [38].

1.3. Вплив технології вирощування на врожайність та якість насіння

Вибір системи основного обробітку ґрунту під ріпак озимий є критичним рішенням, що визначає фізичні, хімічні та біологічні характеристики ґрунтового середовища, необхідні для успішного осіннього розвитку та перезимівлі [7]. Традиційний полицевий обробіток (оранка) на глибину 25-30 см залишається найбільш надійним методом для руйнування ущільнення та фітосанітарного контролю. Оранка ефективно ліквідує плужну підшову, забезпечуючи вільний розвиток стрижневої кореневої системи ріпаку, що є запорукою успішної перезимівлі та доступу до вологи з глибоких шарів [8]. Глибоке загортання пожнивних решток мінімізує інфекційне навантаження,

особливо збудників фомозу та склеротиніозу, які можуть зимувати на поверхні [9].

Мінімальний обробіток (Mini-Till), що передбачає поверхневе розпушування, набуває популярності завдяки зниженню витрат пального та збереженню ґрунтової вологи. У посушливих регіонах або на легких ґрунтах залишення пожнивних решток на поверхні (мульча) значно зменшує випаровування вологи [10]. Дослідження показують, що за умови ефективного управління бур'янами та якісного розпушування, врожайність за Mini-Till може бути порівнянною з оранкою. Однак, на важких ґрунтах мінімізація обробітку може призвести до ущільнення, що негативно впливає на аерацію та зростання кореня, і як наслідок, на зимостійкість рослин [11].

Нульовий обробіток (No-Till), хоча й є найбільш ресурсозберігаючим, має специфічні ризики для ріпаку озимого [12]. Ріпак вимагає добре підготовленого насінневого ложа, а пряма сівба в необроблений ґрунт з великою кількістю решток може призвести як до нерівномірних сходів, що спричиняє поганий контакт насіння з ґрунтом через пожнивні рештки, а також обмеження розвитку кореневої системи, спричинене ущільненим верхнім шаром ґрунту [13].

Проте, тривале застосування No-Till підвищує вміст органічної речовини та покращує структуру ґрунту, що може мати позитивний вплив на стійкість посівів до посухи [14]. При прийнятті рішення про перехід на No-Till під ріпак, необхідно враховувати тип ґрунту, сівозміну та забезпечити високоякісну сівбу спеціалізованими сівалками [15].

Система обробітку впливає на біологічну активність ґрунту. Мінімізація обробітку зберігає ґрунтову біоту, що може покращити колообіг поживних речовин [16]. З іншого боку, обробіток, який забезпечує оптимальний водний та повітряний режими, мінімізує стрес для рослини в період наливу насіння. Будь-який ґрунтовий стрес, спричинений ущільненням або водною нестачею, призводить до порушення фізіологічних процесів, необхідних для повноцінного синтезу та накопичення олії [17].

Системи удобрення. Ріпак є «чемпіоном» за виносом поживних речовин. Для формування 4 т/га насіння необхідно від 180 до 250 кг/га азоту, 80-120 кг/га калію та 40-60 кг/га фосфору (у діючій речовині) [18]. Азот є найбільш динамічним елементом живлення, а його ефективність визначається дробністю внесення [19]. Осінній старт, помірна доза азоту восени стимулює формування потужної розетки (6-8 листків) та необхідного діаметру кореневої шийки, що є прямим механізмом підвищення зимостійкості [20]. Після відновлення вегетації, основне живлення проводиться у два етапи. Перше (рано навесні) стимулює інтенсивний ріст та формування бічних гілок. Друге (бутонізація) підтримує розвиток генеративних органів. Вибір форми азоту важливий. Нітратна форма забезпечує швидку доступність, тоді як амідна (сечовина) та амонійна форми дають пролонговану дію [21]. Слід зазначити, що надмірне азотне живлення, особливо на пізніх етапах (після цвітіння), може призвести до зниження вмісту олії за рахунок підвищення вмісту білка в насінні (ефект розведення) [22]. Дослідження підтверджують, що для високоолеїнового ріпаку необхідно оптимізувати дозу азоту таким чином, щоб досягти максимального валового виходу олії з гектара, а не просто максимальної врожайності насіння [23].

Фосфор є критичним для енергетичного обміну та розвитку кореневої системи [24]. Адекватне фосфорне живлення восени є запорукою успішної перезимівлі, оскільки сприяє накопиченню цукрів-кріопротекторів у кореневій шийці [25]. Калій регулює тургор клітин, підвищуючи стійкість рослини до водного та теплового стресу [26]. Калій також відіграє безпосередню роль у транспортуванні продуктів фотосинтезу із листя та стебла до насіння, де вони перетворюються на олію [27]. Достатнє калійне живлення позитивно корелює з підвищенням олійності та маси 1000 насінин [28] (рис.1.1).

Ріпак має унікально високу потребу у сірці, а також є дуже чутливим до дефіциту бору, що робить ці елементи критичними для якості та врожайності [29]. Сірка є не просто важливим, а критичним елементом для ріпаку, оскільки вона є складовою сірковмісних амінокислот і бере участь у роботі ферментів,

що регулюють синтез жирних кислот [30]. Дефіцит сірки швидко проявляється у вигляді хлорозу на молодих листках і, головне, призводить до різкого зниження вмісту олії у насінні [31]. Оптимальне співвідношення N:S у живленні ріпаку має бути в межах 4:1-5:1, що досягається за рахунок використання сірковмісних азотних добрив (наприклад, сульфату амонію) [32].

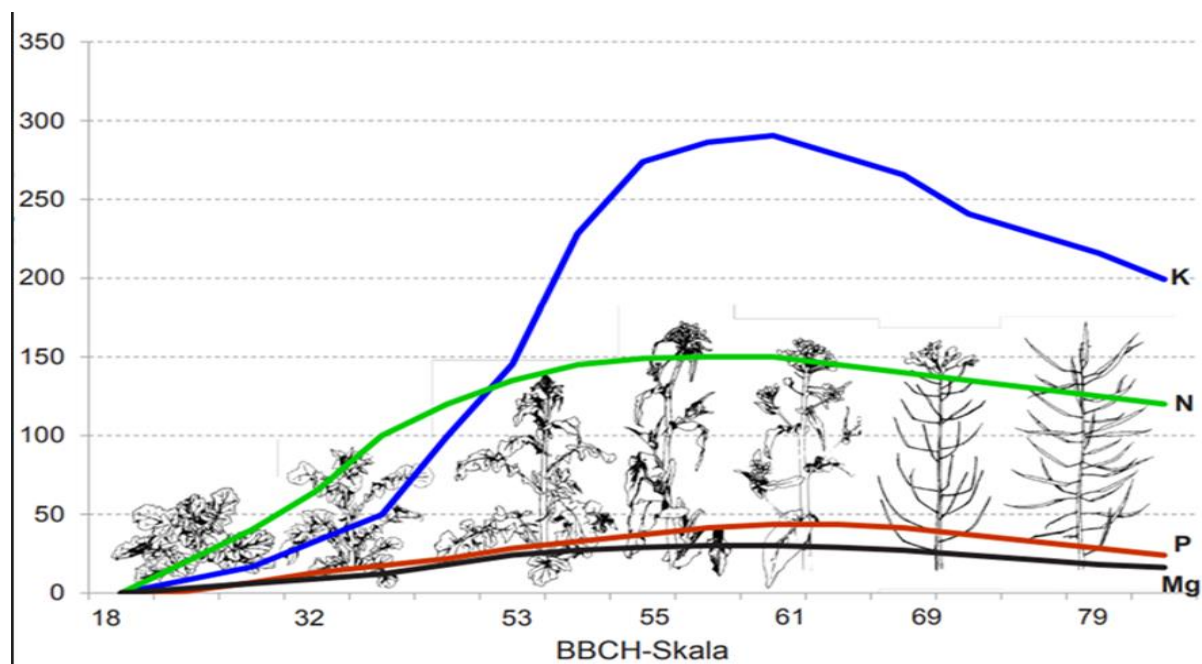


Рис. 1.1. Поглинання поживних речовин (N, P, K, Mg) ріпаком залежно від стадії фізіологічного розвитку (шкала BBCH за Хаком, 1993).

Бор є найбільш лімітуючим мікроелементом. Його дефіцит призводить до порушення росту пилкових трубок, нежиттєздатності пилку та абортів квіток і молодих стручків, що відоме як пустоцвіт [33]. Це викликає катастрофічні втрати врожаю. Позакореневе внесення бору (у фазі бутонізації та повторно на початку цвітіння) є обов'язковим агротехнічним прийомом, який гарантує повноцінне запліднення і налив насіння, що безпосередньо впливає на якість та врожайність високоолеїнового ріпаку [34].

Молибден (Mo) є незамінним для нітратного обміну (компонент нітратредуктази) і важливий для ефективного засвоєння азоту, особливо на кислих ґрунтах [35]. Марганець (Mn) та Цинк (Zn) є важливими кофакторами ферментів, що беруть участь у фотосинтезі, синтезі білків та ліпідів. Їхній

дефіцит частіше спостерігається на лужних ґрунтах, що вимагає коригуючого позакореневого підживлення [36] (рис.1.2).

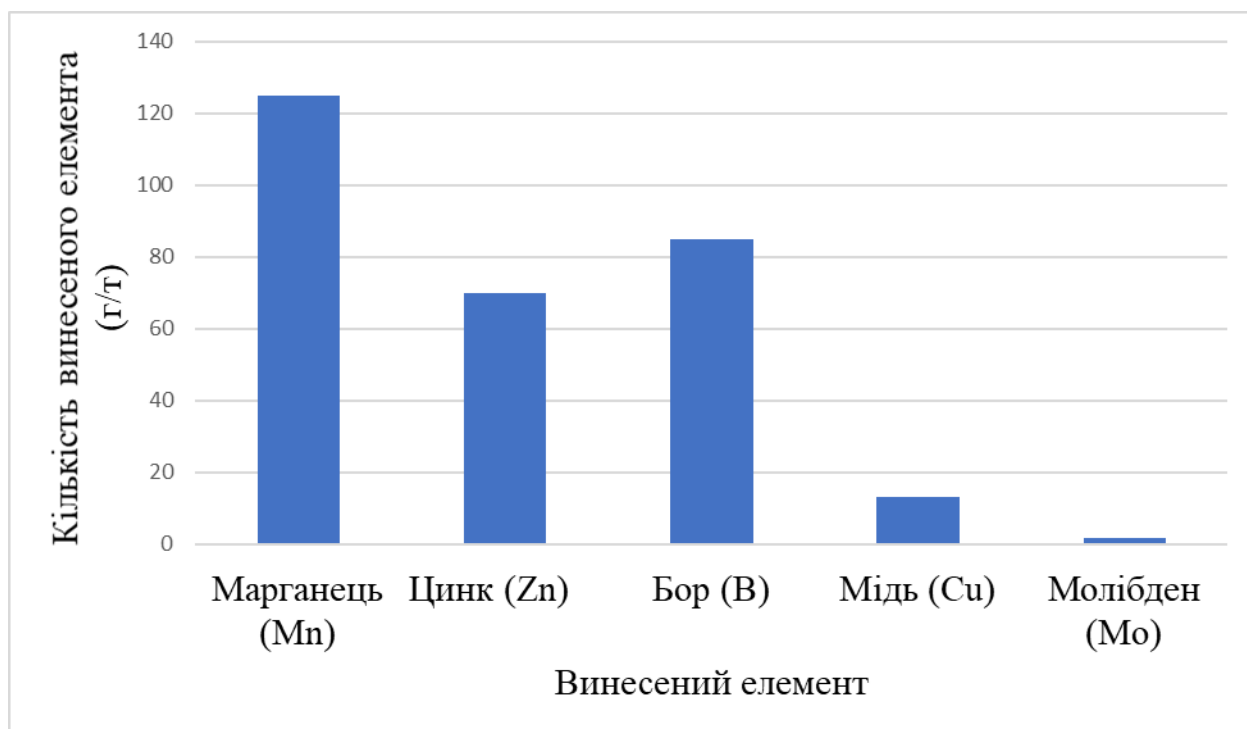


Рис. 1.2. Винос мікроелементів ріпаком озимим HOLL, г/т.

Параметри сівби є ключовими для формування оптимальної архітектури посіву, що впливає на освітленість, вентиляцію та стійкість рослин до стресів. Оптимальний термін посіву є ключовим для формування осінньої розетки з 6-8 листків та діаметра кореневої шийки 6-10 мм [37]. Недотримання термінів призводить до переростання (рання сівба), рослини витягуються, їхня точка росту піднімається, що робить їх чутливими до морозів та схильними до фомозу [38]. Тоді як пізня сівба призводить до недоростання, послини не встигають накопичити достатньо цукрів-кріопротекторів для успішної перезимівлі [39]. Оптимальний термін повинен розраховуватися на основі суми ефективних температур для досягнення фази загартування.

Ріпак демонструє високу компенсаторну здатність, тобто здатність формувати більшу кількість бічних гілок за умови меншої густоти [40]. Оптимальна кінцева густина посіву для високоолеїнових гібридів становить 30-50 рослин на 1 м² [41]. Загущення (понад 60 рос./м²) викликає конкуренцію за світло, витягування стебел та підвищений ризик вилягання, що ускладнює

збирання і знижує якість насіння [42]. Оптимальна густина забезпечує кращу освітленість нижніх ярусів, стимулює розвиток продуктивних бічних гілок і сприяє рівномірному наливу насіння, що позитивно позначається на вмісті олії[43]. Як показує практика вузькорядний посів (12-25 см) є найбільш ефективним, оскільки забезпечує рівномірний розподіл рослин на площі, швидке змикання рядів та краще використання ресурсів [44].

Застосування хімічних регуляторів та засобів захисту є необхідним для стабілізації врожайності та забезпечення якісних параметрів. Регулятори росту (ретарданти) використовуються для модифікації архітектури рослини. Восени для стримування росту вегетативної маси, посилення розвитку кореневої системи та ущільнення кореневої шийки, що підвищує стійкість до вимерзання [45]. Весною для скорочення висоти стебла, підвищення його міцності та стимулювання гілкування [46]. Зниження висоти та зміцнення стебла зменшує ризик вилягання [47]. Посіви без вилягання мають кращу вентиляцію та освітленість, що забезпечує синхронне дозрівання стручків та насіння, а це є запорукою максимального вмісту олії та стабільної якості [48].

Своєчасний фунгіцидний захист (проти склеротиніозу, фомозу, альтернаріозу) є критичним для збереження зеленої поверхні листя та стручків [49]. Здорові стручки є ключовими для процесу наливу насіння, оскільки саме вони здійснюють більшу частину фотосинтезу на пізніх етапах [50]. Захист стручків від хвороб продовжує період активного фотосинтезу та накопичення поживних речовин, що безпосередньо призводить до збільшення маси насіння та вмісту олії [51].

1.4. Дистанційний моніторинг у вирощуванні ріпаку озимого НО.

В основі дистанційного моніторингу лежить використання мультиспектральних знімків, отриманих із супутників або БПЛА, для розрахунку різних вегетаційних індексів [4]. Ці індекси є математичними комбінаціями відбивної здатності рослин у різних діапазонах електромагнітного спектра і слугують показниками їхнього стану, розвитку та здоров'я [5]. Найбільш поширеним індексом є Нормалізований диференційний

індекс вегетації (NDVI). Його розрахунок базується на співвідношенні відбивної здатності у видимому червоному (RED) та ближньому інфрачервоному (NIR) діапазонах [5]. Здорові рослини з високою фотосинтетичною активністю активно відбивають NIR-світло (за рахунок клітинної структури листя) і поглинають RED-світло (за рахунок хлорофілу). Високі значення NDVI (зазвичай понад 0,3-0,5) свідчать про густий та активний рослинний покрив. Натомість, низькі показники (нижче 0,15-0,2) можуть вказувати на слабкі сходи, пошкодження шкідниками, хворобами або навіть загибель рослин [6].

Крім NDVI, для ріпаку можуть застосовуватися й інші індекси, такі як EVI (Enhanced Vegetation Index) - менш чутливий до фонового ґрунту та атмосферних впливів, або NDRE (Normalized Difference Red Edge), який використовує діапазон Red Edge і є більш чутливим до вмісту хлорофілу на пізніх стадіях розвитку [7].

Використання різних платформ для збору даних забезпечує гнучкість і детальність моніторингу. Супутникові системи ДЗЗ: Забезпечують регулярне покриття великих територій (тисячі гектарів) із відносно низькою вартістю даних. Вони ідеально підходять для загального, регулярного моніторингу динаміки вегетації протягом сезону та створення карт неоднорідності для диференційованого внесення добрив [8]. Безпілотні літальні апарати (БПЛА/дрони): Надають надвисоку просторову роздільну здатність (до кількох сантиметрів на піксель), що є критично важливим для детальної діагностики проблемних ділянок [9]. Дрони, оснащені мультиспектральними або гіперспектральними камерами, дають змогу виявляти локальні осередки хвороб, шкідників або дефіциту живлення на ранніх стадіях [10]. Високоолеїновий ріпак озимий має довгий вегетаційний період, що вимагає постійного контролю, і дистанційний моніторинг забезпечує необхідну періодичність та точність даних на кожній фазі [11].

Оцінка осіннього розвитку та перезимівлі. Критичним етапом для озимого ріпаку є входження в зимівлю. Оптимальний розвиток рослин (5-8

листіків, діаметр кореневої шийки 6-10 мм) є запорукою успішної перезимівлі [12].

Використання NDVI восени дає змогу:

- Оцінити якість сходів. Низькі значення індексу можуть вказувати на недостатню густоту стояння або пошкодження сходів шкідниками (наприклад, хрестоцвітими блішками), що вимагає негайного інсектицидного захисту [13].
- Діагностувати неоднорідність поля. Карти вегетації допомагають виявити зони з надмірним або недостатнім розвитком. Зони з надто активною осінньою вегетацією (високий NDVI) можуть потребувати осінньої ріст-регуляції для запобігання переростанню та кращої підготовки до зимових умов [14].
- Оцінити перезимівлю. Навесні, відразу після відновлення вегетації, порівняння NDVI-знімків з осінніми дозволяє оперативно визначити відсоток загибелі рослин і прийняти рішення щодо доцільності подальшого вирощування або необхідності пересіву [6].

Диференційоване внесення азотних добрив. Ріпак є азотолюбивою культурою, і оптимальне азотне живлення безпосередньо впливає на врожайність і вміст олії [15]. Однак, внесення однакової норми добрив по всьому полю є неефективним через природну неоднорідність ґрунту та мікроклімату.

За допомогою NDVI-карт навесні визначаються зони з різним рівнем розвитку, що дозволяє диференціювати внесення агроресурсів. Ділянки зі слабкою вегетацією (низький NDVI) отримують підвищену норму азоту для стимулювання росту, тоді як ділянки з надто густим і активним покривом (високий NDVI) можуть отримати меншу дозу для запобігання виляганню та нераціональному використанню ресурсу [16]. Моніторинг ефективності підживлення. Постійний моніторинг після внесення добрив дає змогу оцінити,

наскільки швидко та ефективно рослини відреагували на азот, і за необхідності скоригувати наступні етапи дробного підживлення [17].

Оперативна діагностика проблем є однією з найважливіших переваг дистанційного моніторингу, оскільки швидке реагування на загрози мінімізує втрати врожаю високоолеїнового ріпаку. Виявлення хвороб та шкідників. Візуальне виявлення хвороб (наприклад, фомозу або склеротиніозу) або шкідників (ріпакового квіткоїда, прихованохоботника) часто відбувається вже тоді, коли ураження є значним і поширюється [18].

Зміни у відбивній здатності рослини, спричинені стресом (втрата хлорофілу, зміна клітинної структури), виникають задовго до того, як ці зміни стають видимими для людського ока [19]. БПЛА зі спеціалізованими камерами можуть виявити невеликі, локальні осередки ураження, які на картах вегетації виглядатимуть як зони різкого зниження NDVI або NDRE [20]. Отримані дані дозволяють створити карти завдань для внесення засобів захисту рослин (ЗЗР) лише на уражені ділянки, а не по всьому полю. Це забезпечує цільове застосування пестицидів, що знижує хімічне навантаження на довкілля та суттєво зменшує витрати [21].

Високоолеїновий ріпак є чутливим до конкуренції з бур'янами, особливо на ранніх стадіях розвитку. Застосування дистанційного моніторингу дозволяє зробити ідентифікацію бур'янів. Камери високої роздільної здатності на дронах, а також гіперспектральний аналіз, можуть розрізнити спектральні підписи ріпаку та різних видів бур'янів [22]. На основі отриманих карт створюються програми для дронів-обприскувачів або спеціалізованої наземної техніки, які вносять гербіциди виключно там, де виявлено бур'яни. Цей підхід є найбільш економічним і екологічно безпечним, особливо для дорогого післясходового захисту [23].

Використання дронів не обмежується лише моніторингом, вони стали повноцінним інструментом для виконання ряду агротехнологічних операцій на високоолеїновому ріпаку [24]. Дрони-обприскувачі мають низку важливих переваг, особливо на фазах активного росту ріпаку. Запобігають пошкодженню

посівів. Високий ріпак, особливо перед збиранням, дуже схильний до пошкодження колесами наземної техніки. Застосування дронів виключає утворення технологічної колії та пов'язані з цим втрати врожаю, які можуть сягати 5-15% [25]. Ключовий етап у технології вирощування є застосування дисикації посівів, оскільки забезпечує рівномірне дозрівання і якість насіння. Дрони можуть виконувати десикацію швидко і ефективно, мінімізуючи втрати [26]. Також високоолеїнові гібриди ріпаку, часто мають схильність до розтріскування стручків, тому вчасне внесення біоклею (антирозтріскувача) є критичним. Дрони забезпечують рівномірне та швидке покриття посівів у період, коли заїзд техніки є неможливим [27].

Хоча це опосередкована перевага моніторингу, використання дронів для обробки полів (замість важкої техніки) сприяє збереженню структури ґрунту [28]. Ущільнення ґрунту може призводити до зниження врожайності на 10-20%, і можливість відмови від заїзду важкого самохідного обприскувача на пізніх фазах розвитку ріпаку є значним економічним і агрономічним вирашем [28].

Економічна ефективність та перспективи. Впровадження дистанційного моніторингу у вирощування високоолеїнового ріпаку є значною інвестицією, проте вона швидко окупається завдяки оптимізації ресурсів та підвищенню якості врожаю [29].

Оптимізація витрат. Економія добрив та ЗЗР. Перехід до диференційованого внесення дозволяє зменшити загальне використання добрив (особливо азотних) на 10-30% і мінімізувати застосування пестицидів на ділянках, де вони не потрібні [30]. Зниження експлуатаційних витрат. Зменшення кількості проходів техніки призводить до економії палива та амортизації машин [29].

Своєчасна діагностика стресових факторів (шкідників, хвороб, нестачі живлення) та швидке, точкове реагування на них запобігає значним втратам урожаю. Згідно з деякими дослідженнями, інтеграція точного землеробства може збільшити врожайність ріпаку на 5-15% [31]. Крім того, якісна десикація та захист від розтріскування стручків прямо впливає на вміст олії та її якісні

показники (високий вміст олеїнової кислоти), що є ключовим для високоолеїнового ріпаку та підвищує його кінцеву вартість [32].

Дистанційний моніторинг, що базується на супутникових знімках та даних БПЛА, є незамінним інструментом в інтенсивній технології вирощування ріпаку озимого високоолеїнового. Він забезпечує всебічний контроль за посівами від фази сходів до збирання, дозволяючи агроному об'єктивно оцінювати стан рослин за допомогою вегетаційних індексів. Своєчасно та локалізовано реагувати на загрози (шкідники, хвороби, нестача живлення). Збільшити кінцеву врожайність та якість насіння високоолеїнового ріпаку [33].

Подальший розвиток технологій (гіперспектральні знімки, штучний інтелект для автоматичної діагностики) лише посилюватиме роль дистанційного моніторингу, перетворюючи його з допоміжного інструменту на основний елемент інтелектуального землеробства [34].

1.5. Фактори ризику недоотримання високого вмісту олеїнової кислоти у олії ріпаку озимого НО

Якість насіння є прямою функцією відсутності метаболічного стресу. Збалансоване живлення NPK-S-B та адекватне вологозабезпечення під час наливу насіння є необхідною умовою для максимальної активності ферментів ліпогенезу [57]. Дефіцит будь-якого критичного елемента (особливо сірки або бору), або гостра посуха, може призвести до скорочення періоду наливу насіння (передчасне дозрівання), а також порушення біосинтезу, що знижує загальний вміст олії [58].

Ефективне управління обробітком ґрунту (для вологозбереження) та системою живлення (для запобігання дефіциту) є ключовими для отримання насіння преміальної високоолеїнової якості [59]. Недоотримання цільового вмісту олеїнової кислоти - це явище, за якого її частка знижується нижче 70-75 %, що може призвести до зниження закупівельної ціни на 10-20%. Основними факторами ризику є ті, що безпосередньо або опосередковано впливають на ключові ензиматичні процеси у насінні в період ліпогенезу та досягання [4].

Аналіз цих факторів - від кліматичних до технологічних - дозволяє агроному розробити стратегію мінімізації якісних втрат [5].

Кліматичні умови, особливо температурний режим, у період наливу насіння є головним неконтрольованим ризиком, що впливає на якість олії [6]. Зниження рівня насичених жирних кислот і підвищення частки мононенасичених жирних кислот вважається важливим для підвищення якості харчової олії. Вміст олії в насінні та її жирнокислотний склад визначаються як генетичними особливостями рослини, так і умовами навколишнього середовища. Кліматичні умови можуть впливати на метаболізм жирних кислот у насінні ріпаку через різні біохімічні механізми. Наші дані свідчать, що озимі сорти з середнім або високим вмістом олеїнової кислоти підходять для виробництва біопалива, оскільки вони характеризуються високим загальним вмістом жирних кислот і доброю врожайністю. Літній сорт з підвищеним рівнем олеїнової кислоти краще використовувати для виробництва харчової олії, оскільки високий вміст олеїнової кислоти разом із низьким вмістом ерукової кислоти підвищує якість продукту. [45]

Формування жирнокислотного складу регулюється ферментами. Ключовим ферментом, що визначає відсоток олеїнової кислоти, є олеоїл-десатураза (SAD - stearyl-ACP desaturase) [7]. Цей фермент відповідає за десатурацію - перетворення олеїнової кислоти (C18:1) на поліненасичені лінолеву (C18:2) та ліноленову (C18:3) кислоти [8]. Активність олеоїл-десатурази обернено пропорційна температурі. Особливо низькі температури (нічні температури в межах 10-15°C або нижче) під час фази інтенсивного наливу насіння (кінцевий етап досягання) різко активують десатуразу [9]. Рослина, реагуючи на похолодання, прагне збільшити частку ненасичених кислот, оскільки вони роблять клітинні мембрани більш плинними та стійкими до низьких температур [10]. Це призводить до інтенсивного перетворення цільової олеїнової кислоти на лінолеву, що знижує вміст олеїнової кислоти на 5-10% і може вивести партію насіння з преміальної категорії [11]. Таким чином,

тривалий період прохолодної погоди наприкінці вегетації є найбільш значущим фактором ризику для якості високоолеїнової олії [12].

Посушливі умови (водний стрес) є більшим ризиком для кількості врожаю (зниження загальної олійності), проте вони опосередковано впливають на якість [13]. Гостра нестача вологи в період наливу насіння спричиняє передчасне фізіологічне дозрівання рослин, що різко скорочує період ліпогенезу [14]. Насіння в таких умовах може не встигнути накопичити повний обсяг олії та досягти генетично запрограмованого жирнокислотного профілю [15]. Крім того, водний стрес у поєднанні з високою температурою може викликати утворення неоднорідного насіння за жирнокислотним складом, що ускладнює стандартизацію якості [16].

Озимий ріпак з високим вмістом олеїнової кислоти (НО, C18:1) є цінним як для харчових, так і для промислових застосувань. Хоча НО-мутанти вже описані, інформації про вплив умов середовища на рівень олеїнової кислоти в цих мутантах обмаль. Для дослідження цієї залежності була вирощена популяція з 60 подвійно-гаплоїдних (DH) ліній, що відрізнялися за вмістом олеїнової кислоти (56–75% C18:1), протягом двох років у трьох регіонах північної Німеччини. Аналіз дисперсії показав дуже високу спадковість цього показника ($h^2 = 0,99$). Класифікація DH-ліній на групи з високим (>64% C18:1) та низьким (<64% C18:1) вмістом олеїнової кислоти також продемонструвала високу спадковість ($h^2 = 0,94$) всередині кожної групи. Результати свідчать, що у НО-ліній озимого ріпаку вміст олеїнової кислоти був стабільним за різних екологічних умов у трьох досліджених місцях [5]. Збалансоване мінеральне живлення є необхідним для підтримання метаболізму та синтезу жирних кислот. Дефіцит або надлишок ключових елементів створює значні ризики для якості [17].

Надмірне азотне живлення, особливо у другій половині вегетації, є відомим ризиком, який призводить до так званого ефекту розведення [18]. Азот стимулює синтез білка у насінні, оскільки білок та олія синтезуються з одних і тих же вуглеводних асимілятів. Коли вміст білка зростає, частка олії у насінні

неминуче знижується [19]. Хоча цей фактор не завжди прямо знижує відсоток олеїнової кислоти, він зменшує загальний валовий збір олії з гектара. Може подовжувати період вегетації, піддаючи посіви ризику вилягання та пізнього похолодання, що опосередковано впливає на олеїнову кислоту [20].

Сірка є критично важливою для ріпаку і її дефіцит є прямим ризиком для якості [21]. Сірка необхідна для формування ферментів. Вона є компонентом ферментів, які каталізують біосинтез олії та є невід'ємною частиною ліпідного метаболізму [22]. Формування пластид. Сірка потрібна для синтезу хлорофілу, а саме в пластидах (лейкопластах та хлоропластах) насіння відбувається синтез жирних кислот [23]. Недостатнє забезпечення сіркою (особливо при високих дозах азоту, N:S вище 7:1) призводить до значного зниження загального вмісту олії, а також може порушити збалансоване співвідношення жирних кислот, хоча вплив на олеїнову кислоту менш прямий, ніж на загальну олійність [24]. Дефіцит Бору призводить до некрозу точок росту та найголовніше - до порушення запліднення (пустоцвіту) та абортів молодих стручків [25]. Хоча бор не є частиною олії, його нестача спричиняє утворення нерівномірного, дрібного насіння, яке не може досягти свого якісного потенціалу [26]. Калій (K) регулює водний баланс та є ключовим у транспорті асимілятів (цукрів) з вегетативних органів до насіння [27]. Дефіцит калію у фазі наливу насіння обмежує надходження "будівельного матеріалу" для синтезу олії, що призводить до низької маси тисячі насінин та недонакопичення олії [28].

Терміни сівби є основним інструментом для позиціонування найбільш чутливої фази (налив насіння) у найбільш сприятливі кліматичні вікна [29]. Надто пізня сівба є найбільшим ризиком для якості. Вона призводить до того, що налив насіння відбувається пізно влітку або навіть восени, коли температури можуть бути значно нижчими за 15°C [30]. Це, як зазначено вище, активізує десатуразу та знижує вміст олеїнової кислоти [31]. Оптимальний термін сівби повинен забезпечити дозрівання насіння до настання стійких осінніх похолодань, але й уникнути пікової літньої спеки [32].

Загущені посіви (понад 60-70 рос./м²) призводять до витягування стебел та підвищеного ризику вилягання [33]. Вилягання створює мікроклімат у приземному шарі з високою вологістю та низькою освітленістю, що сприяє розвитку хвороб (наприклад, склеротиніозу) [34]. Нерівномірному дозріванню. Стручки у затінених, вологих нижніх ярусах дозрівають повільніше та в умовах нижчих температур, ніж верхні. Це призводить до значної варіативності жирнокислотного складу зібраного насіння, що знижує середню якість партії [35]. Використання регуляторів росту для запобігання вилягання є необхідним заходом для мінімізації цього ризику [36].

Навіть після успішного наливу, якість може бути втрачена на етапі збирання та зберігання [37]. Невчасне збирання. Передчасне або запізнеле збирання може призвести до втрат якості. Якщо збирання відбувається передчасно, насіння ще не досягло максимального вмісту олії та якісного профілю [38]. Порушення у зберіганні. Зберігання насіння з підвищеною вологістю призводить до активації ліпаз - ферментів, які розщеплюють олію. Це викликає підвищення кислотного числа олії, що є показником її деградації та знижує якість [39]. Хоча цей фактор не змінює відсоток олеїнової кислоти, він погіршує товарну якість олії.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика господарства

ТОВ «НІЖИН АГРО» Розташоване за адресою Україна, Чернігівська обл., Ніжинський р-н, село Вертіївка, вул. Урожайна, будинок 112. Керівником організації є Кобижча Іван Олександрович. Земельні угіддя розташовані на території Вертіївської та Ніжинської об'єднаних територіальних громад (рис. 2.2).

Основним видом діяльності є вирощування зернових культур, бобових культур і насіння олійних культур (табл. 2.1). Також ТОВ «НІЖИН АГРО» активно проводить власні дослідження: закладає демо-ділянки, які пов'язані із внесенням різних норм добрив, порівняння впливу обробітку ґрунту та способів сівби.

Таблиця 2.1.
Розподіл сільськогосподарських культур ТОВ «НІЖИН АГРО» 2025р.

Види с/г культур	Площа зайнята під с/г культуру, га
Озима пшениця	575
Озимий ріпак	880
Соняшник	2579
Кукурудза	154
Соя	3400
Ярий ріпак	182

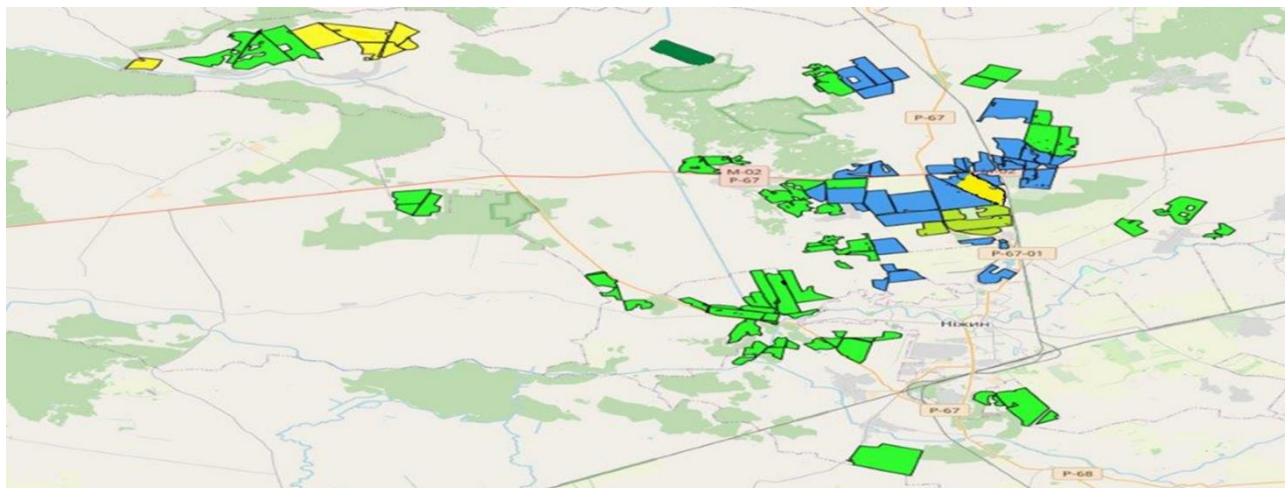





Рис. 2.2. Карта розташування полів господарства ТОВ «НІЖИН АГРО».

2.2. Ґрунтові умови господарства

Територія господарства знаходиться в Центральному агроґрунтовому районі Північного Лісостепу. Ніжинський район розташований у південній та центральній-східній частині Чернігівської області України. Для території Ніжинського району, що повністю розташовується в межах Придніпровської низовини, характерне домінування плоских, подекуди полого-хвилястих, місцями заболочених, рівнинних просторів, формування яких зумовлене рядом ендегенних та екзогенних чинників рельєфоутворення зі значно переважаючим впливом останніх.

У формуванні даного рельєфу основну роль відіграли ерозійні процеси, дія яких особливо зросла після вирубки лісів.

Основні ґрунти господарства ТОВ «НІЖИН АГРО» (рис. 2.3).

-  Темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти
-  Сірі опідзолені ґрунти
-  Чорноземи типові

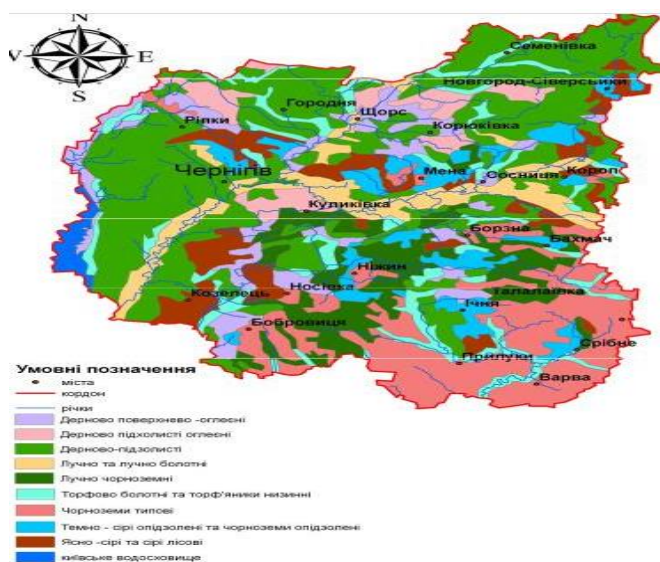


Рис. 2.3. Карта ґрунтів Чернігівської області. [51]

Опис розрізу ясно-сірих і сірих опідзолених супіщаних ґрунтів наведено на рисунку 2.4.



HE 0-26 см - гумусо-елювійований горизонт, ясно-сірий, збіднений мулом, збагачений борошністою присипкою SiO_2 , перехід ясний.

E(h) 26-41 см - елювіальний, у верхній частині помітно гумусований, сіро-бурий, вологий, важкосуглинковий, щільний, перехід ясний.

I 42-105 см - ілювіальний, безгумусний, темно-бурий або бурий, грудкувато-призматичний, дуже щільний, грані структурних окремоостей мають колоїдне покриття та присипку SiO_2 , перехід поступовий.

P₁ 110-142 см - слабоілювіальна порода, буро-пальова, з натіками колоїдів, слабкоущільнена, різкий перехід.

P_k 143-250 см - ґрунтова порода палевий лес, карбонати представлені у формі псевдоміцелію чи прожилок.

Рис. 2.4. Розріз ґрунту, та його опис

2.3. Погодно-кліматичні умови господарства

Клімат Ніжинського району Чернігівської області помірно континентальний, із чітко вираженими порами року - холодною зимою, теплою весною, спекотним літом і прохолодною осінню (рис. 2.5). Клімат району загалом сприятливий для землеробства: тут успішно вирощують зернові, технічні, кормові та овочеві культури, а також плодові дерева й ягідники. Водночас навесні та восени можливі заморозки, а влітку трапляються короткі періоди нестачі вологи. У цілому клімат ніжинського краю характеризується як помірно теплий і достатньо вологий, придатний для ведення інтенсивного сільського господарства.

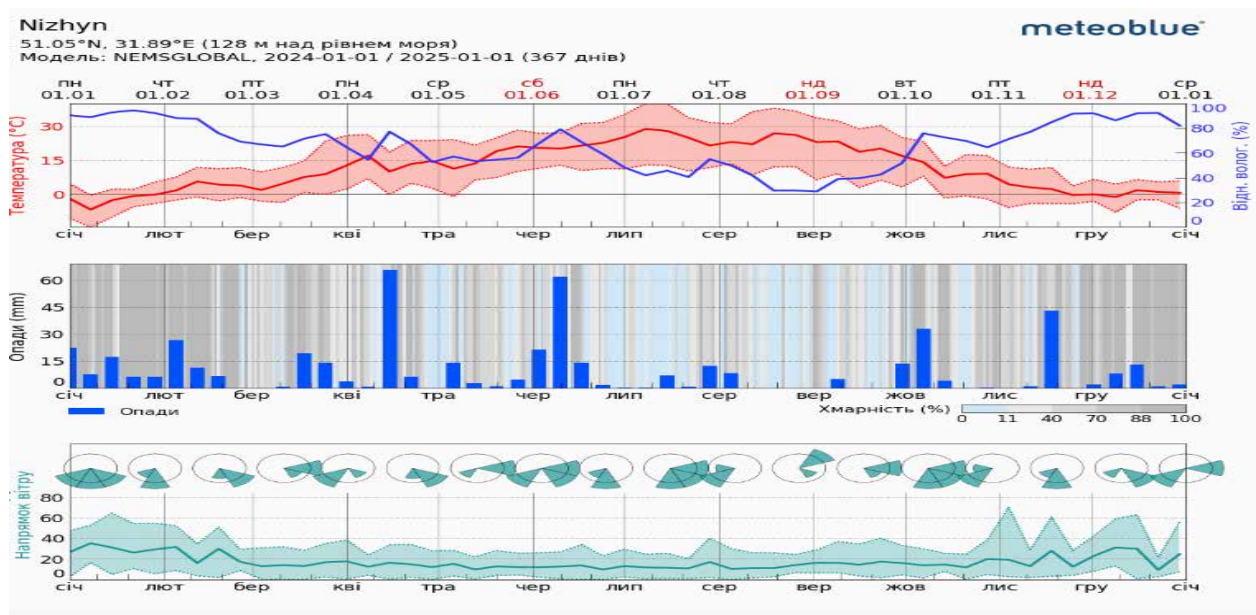


Рис. 2.5. Показники погодних умов у Ніжині за 2024 рік.[50]

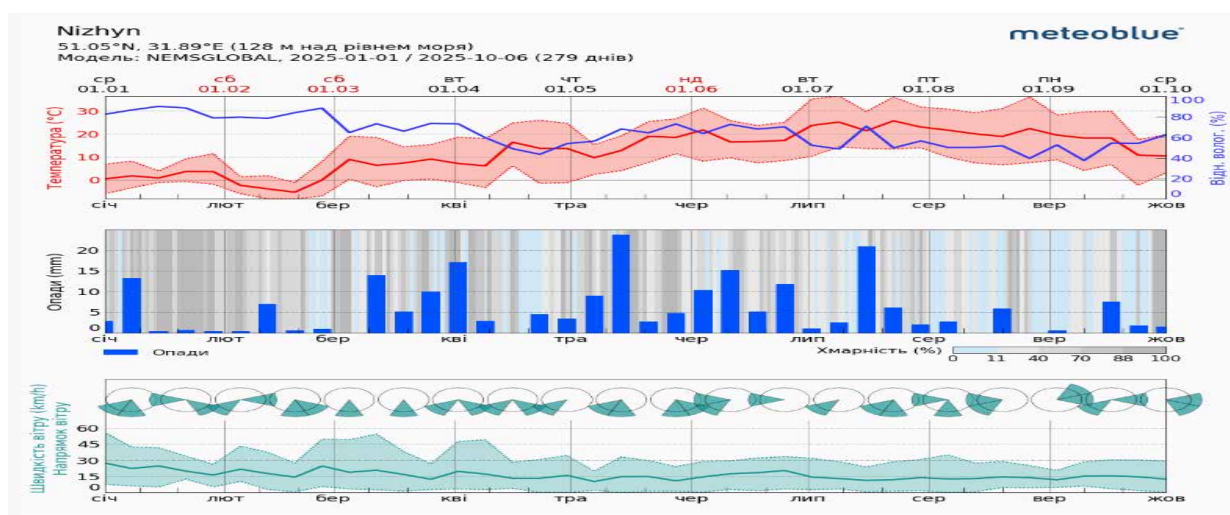


Рис. 2.6. Показники погодних умов у Ніжині за 2025 рік.[50]

Для Ніжина притаманні помірні температури з коливаннями від холодних зимових до спекотних літніх показників. Середньорічна температура повітря становить близько $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$. У січні, який є найхолоднішим місяцем, середня температура тримається на рівні $-6\text{...}-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в окремі періоди може знижуватися до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найтепліший місяць - липень, коли середня температура становить $+18\text{...}+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальні значення сягають $+33\text{...}+35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Весна приходить у другій половині березня, розвивається поступово, а осінь зазвичай триває до кінця жовтня (рис. 2.6).

Річна кількість опадів у середньому становить 500-600 мм. Більша їх частина (до 70 %) припадає на теплий період року, особливо на червень і липень, коли спостерігаються короткочасні зливи й грози. Узимку опади випадають переважно у вигляді снігу, який утворює стійкий сніговий покрив висотою близько 15 см і зберігається в середньому від 80 до 100 днів.

Вітровий режим характеризується переважанням західних і північно-західних вітрів середньої швидкості 3-5 м/с. Іноді, особливо навесні та восени, бувають сильні пориви до 12-15 м/с. Сонячне сяйво триває близько 1 900 годин на рік, що створює сприятливі умови для розвитку рослинності. Вегетаційний період, коли середньодобова температура перевищує $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, триває приблизно 165-175 днів, а період із температурою понад $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ - близько 210 днів. Такі умови забезпечують добрі можливості для вирощування більшості сільськогосподарських культур, характерних для Лісостепу України: зернових, технічних, овочевих і плодових.

Загалом погодно-кліматичні умови Ніжина можна охарактеризувати як помірно теплі та достатньо вологі, сприятливі для ведення землеробства, садівництва та тваринництва, з окремими ризиками заморозків навесні та восени, а також короткочасними посушливими періодами влітку.

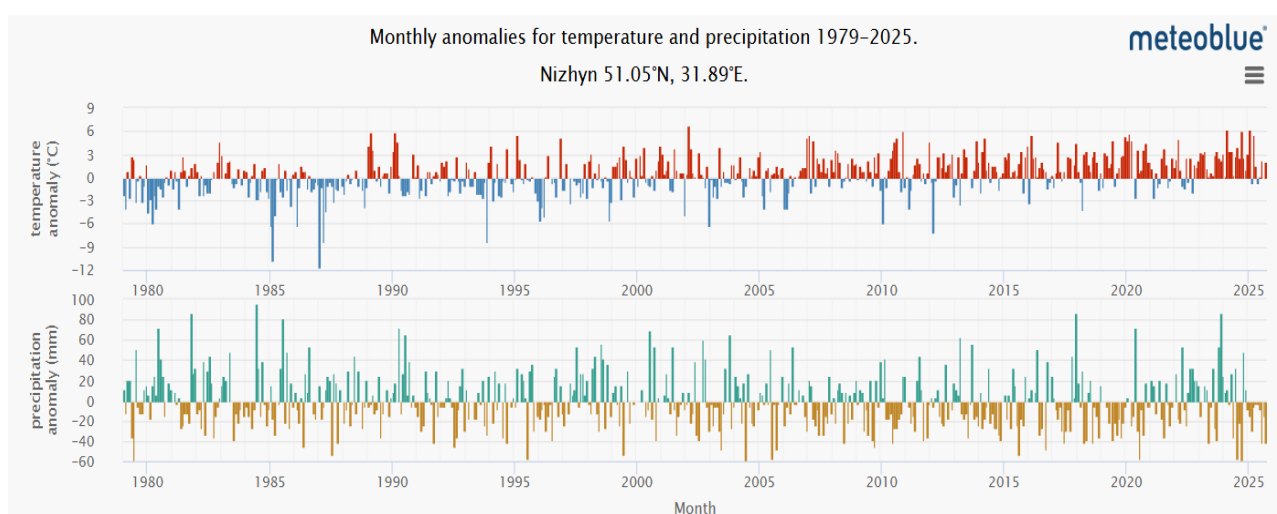


Рис. 2.7. Місячні аномалії температури та опадів(Зміна клімату у Nizhyn). [50]

Наведений вище графік, ілюструє аномалію температури по кожному місяцю з 1979 року до сьогодні (рис. 2.7). Ми яскраво прослідковуємо, наскільки тепліше або холодніше, ніж середнє 30-річні показники клімату в 1980-2010 роках. Таким чином, місяці, позначені червоним кольором, були теплішими, а синім - холоднішими за норму. Для більшості графіка, ми бачимо збільшення кількості тепліших місяців з роками, що є відображенням глобального потепління і пов'язане зі зміною клімату. На нижній частині графіка ми бачимо аномалію опадів по кожному місяцю з 1979 року до сьогодні. Таким чином, місяці забарвлені зеленим кольором були вологішими, а коричневим - сухішими за норму.

2.4. Технологія вирощування ріпаку озимого НО у господарстві

Гібрид V352 OL від DSV є представником нового покоління озимого ріпаку, ключовою особливістю якого є високоолеїновий (High Oleic - OL) профіль олії, що гарантує значно вищий вміст мононенасиченої олеїнової кислоти (C18:1, як правило, понад 70% і може сягати 80% і вище) та одночасно низький вміст ліноленової кислоти. Така олія є більш стійкою до окислення, що забезпечує довший термін зберігання та придатність для високотемпературної переробки.

Як гібрид від DSV, V352 OL розроблений для досягнення стабільно високої врожайності та олійності навіть у складних агрокліматичних умовах. Він має комплекс генетичних стійкостей, який включає високу толерантність або повну стійкість до основних хвороб, таких як жовтий вірус турнепсу (TuYV), фомоз (часто завдяки гену RLM-7) та вертицильоз, що забезпечує здоровий розвиток рослин протягом усього періоду вегетації. Гібрид вирізняється потужним осіннім розвитком кореневої системи для кращої перезимівлі та доброю адаптивністю до різних типів ґрунтів і погодних стресів, зокрема високою посухостійкістю. Крім того, як і більшість сучасних розробок

DSV, він має стійкість до розтріскування стручків, що мінімізує втрати врожаю під час збирання.

Після збирання пшениці озимої, обробіток ґрунту розпочався із оранки, яка проводилася 20 липня 2024 року. Пізніше, 28 липня 2024 року проводилося вертикальний обробіток дискування на глибину 10-12 см. 2 серпня 2024 року проводилася передпосівна культивуація. Глибина обробітку коливалася від 3 до 5 см.

Сівбу культури проводили 3 серпня 2024 року з нормою висіву 450 тис. насінин/га. Одночасно з посівом відбувалося внесення добрив: Діамофоска NPK 10-26-26 у дозі 85 кг/га. Калій хлористий вносили під попередник ріпаку (пшеницю озиму) у дозі 100 кг/га.

2.5. Система захисту ріпаку озимого НО в ТОВ «Ніжин АГРО»

Представлена таблиця відображає комплексний план захисту та живлення посівів високоолеїнового озимого ріпаку впродовж вегетаційного періоду 2024-2025 років (табл. 2.2). Всі агротехнічні заходи (обробка насіння, гербіцидні, інсектицидні, фунгіцидні обробки та підживлення) були чітко прив'язані до відповідних фаз розвитку культури за шкалою ВВСН. Загальна площа, охоплена більшістю весняних заходів, становить 880 га.

Таблиця 2.2.

Система захисту ріпаку озимого НО в ТОВ «Ніжин АГРО»

Мікростадія ВВСН	Термін настання	Номенклатура	Одиниці виміру	Норма, л(кг)	Площа, га	Кількість
1	2	3	4	5	6	7
ВВСН-00	06.- 08.08.202 4	Султан КС	л	1,80	464	0,53
		Філдер КЕ	л	2,19	184	0,21
		Клозе 480	л	0,15	705	0,80
		Юні-Глі 360 РК	л	2,0	55	0,06
		Пірінекс Супер КЕ	л	1,30	705	0,80

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
ВВСН-09	08.-09.08.2024	Пірінекс Супер КЕ	л	1,50	159	0,18
ВВСН-11	19.-21.08.2024	Юні-КС 3.5 к.с.	л	1,45	398	0,45
		Борна кислота	кг	0,50	398	0,45
ВВСН-11	20.-21.08.2024	Юні-Грас 150 к.е.	л	0,55	239	0,27
		Тренд-90	л	0,17	239	0,27
ВВСН-12	26-29.08.2024	Юні-Грас 150 к.е.	л	0,78	464	0,53
		Юні-КС 3.5 к.с.	л	1,50	464	0,53
		Юні-Лямбда 100 СК	л	0,15	464	0,53
		Тренд-90	л	0,20	464	0,53
		Борна кислота	кг	0,50	464	0,53
		Кислота лимонна	кг	0,08	165	0,19
ВВСН-12	28.08.2024	Версар к.е.	л	1,50	55	0,06
ВВСН-13	26.08.2024	Пірінекс Супер КЕ	л	1,70	148	0,17
		Версар к.е.	л	1,70	11	0,01
ВВСН-13	03-09.09.2024	Пірінекс Супер КЕ	л	1,78	452	0,51
		Юні-Теб 430, КС	л	0,50	3	0,00
		Кислота лимонна	кг	0,03	161	0,18
		Денді	л	0,4	113	0,13
		Версар к.е.	л	0,316	161	0,18
		Сульфат магнію	кг	2,05	452,00	0,5
ВВСН-13	04.09.2024	Версар к.е.	л	2,00	24	0,03
		Сульфат магнію	кг	1,80	24	0,0
ВВСН-13	06-09.09.2024	Юні-Теб 430, КС	л	0,55	214	0,24
		Юні-Лямбда 100 СК	л	0,33	214	0,24
		Юні-Грас 150 к.е.	л	0,80	159	0,18
		Тренд-90	л	0,2	159	0,18
		Борна кислота	кг	0,50	214	0,24

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
ВВСН-13	08-09.09.2024	Денді	л	2,0	97	0,11
		Сульфат магнію	кг	2,00	97	0,1
ВВСН-15	10.09.2024	Пірінекс Супер КЕ	л	2,00	131	0,15
		Юні-Теб 430, КС	л	0,50	131	0,15
		Кислота лимонна	кг	0,02	131	0,15
		Сульфат магнію	кг	2,02	131	0,1
ВВСН-16	10-11,16.09.2024	Юні-Теб 430, КС	л	0,54	406	0,46
		Юні-Лямбда 100 СК	л	0,20	406	0,46
		Юні-КС 3.5 К.Е.	л	0,59	51	0,06
		Юні-Ацетаміприд 200 КС	л	0,26	212	0,2
		Борна кислота	кг	0,49	406	0,46
ВВСН-17	18,20.09.2024	Юні-Теб 430, КС	л	0,55	118	0,13
		Юні-Лямбда 100 СК	л	0,40	118	0,13
		Юні-КС 3.5 К.Е.	л	1,01	121	0,14
		Тренд-90	л	0,20	3	0,00
		Борна кислота	кг	0,50	121	0,14
ВВСН-18	24.09.2024	Бактороденцид зерновий	кг	3,09	194	0,22
ВВСН-18	01-04.10....	Юні-Теб 430, КС	л	1,00	519	0,59
		Данадим Стабільний к.е.	л	1,50	131	0,15
		Ниватон Бор 160	л	0,50	131	0,15
		Юні-КС 3.5 К.Е.	л	1,50	388	0,44
		Юні-Лямбда 100 СК	л	0,20	55	0,06
		Тренд-90	л	0,20	519	0,59
		Борна кислота	кг	0,50	388	0,44
ВВСН-19		Пірінекс Супер КЕ	л	2,50	34	0,04
ВВСН-19		КАС-32	кг	90,00	440	0,50

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
						Весна
ВВСН-19		Сульфат амонія	кг	80,00	880,00	1,0
ВВСН-19		Селітра вапняково-аміачна	кг	250,00	880,00	1,0
ВВСН-21	1 внесення	Юні-Карбендазим 500 КС	л	0,70	880,00	1,0
		Юні-Флу 250 к.с.	л	0,20	880,00	1,0
		Юні-КС 3.5 К.Е.	л	1,20	880,00	1,0
ВВСН-30		КАС-32	кг	120,00	880,00	1,0
ВВСН-39	2 внесення	Тейзер КС	л	0,15	880,00	1,0
		Юні-Карбендазим 500 КС	л	0,50	880,00	1,0
		Декстер	л	0,60	880,00	1,0
		Юні-МСО+	л	0,30	880,00	1,0
		Аркоро	л	0,10	880,00	1,0
		Юні-Теб 430, КС	л	0,60	880,00	1,0
		Карбамід	кг	5,00	880,00	1,0
		Сульфат магнію	кг	1,00	880,00	1,0
ВВСН-39		Ниватон Бор 160	кг	1,00	880,00	1,0
		Слаш, к.е.	л	1,00	880,00	1,0
ВВСН-39		Юні-МСО	л	0,30	880,00	1,0
ВВСН-55	3 внесення	Данадим Стабільний к.е.	л	1,20	880,00	1,0
		Сульфат магнію	кг	2,00	880,00	1,0
		Ниватон Бор 160	л	1,00	880,00	1,0
ВВСН-64	4 внесення	Біскайя 240 ОД, МД	л	0,40	880,00	1,0
		Юні-Теб 430, КС	л	0,40	880,00	1,0
		Юні-Карбендазим 500 КС	л	0,50	880,00	1,0
		Юні-Протіо 480 КС	л	0,20	880,00	1,0
ВВСН-69	5 внесення	Юні-Теб 430, КС	л	0,50	880,00	1,0
		Юні-Ацетаміприд 200 КС	л	0,30	880,00	1,0
		Юні-МСО	л	0,30	880,00	1,00

Осінній період (ВВСН-00 - ВВСН-18). Основні заходи були спрямовані на створення оптимальних умов для перезимівлі та боротьбу з осінніми ризиками. Захист від бур'янів передбачав комплексне застосування ґрунтових та післясходових гербіцидів (Султан КС, Філдер КЕ, Юні-Грас 150 к.е.). Застосування інсектицидів (Пірінекс Супер КЕ, Юні-Лямбда 100 СК) проводилося для захисту молодих сходів від хрестоцвітих блішок та інших осінніх шкідників. Використання росторегулюючих фунгіцидів (Юні-Теб 430, КС) та мікродобрив (Борна кислота, Сульфат магнію) проводилося для стимуляції розвитку кореневої системи та підвищення зимостійкості. Для контролю гризунів, проведено внесення Бактороденциду зернового у фазі ВВСН-18.

Весняний період (ВВСН-19 – ВВСН-69). Основний акцент був зроблений на забезпечення рослин елементами живлення та багатократному захисті в критичні фази формування врожаю.

Азотне живлення (ВВСН-19 - ВВСН-30) - проведення трьох основних ранньовесняних підживлень сухими та рідкими азотними добривами (КАС-32, сульфат амонію, селітра вапняково-аміачна) для забезпечення швидкого відновлення вегетації та закладання потенціалу врожайності. Додаткове підживлення КАС-32 у фазі ВВСН-30 (початок стеблування

Для профілактики та лікування хвороб стебла, листя та стручків (фомоз, склеротиніоз), застосовували системні препарати (Юні-Карбендазим 500 КС, Юні-Теб 430, КС, Юні-Протіо 480 КС). Обробки інсектицидами (Данадим Стабільний к.е., Біскайя 240 ОД) проводили у критичні фази (цвітіння та формування стручків) для контролю квіткоїда та прихованохоботників. Систематичне внесення Ниватон Бор 160 та Сульфату магнію (ВВСН-39, ВВСН-55) для забезпечення оптимального цвітіння та зав'язування стручків. Така деталізована схема підтверджує застосування інтенсивної технології вирощування з високим рівнем контролю агрономічних ризиків.

2.6. Методика проведення досліджень

Дослідження щодо управління продуктивність ріпаку озимого НО за різних способів обробітку ґрунту та системи удобрення проводили в умовах господарства ТОВ «НІЖИН АГРО» Ніжинського району Чернігівської області впродовж 2024-2025 років. Експеримент проводили на полі № 114. Площа - 59 га, попередник пшениця озима. Гібрид V352 OL (DSV). Дата посіву - 3.08.2024р. Густота посіву – 450тис./га. Ширина міжряддя: 35 см.

Схема досліду наведена у таблиці 2.3, включала:

1. Фактор А - основний обробіток ґрунту
2. Фактор Б – виділення зон продуктивності та диференційне внесення КАС-32.

Таблиця 2.3.

Схема досліду «Дослідження шляхів управління продуктивність ріпаку озимого НО».

Фактор А	Фактор Б		
	Припосіне внесення	Ранньовесняне підживлення	Диференційне внесення у фазі ВВСН 30
Полицева оранка, плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль)	Діамонійфосфат NP 18:46 85кг/га	Вапнякова селітра N 27 Ca 6 Mg 4 300кг/га, Амоній сульфат NS 21:24 100кг/га	Зона високої продуктивності КАС-32 100л/га
Безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см			
Дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V			
Прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD			

Впродовж вегетації було здійснено відбори рослин, а також визначено їх біометричні показники. На кожній ділянці варіанту проводився облік врожаю визначенням рівня біологічної врожайності, відносно фактичної густоти стояння. Визначення показників якості насіння проводилося методом газової хроматографії на приладі Shimadzu Nexis GC-2030. Розрахунок економічної складової проводився за цінами 2025 року.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агрохімічний аналіз досліджуваної ділянки

Перед проведенням дослідження ми провели комплексний аналіз ґрунту. Зразки відбирали за допомогою автоматичного пробовідбірника ґрунту N2006 від німецької компанії Bodenprobetechnik Peters GmbH (колишня Nietfeld) в парі з Toyota Land Cruiser 79 (рис. 3.1)



Рис. 3.1. Toyota Land Cruiser 79 з автоматичним пробовідбірником ґрунту N2006 від німецької компанії Bodenprobetechnik Peters GmbH (колишня Nietfeld).

Для планування відбору ґрунтових зразків на полі загальною площею 59 га було обрано метод зонування на основі регулярної сітки. Визначення розміру ділянки. Згідно з методичними рекомендаціями для агрохімічного обстеження, було прийнято рішення про створення елементарних ділянок площею 4 га кожна (рис. 3.2).

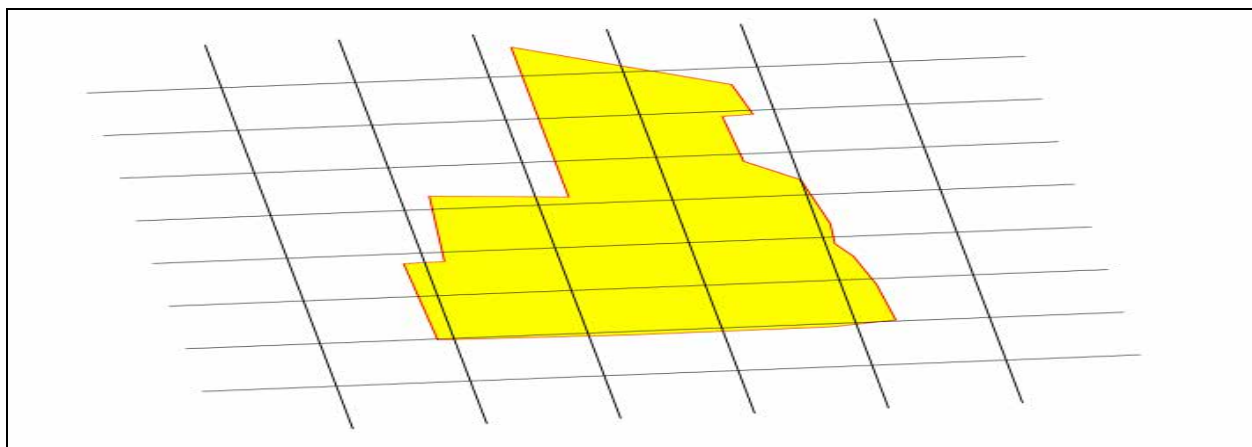


Рис. 3.2. Побудова елементарних ділянок для відбору проб.

На електронну карту поля було накладено регулярну сітку. Для мінімізації кількості нерівномірних ділянок по периметру та з урахуванням конфігурації поля, сітку було орієнтовано під оптимальним кутом. Після доопрацювання та коригування меж було створено фінальну карту поля, розділену на 15 елементарних ділянок, кожна з яких має площу, близьку до цільових 4 га (рис. 3.3).

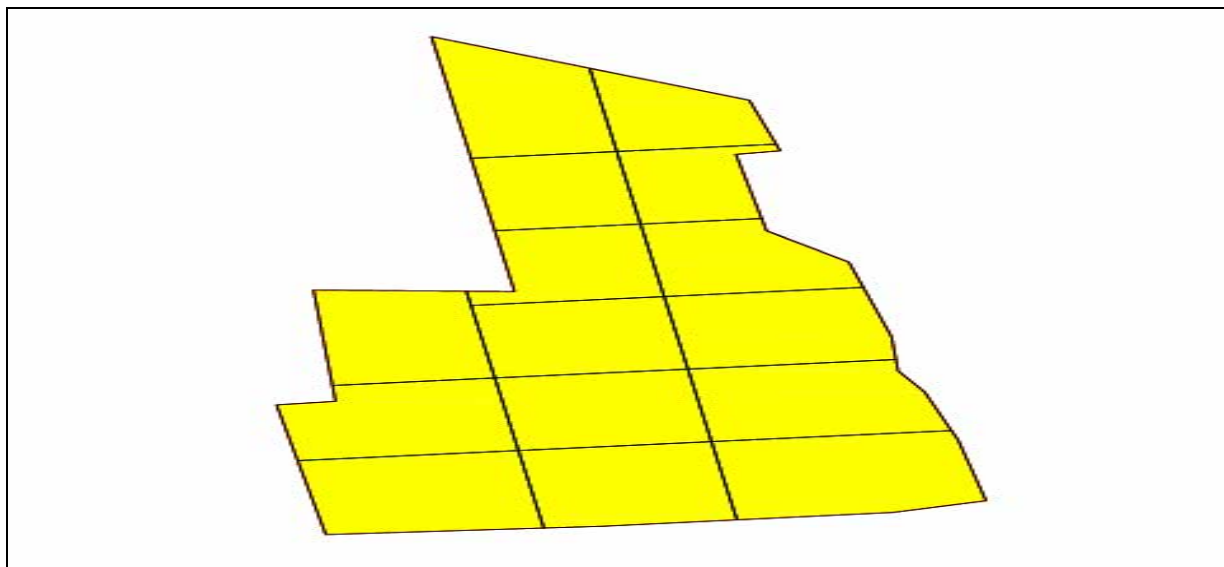


Рис. 3.3. Карта поля з елементарними ділянками по 4 га, після доопрацювання та покращення сітки.

Ці ділянки слугують зонами, для кожної з яких буде відібраний один усереднений (комполітний) ґрунтовий зразок для агрохімічного аналізу. Такий підхід забезпечує просторову репрезентативність зразків та є основою для подальшого створення карт диференційованого внесення добрив.

Після проведення аналізу в лабораторії ми отримали результати зони поля з найвищою продуктивністю (табл. 3.1). Зона з найвищою продуктивністю має значно краще забезпечення основними елементами живлення та вищий вміст органічної речовини, що є ключовими факторами для формування високого врожаю. Встановлено, що вміст органічної речовини в зоні найвищої продуктивності становить 3,55%, (підвищений ступінь) порівняно до зони найнижчої продуктивності де вміст гумусу становив 2,45%, що відповідає середньому ступеню (табл. 3.2).

Таблиця 3.1.

Результати агрохімічних досліджень з зони найвищої продуктивності.

Назва показників/ одиниця виміру	НД на методи випробувань	Результати випробувань	Ступінь забезпеченості
Органічна речовина, %	ДСТУ 4289:2004	3,55	підвищений
Органічний вуглець ТОС, мг/кг	ДСТУ EN 15936:2022 (EN 15936:2022, IDT)	12,17	-
Азот легкогідролізний, мг/кг	ДСТУ 7863:2015	120,0	низька
Рухомі сполуки фосфору (мет. Чирикова), мг/кг	ДСТУ 4115-2002	200	висока
Рухомі сполуки калію, (мет. Чирикова), мг/кг	ДСТУ 4115-2002	235	дуже висока
pH сольове, од. pH	¹ МВ -39. 2022	6,3	нейтральний
Рухомі сполуки сірки, мг/кг	² МВ – 4. 2018	12,3	висока
Уміст валових форм міді, мг/кг	МВВ 081/12-0002-01	10,69	-
Уміст валових форм цинку, мг/кг	МВВ 081/12-0013-01	38,44	-
Уміст валових форм марганцю, мг/кг	МВВ 081/12-0011-01	275,7	-
Уміст валових форм алюмінію, мг/кг	МВВ 081/12-0716-10	14,27	-
Питома електропровідність, $\mu\text{S}/\text{cm}$	ДСТУ 8346:2015 (п. 9.3)	40,9	-

Найбільш істотні відмінності спостерігаються у забезпеченні рухомим фосфором (200 мг/кг, висока ступінь проти 57 мг/кг, середня) та рухомим калієм (235 мг/кг, дуже висока ступінь проти 91,8 мг/кг, підвищена). Вміст легкогідролізного азоту становив 120,0 мг/кг, (низька ступінь), хоча в обох зонах він залишається в зоні дефіциту.

Зона з найнижчою продуктивністю має нижчу забезпечення елементами живлення. Відмічено низький вміст органічної речовини, середній рівень забезпечення фосфором та дуже низький рівень легкогідролізного азоту (77,0 мг/кг) (див. табл. 3.2.).

Таблиця 3.2.

Результати агрохімічних досліджень з зони найнижчої продуктивності.

Назва показників/ одиниця виміру	НД на методи випробувань	Результати випробувань	Ступінь забезпеченості
Органічна речовина, %	ДСТУ 4289:2004	2,45	середній
Органічний вуглець ТОС, мг/кг	ДСТУ EN 15936:2022 (EN 15936:2022, IDT)	16,22	-
Азот легкогідролізний, мг/кг	ДСТУ 7863:2015	77,0	дуже низька
Рухомі сполуки фосфору (мет. Чирикова), мг/кг	ДСТУ 4115-2002	57	середня
Рухомі сполуки калію, (мет. Чирикова), мг/кг	ДСТУ 4115-2002	91,8	підвищена
pH сольове, од. pH	¹ МВ -39. 2022	6,2	нейтральний
Рухомі сполуки сірки, мг/кг	² МВ – 4. 2018	23,8	дуже висока
Уміст валових форм міді, мг/кг	МВВ 081/12-0002-01	13,5	-
Уміст валових форм цинку, мг/кг	МВВ 081/12-0013-01	42,64	-
Уміст валових форм марганцю, мг/кг	МВВ 081/12-0011-01	266,7	-
Уміст валових форм алюмінію, мг/кг	МВВ 081/12-0716-10	18,2	-
Питома електропровідність, $\mu\text{S/cm}$	ДСТУ 8346:2015 (п. 9.3)	34,8	-

Хоча вміст рухомих сполук сірки у цій зоні вищий (23,8 мг/кг, дуже висока ступінь) порівняно з зоною високої продуктивності (12,3 мг/кг, висока), дефіцит основних макроелементів (N, P, K) є більш критичним обмежувальним фактором для продуктивності. Показники pH в обох зонах є оптимальними (6,2–6,3, нейтральний), тому кислотність не є причиною різниці у продуктивності. Таким чином, основною причиною нижчої продуктивності зони є значно гірше забезпечення фосфором та азотом.

Аналіз картограми (рис. 3.4) показує, що переважна площа поля характеризується середнім або зниженим вмістом фосфору, представленим

великими синіми та блакитними зонами, де рівень P_2O_5 близький до мінімального значення 57 мг/кг або трохи вище.

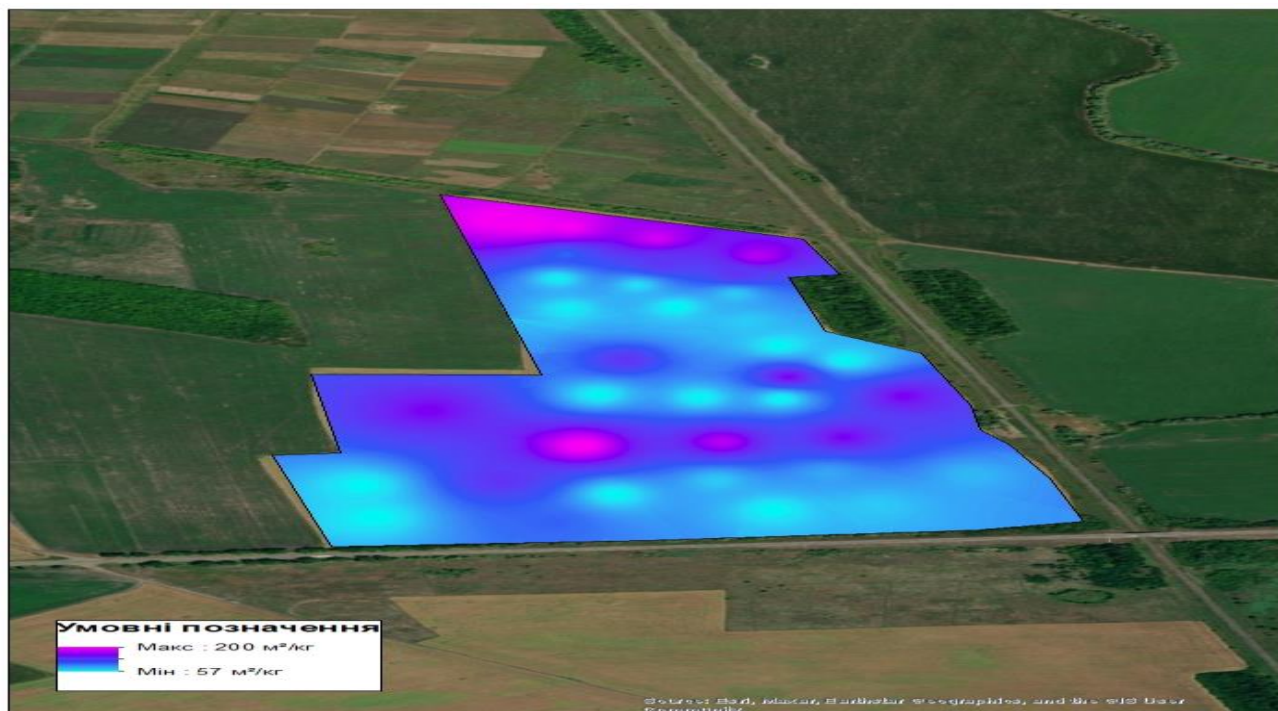


Рис. 3.4. Картограма вмісту фосфору (за Чириковим), мг/кг на полі №114 ТОВ «Ніжин АГРО».

З агрономічної точки зору, ці ділянки є лімітуючими факторами для вирощування високоолеїнового ріпаку. Саме тут існує найбільший ризик дефіциту фосфору восени, що прямо призводить до слабкого розвитку кореневої системи, недостатнього накопичення цукрів і, як наслідок, до зниження зимостійкості та потенційних втрат урожаю. Навесні дефіцит фосфору в цих зонах гальмуватиме енергетичні процеси, уповільнюючи інтенсивне стеблуння та цвітіння.

Водночас, картограма фіксує наявність локальних зон надлишкового вмісту фосфору (150-200 мг/кг), позначених яскравими фіолетовими та рожевими плямами. Ці плями, найбільше сконцентровані у верхній (північній) частині поля, свідчать про історичне нерівномірне внесення добрив або локальну акумуляцію. Вміст P_2O_5 у цих зонах є надлишковим для поточних потреб ріпаку, і його подальше внесення буде економічно невиправданим.

Таким чином, картограма є основою для прийняття рішення про диференційоване внесення добрив. Вона вказує на необхідність застосування високих норм фосфору у виснажених (синіх) зонах для забезпечення оптимального живлення ріпаку, особливо для підтримки інтенсивного ліпогенезу (синтезу олії), та повного виключення або мінімізації внесення у перенасичених (фіолетових) зонах. Це забезпечує максимальну економічну ефективність та усунення просторової мінливості як фактора ризику.

Аналіз просторового розподілу рухомого калію (K_2O) у ґрунті поля використовуючи градієнт від темно-червоного (максимальний вміст, 235 мг/кг) до світло-кремового/білого (мінімальний вміст, 91,8 мг/кг) наведено на рисунку 3.5.

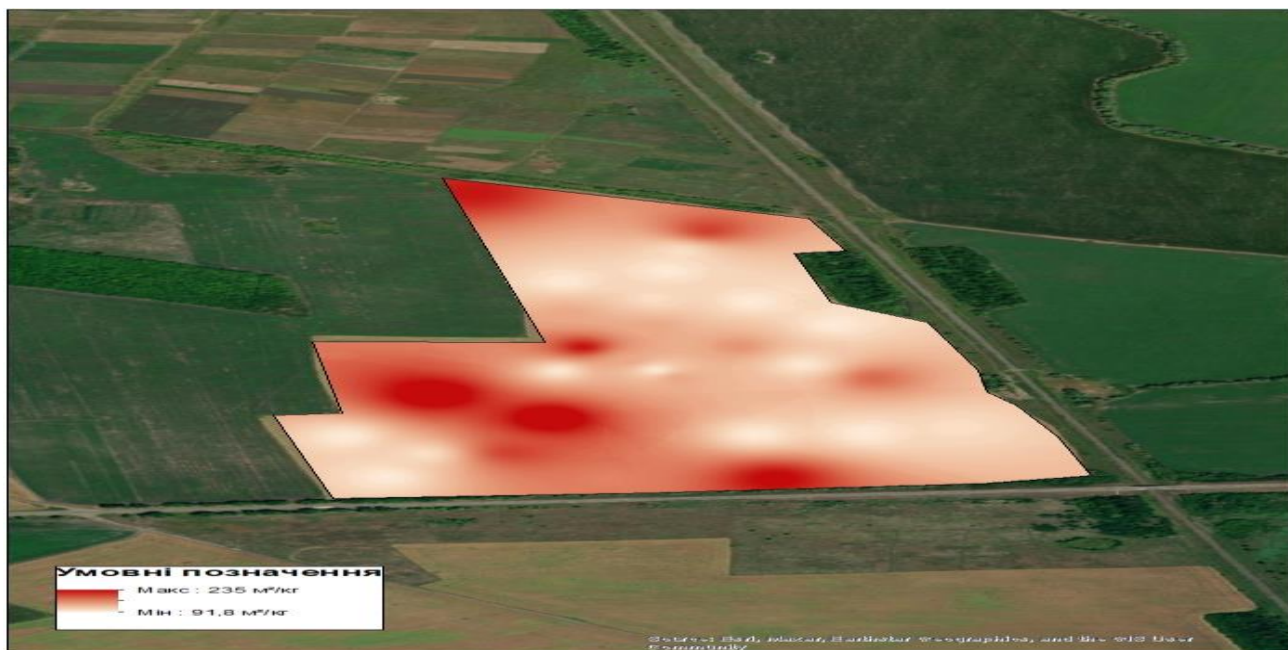


Рис. 3.5. Картограма вмісту калію (мет.Чирикова),мг/кг на полі №114 ТОВ «Ніжин АГРО».

Картограма демонструє значну, хоча й менш різку, нерівномірність забезпеченості ґрунту калієм. Аналіз показує, що загальна забезпеченість поля є помірною до високої, проте чітко виділяються локальні зони з різким контрастом. Зони з високим вмістом калію (235 мг/кг) представлені великими темно-червоними осередками (наприклад, у північно-західній та центрально-східній частинах поля). Ці ділянки мають значні ґрунтові запаси елемента, який

критично важливий для водного режиму та стресостійкості ріпаку, і його поточна кількість є достатньою для високого врожаю. Подальше внесення калійних добрив у цих зонах може бути мінімізоване або виключене з метою економічної оптимізації.

Водночас, на полі присутні локальні зони з середнім вмістом калію (близько 91,8 мг/кг), візуалізовані світло-кремовими або білими плямами, особливо помітними у центрально-нижній частині. Для інтенсивного вирощування високоолеїнового ріпаку, який має підвищену потребу в Калії для транспорту цукрів та синтезу олії у насінні, ці ділянки є потенційними зонами ризику. Нестача Калію тут може погіршити ефективність засвоєння азоту, знизити стійкість рослин до посухи та холоду, і, зрештою, призвести до зниження виповненості насіння та олійності.

Аналіз просторового розподілу вмісту легкогідролізованого азоту (показник потенційно доступного азоту, який може бути мінералізований) у ґрунті поля представлено на рисунку 3.6.

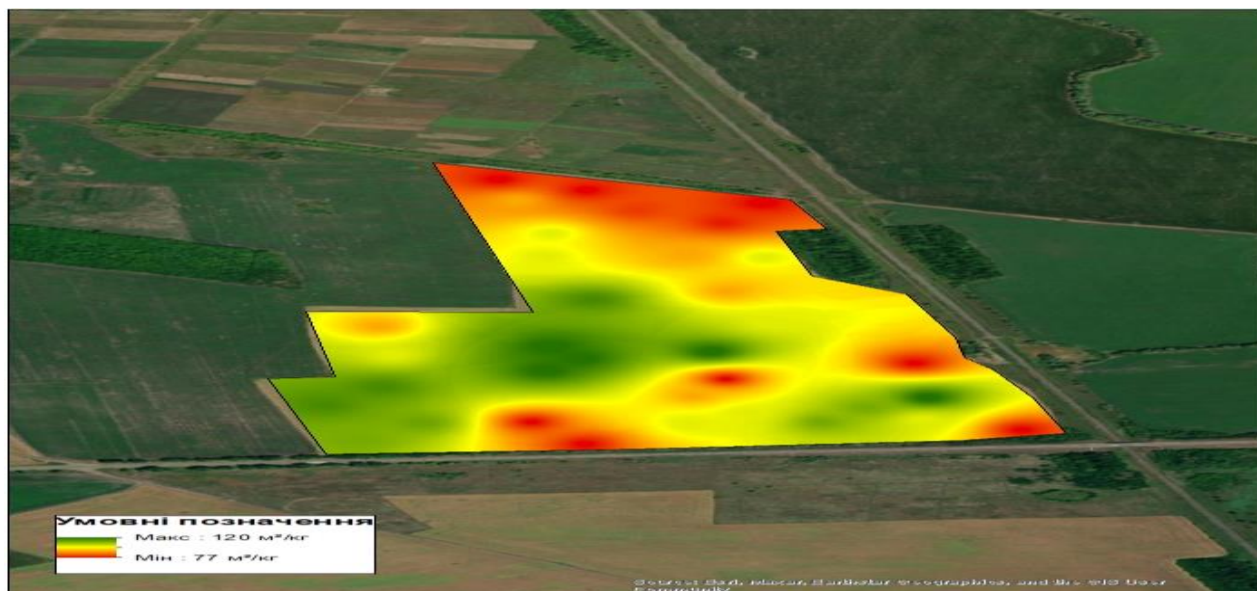


Рис. 3.6. Картограма вмісту азоту легкогідролізованого, мг/кг на полі №114 ТОВ «Ніжин АГРО».

Для візуалізації використовуємо градієнт від темно-зеленого (максимальний вміст, 120 мг/кг) до червоного/помаранчевого (мінімальний вміст, 77 мг/кг). Картограма демонструє значну нерівномірність забезпеченості

грунту азотом. Аналіз показує, що загальний вміст азоту знаходиться у діапазоні, який за більшістю класифікацій відповідає середній забезпеченості, але зі значною внутрішньою мінливістю.

Зони з високим вмістом азоту (100-120 мг/кг) представлені зеленими осередками, які займають центральну частину поля та прилягають до верхньої межі. Ці ділянки є більш забезпеченими ґрунтовим азотом, що свідчить про кращі умови мінералізації або вищий вміст органічної речовини. Для ріпаку озимого HOLL це означає, що стартова норма азотного живлення тут може бути знижена, оскільки ґрунт забезпечує добрий початок весняної вегетації.

Проте, на полі чітко виділяються зони з низьким вмістом азоту (77-100 мг/кг), візуалізовані яскраво-червоними та помаранчевими плямами (особливо помітні по периметру, у північній та нижній частинах поля). Ці ділянки є критичними, оскільки азот є головним фактором урожайності та формування вегетативної маси ріпаку. Нестача легкогідролізованого азоту на початку весни призведе до уповільнення стеблуння (ВВСН 30), низької ефективності фотосинтезу та, як наслідок, до зниження врожайного потенціалу. У цих зонах необхідне пріоритетне та підвищене внесення азотних добрив для забезпечення швидкого відновлення вегетації та формування достатньої біомаси.

Таким чином, картограма вмісту легкогідролізованого азоту є незамінною для планування диференційованої першої весняної підгодівлі ріпаку. Вона дозволяє раціонально розподілити дефіцитний і дорогий азот, направляючи більші норми в червоні зони для компенсації нестачі та забезпечення високого урожаю, тоді як у зелених зонах норми можуть бути скориговані в менший бік.

3.2. Дані дистанційного моніторингу з використання вегетаційного індексу NDVI на ріпаку озимому НО

Комплексний аналіз агрохімічних картограм (фосфор, калій, азот) та динаміки вегетаційного індексу NDVI (березень-квітень 2025 року) на полі

ріпаку озимого в Чернігівській області виявив високу та критичну просторову неоднорідність як ґрунтових ресурсів, так і розвитку самого посіву (рис. 3.7-3.9).

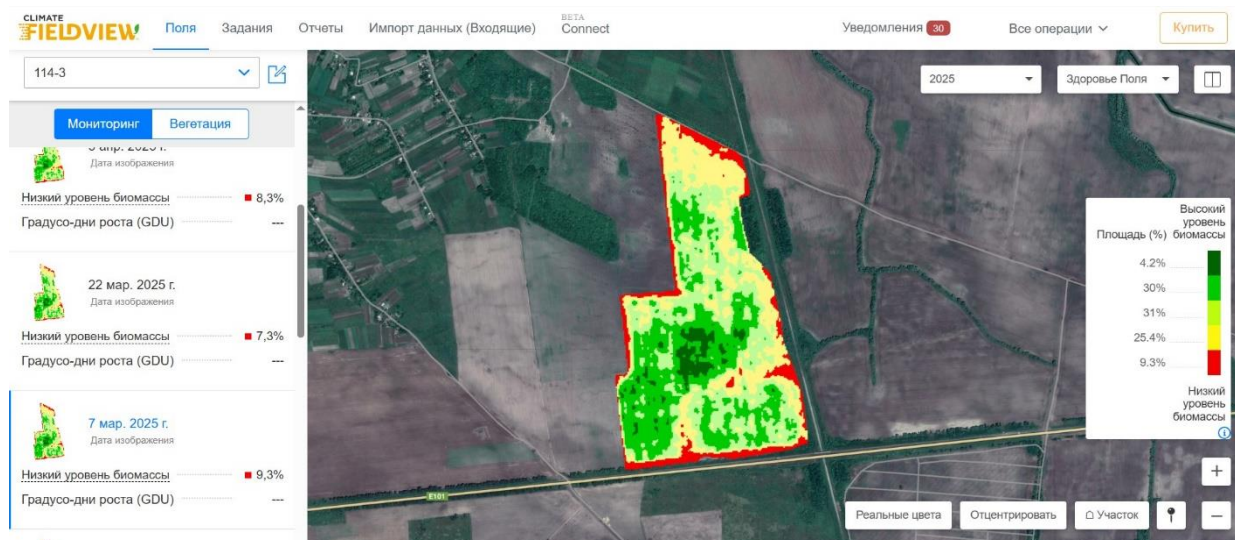


Рис. 3.7. Вегетаційний індекс NDVI ріпаку озимого НО на стадії ВВСН 20.

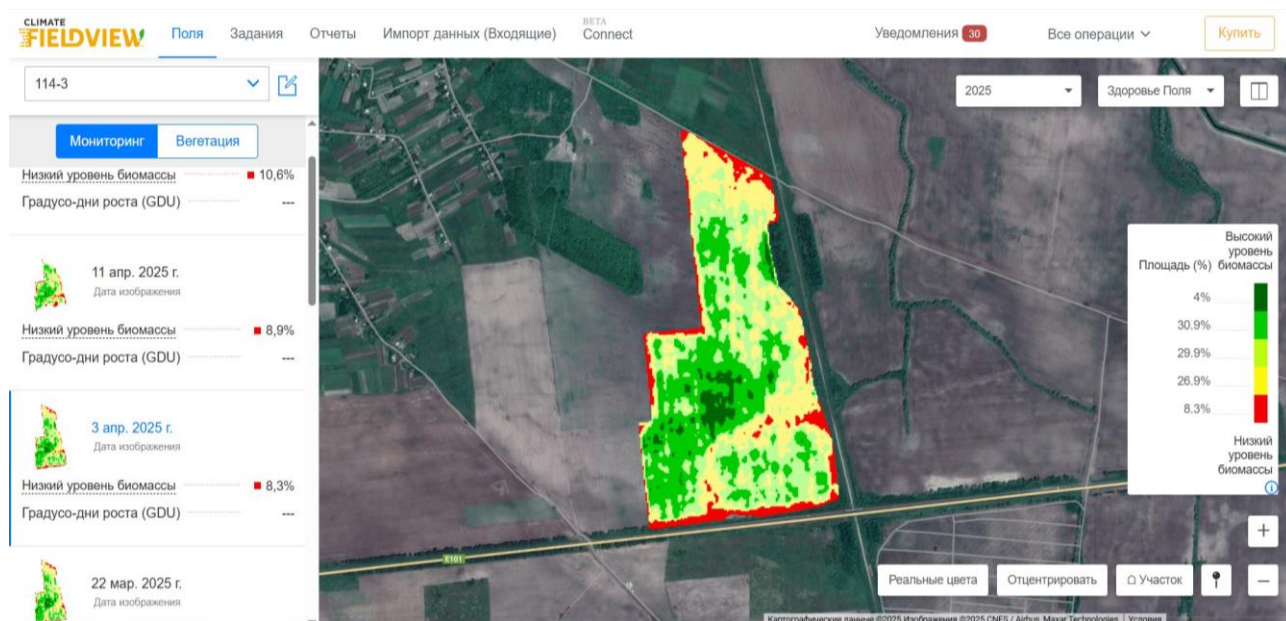


Рис. 3.8. Вегетаційний індекс NDVI ріпаку озимого НО на стадії ВВСН 30.



Рис. 3.9. Вегетаційний індекс NDVI ріпаку озимого НО на стадії ВВСН 50.

Це підтверджує, що головною проблемою поля є нерівномірність, яка унеможлиблює ефективне застосування єдиної (стандартної) норми добрив. З одного боку, аналіз ґрунтових ресурсів виявив значний розкид: вміст фосфору коливається від критично низького (57 мг/кг) до надлишкового (200 мг/кг), а калію - від середнього (91,8 мг/кг) до дуже високого (235 мг/кг). Ці дисбаланси створюють зони-лімітатори. Наприклад, ділянки з низьким вмістом фосфору та калію (сині та світло-кремові зони відповідно) несуть високі ризики зниження зимостійкості та погіршення якості наливу олії у високоолеїнового ріпаку. Водночас, зони з надлишковим вмістом елементів свідчать про марнотратне внесення добрив у минулому.

З іншого боку, моніторинг NDVI від 22 березня до 21 квітня підтвердив цю проблему, показавши чітку кореляцію між низьким рівнем біомаси (червоні та жовті зони) та зонами дефіциту живлення. Протягом весни ріпак активно пройшов фази від Відновлення вегетації (ВВСН 20-30) до Бутонізації (ВВСН 50/51), але цей прогрес був нерівномірним: значні ділянки (понад 20% площі) відставали у розвитку, що свідчить про сильний вплив стресів і нестачі легкогідролізованого азоту (77 мг/кг) у цих зонах.

Таким чином, отримані дані є прямою підставою для впровадження технології диференційованого внесення добрив.

3.3 Диференційне внесення КАС-32

Карта-завдання для диференційованого внесення азотного підживлення була розроблена на основі комплексного аналізу просторової мінливості поля, що базувався на двох ключових джерелах даних (рис. 3.10)



Рис. 3.10. Карта-завдання для диференційованого внесення КАС-32 для підживлення ріпаку озимого НО у фазу ВВСН 30 за допомогою самохідного оприскувача Теснома Lazer.

Карта-завдання для диференційованого внесення азотного підживлення була розроблена на основі комплексного аналізу просторової мінливості поля, що базувався на двох ключових джерелах даних. Карта індексу вегетації (NDVI) - дані супутникового моніторингу, виражені індексом NDVI, використані для визначення поточного стану рослин, їх біомаси та активності у фазі ВВСН 30. Це дозволило оцінити поточну продуктивність ділянок. Карта агрохімічного аналізу ґрунту - результати лабораторного аналізу ґрунтових зразків. Це відображало потенційну продуктивність ділянок.

Карта-завдання була побудована та верифікована у програмному забезпеченні Ag Leader Technology SMS. Логіка Зонування та Дозування - поле було розділено на дві зони продуктивності для диференційованого внесення

рідкого азотного добрива КАС-32, враховуючи необхідність збалансувати поточний стан посівів (NDVI) з їхнім живильним потенціалом (агрохімія).

Зона низької продуктивності (Червоний колір на карті) - ділянки, що демонструють нижчі значення NDVI та значний дефіцит поживних речовин. Встановлена норма внесення - 70 л/га КАС-32. Зона високої продуктивності (Зелений колір на карті). Ділянки з високими показниками NDVI та достатнім або високим потенціалом родючості. Застосована підвищена норма - 100 л/га КАС-32.

Застосування мультифакторного підходу дозволило створити точну карту-завдання, яка забезпечує науково обґрунтоване та ефективне диференційоване внесення КАС-32, спрямоване на оптимізацію врожайності озимого ріпаку.

3.4. Рослинна діагностика

Схожість показників вмісту NPK у рослинах високоолеїнового ріпаку, які вирощувалися за різних систем обробітку ґрунту (від оранки до прямого посіву), після диференційного внесення дози КАС-32 (100 л/га) у фазі ВВСН 30, свідчить про те, що інтенсивне азотне підживлення стало домінуючим чинником, який нівелював (замаскував) біологічні відмінності між варіантами обробітку (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Результати рослинної діагностики рослин з найбільш продуктивної зони.

Варіант досліджу	Вміст сухої речовини, %	Вміст N, % від сухої речовини	Вміст P, % від сухої речовини	Вміст K, % від сухої речовини
Полицева оранка, плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль)	15,07	6,36	0,5	4,96
Безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см	15,08	6,32	0,51	4,89
Дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE	15,4	6,19	0,51	4,85

INCINE 5124 DRB 7.3V				
Прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD	15,5	6,15	0,51	4,75

Усі варіанти продемонстрували дуже вузький діапазон вмісту макроелементів: Азот (N) коливається лише від 6,15% до 6,36%, Калій (K) - від 4,75% до 4,96%, а Фосфор (P) - від 0,50% до 0,51%. Висока норма легкодоступного азоту (КАС-32) дозволила ріпаку, незалежно від ущільнення ґрунту чи слабкості кореневої системи у Прямому посіві, швидко засвоїти та накопичити елемент, вирівнявши його концентрацію у листі значно вище оптимальної норми. Що стосується фосфору та калію, їхній високий вміст відображає достатні ґрунтові запаси та ефективне основне внесення. З агрономічної точки зору, подібність NPK у фазі ВВСН 30 підтверджує успішну компенсацію стартового дефіциту живлення, проте не гарантує однакової кінцевої врожайності чи якості. Крім того, ці дані не скасовують довгостроковий негативний вплив мінімального обробітку на якість олії: як було встановлено пізніше, саме у варіантах із мінімальним обробітком (прямий посів) значно погіршується співвідношення олеїнової до ліноленової кислот у фазі наливу насіння, що підтверджує, що проблеми якості, спричинені обробітком, виявляються пізніше, ніж проблеми живлення.

3.5. Біометричні показники ріпаку озимого НО

Аналіз лінійних біометричних показників гібрида ріпаку озимого НО V352 OL у фазі ВВСН 77 підтвердив перевагу традиційного обробітку ґрунту. Система обробітку виявилася домінуючим фактором у формуванні біометричних показників. Полицева оранка (варіант 1) забезпечила найкращі умови для росту рослин, що проявилось у максимальній висоті (110 см) та найбільшій кількості гілочок (14 шт/роsl) у зоні високої продуктивності (ЗВП) (табл 3.4).

Водночас, ця система найбільше посилює природну мінливість поля, демонструючи значне падіння показників (20 см по висоті) при переході до Зони низької продуктивності (ЗНП). Системи, що мінімізують порушення

грунту, зокрема Прямий посів (варіант 4), призвели до істотного погіршення морфологічних показників. У цьому варіанті зафіксовано мінімальну висоту (66 см у ЗВП) та найменшу кількість гілочок (6 шт/роsl), що вказує на те, що ущільнення ґрунту стало головним лімітуючим фактором росту ріпаку на дослідній ділянці.

Таблиця 3.4.

Лінійні розміри рослин ріпаку озимого НО залежно від системи обробітку ґрунту та зони продуктивності за 2025 рік.

Гібрид	Основний обробіток ґрунту	Зона високої продуктивності		Зона низької продуктивності	
		Висота рослин на стадії ВВСН 77, см	Кількість гілочок, шт/роsl	Висота рослин на стадії ВВСН 77, см	Кількість гілочок, шт/роsl
V352 OL (DSV)	Варіант 1. Полицева оранка плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль)	110	14	90	12
	Варіант 2. Безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см	100	11	89	10
	Варіант 3. Дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V	79	7	70	6
	Варіант 4. Прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD	66	6	65	5

Прямий посів також нівелює переваги ЗВП, оскільки різниця у висоті між зонами становила лише 1 см, що підтверджує, що фізичні властивості ґрунту (ущільнення) мали більший вплив на розвиток рослин, ніж його родючість (рис. 3.11-3.14). Таким чином, у контексті точного землеробства, найбільш оптимальною системою обробітку, що дозволяє рослинам максимально реалізувати потенціал більш родючих ділянок, є полицева оранка.



Рисунок 3.11. Рослина ріпаку НО на стадії ВВСН 77. Варіанту 1.



Рисунок 3.12. Рослина ріпаку НО на стадії ВВСН 77. Варіанту 2.



Рисунок 3.13. Рослина ріпаку НО на стадії ВВСН 77. Варіанту 3.



Рисунок 3.14. Рослина ріпаку НО на стадії ВВСН 77. Варіанту 4.

Перехід до ресурсозберігаючих систем (дискування та прямиї посів) на даній ділянці вимагає додаткових компенсаційних заходів для усунення негативного впливу на фізичні властивості ґрунту. Отримані дані

підкреслюють, що на дослідній ділянці перехід до мінімального обробітку та прямого посіву на даному етапі призвів до значного погіршення морфологічних показників рослин ріпаку.

3.6. Аналіз елементів структури врожаю ріпаку озимого НО

Аналіз структури врожаю ріпаку озимого НО показав, що найбільше зниження в кількості стручків на рослині (32 %) зафіксовано у варіанті прямого посіву, що свідчить про гірші умови для росту та гілкування ріпаку в системі no-till. Найбільш критичним є падіння загальної кількості насінин з 1 м² (потенційний урожай) на 61,1% за прямого посіву порівняно з оранкою. Це пояснюється сукупним негативним впливом на всі інші елементи (табл. 3.5).

Таблиця 3.5.

Характеристика елементів структури врожаю ріпаку озимого НО 2025р.

Варіант досліджу	V352 OL (DSV)				
	Кількість				Маса 1000 насінин, г
	Кількість рослин, шт/м ²	стручків на рослині, шт.	насінин в стручку , шт.	насінин з 1м ² , тис шт.	
Полицева оранка плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25- 27см (Контроль)	382	250	17	1623,5	4,2
Безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см	380	235	16	1428,8	4,1
Дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V	375	200	15	1125	3,8
Прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD	310	170	12	632,4	3,6

Проведення глибокого безполицевого рихлення на 25-27 см показав результати, близькі до контролю за густотою (380 тис. рослин/га; 1428,8 тис. насінин/м²) але із зниженням на 12% потенціалу урожайності порівняно з контрольним варіантом (оранкою), переважно через меншу кількість стручків та насінин у стручку. За проведення поверхневого обробітку (дискування) спостерігається значне падіння (↓ 30,8% від контролю) кількості насінин з 1 м², що вказує на недостатність глибини обробітку для оптимального розвитку ріпаку. У цілому в умовах дослідження глибокий полицевий обробіток ґрунту (оранка) створив найбільш сприятливі умови, забезпечивши найкращу реалізацію генетичного потенціалу рослин. Прямий посів призвів до найгірших показників, знизивши потенціал урожайності більш ніж на 60 % порівняно з контролем, що вказує на високу чутливість культури та/або даного гібрида до системи no-till у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

3.7. Урожайність ріпаку озимого НО залежно від досліджуваних чинників

Інтегральним показником ефективності технології вирощування є рівень продуктивності сільськогосподарської культури. Отримані результати засвідчили, що система обробітку ґрунту мала вирішальну роль у формуванні врожайності високоолеїнового озимого ріпаку залежно від зони неоднорідності поля. За результатами досліджень полицевий спосіб основного обробітку (оранка на 25-27 см) виявився найбільш продуктивним в обох зонах продуктивності (табл. 3.6).

Що забезпечило максимальну врожайність у зоні високої продуктивності (2,91 т/га) і дозволила культурі найбільшою мірою реалізувати потенціал родючих ділянок. Саме цей варіант мав найбільшу абсолютну різницю у врожайності між зонами (0,40 т/га), що свідчить про оптимальний фізичний стан ґрунту для розвитку кореневої системи.

Таблиця 3.6.

Урожайність ріпаку озимого високоолеїнового залежно від системи основного обробітку ґрунту та зони продуктивності за 2025 рік, т/га.

Гібрид	Варіант досліджу	Зона високої продуктивності	Зона низької продуктивності
V352 OL (DSV)	Полицева оранка плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль)	2,91	2,51
	Безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см	2,84	2,42
	Дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V	2,58	2,38
	Прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD	2,52	2,30
НіP0,05		0,17	

Безполицеве розпушування (на 25-27 см) також показало високі результати, поступаючись оранці мінімально (втрати склали лише 0,07 т/га у ЗВП), що підтверджує його ефективність як ресурсозберігаючої альтернативи глибокого обробітку. Натомість, Мінімальний обробіток (Дискування) та Прямий посів призвели до суттєвого падіння врожайності. Прямий посів продемонстрував найнижчі показники як у ЗВП (2,52 т/га), так і в ЗНП (2,30 т/га), що підтверджує, що в умовах досліджу фізичне ущільнення ґрунту стало головним обмежуючим фактором, домінуючим навіть над впливом агрохімічного потенціалу ділянок. У цих системах також спостерігається мінімальний розрив у врожайності між ЗВП та ЗНП (0,20-0,22 т/га), що свідчить про нівелювання переваг родючих ділянок через несприятливі фізичні умови ґрунту. Таким чином, у системі точного землеробства застосування диференційованого підходу до обробітку ґрунту є критично важливим, а перехід до прямого посіву на даній ділянці без додаткових заходів зі структурної корекції ґрунту призводить до економічно значущих втрат врожаю.

3.8. Показники якості насіння ріпаку озимого НО

Аналіз якісних показників насіння високоолеїнового озимого ріпаку (гібрид V352 OL) виявив, що система основного обробітку ґрунту впливає не тільки на врожайність, а й на вміст олії у насінні, а отже, і на валовий збір олії з одиниці площі. Встановлено, що інтенсивний обробіток позитивно впливає на якісні показники, тоді як його мінімізація призводить до погіршення. Найвищий вміст олії у насінні зафіксовано у варіанті полицевої оранки (43,5% у ЗВП) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

Вплив основного обробітку ґрунту та зони продуктивності на уміст олії в насінні ріпаку озимого високоолеїнового, % за 2025 рік.

Гібрид	Варіант досліджу	Зона високої продуктивності		Зона низької продуктивності	
		Вміст олії у насінні	Збір олії т/га	Вміст олії у насінні	Збір олії т/га
V352 OL (DSV)	Полицева оранка плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль)	43,5	1,27	42,8	1,07
	Безполицеве розпушування - глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см	43,2	1,23	42,6	1,03
	Дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V	41,2	1,06	40,9	0,97
	Прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD	41,1	1,04	40,6	0,94

При цьому, перехід до прямого посіву призвів до зниження вмісту олії до 41,1% (у ЗВП), що вказує на погіршення умов формування насіння та накопичення жирів.

Це зниження вмісту олії підтверджує, що в умовах ущільненого ґрунту рослини відчували стрес, який негативно позначився на якості врожаю. Валовий збір олії- це показник, якій є ключовим для економічної оцінки. Полицева оранка забезпечила максимальний збір олії (1,27 т/га) у Зоні високої продуктивності.

Прямий посів, через комбінований негативний ефект (низька врожайність та менший вміст олії), призвів до мінімального збору (1,04 т/га у ЗВП). Різниця між цими варіантами (0,23 т/га) є економічно значущою. Взаємодія із зонами продуктивності, як і у випадку з урожайністю, полицева оранка найбільше посилює різницю між зонами за валовим збором олії (0,20 т/га). Системи мінімальної обробітки, зокрема прямий посів, демонструють найменший розрив (0,10 т/га), що ще раз підтверджує, що ущільнення ґрунту стало першочерговим лімітуючим фактором, який не дозволив реалізувати потенціал ні врожайності, ні якості в більш родючих зонах.

Таким чином, для досягнення максимальної економічної ефективності вирощування високоолеїнового ріпаку, вимірюваної за валовим збором олії, на даній дослідній ділянці найбільш доцільною є полицева оранка або глибоке безполицеве розпушування, тоді як перехід до прямого посіву призводить до суттєвих кількісних та якісних втрат.

3.9. Аналіз жирнокислотного складу олії ріпаку озимог НО за допомогою газової хроматографії

Аналіз жирнокислотного складу олії високоолеїнового (ВО) ріпаку, отриманої за чотирьох різних варіантів обробітки ґрунту, чітко демонструє пряму залежність якості олії від інтенсивності ґрунтового обробітки. Ключові

показники якості - вміст олеїнової кислоти (C18:1 cis9) та вміст небажаної ліноленої кислоти (C18:3) - суттєво варіюють (рис. 3.15).

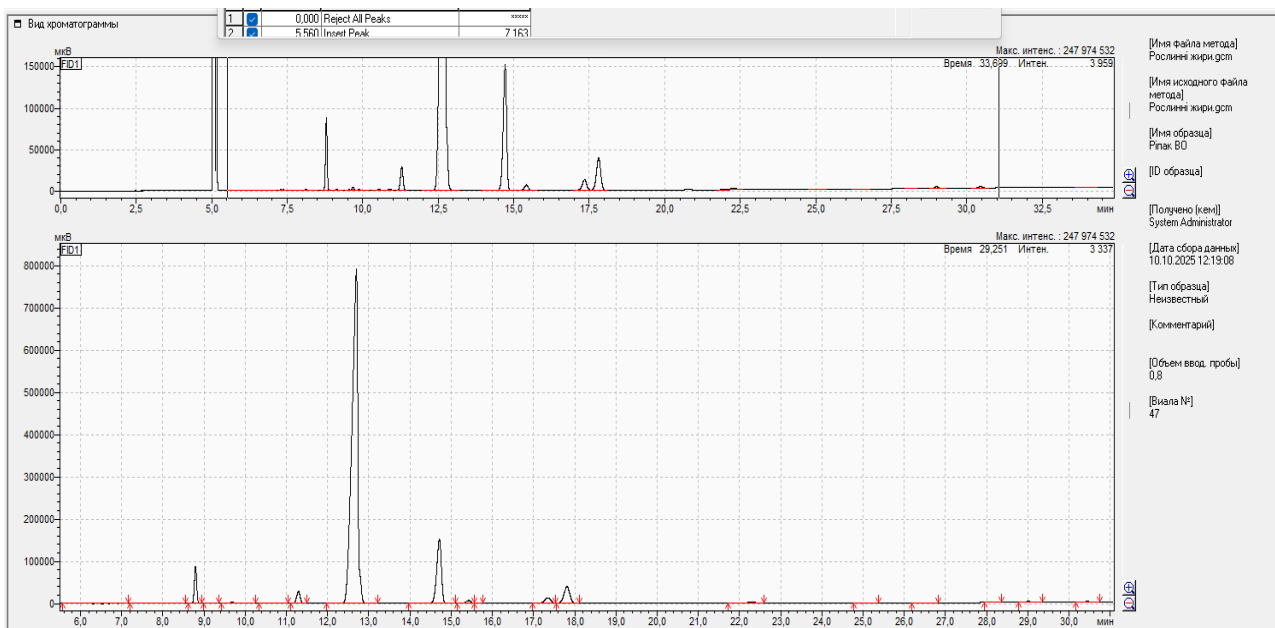


Рис. 3.15. Хроматограма зразка олії ріпаку озимого НО, Варіант 1.

Варіант 1 забезпечив найкращі якісні параметри, максимально наблизивши показники до генетичного потенціалу гібрида. При оранці вміст олеїнової кислоти досяг 79,248%, тоді як вміст ліноленої кислоти (C18:3) був найнижчим - 2,720%. (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

Назва жирної кислоти	Жирнокислотний склад олії, %			
	Варіант дослідження			
	1	2	3	4
C14:0	0,058	0,055	0,049	0,068
C 16:0	3,344	3,431	3,156	4,445
C 18:0	1,682	1,674	1,536	1,411
C 18:1 cis9	79,248	78,552	76,345	72,112
C18:2	11,699	11,935	12,899	13,654
C 18:3	2,72	2,981	4,552	6,72
C 22:1	0,052	0,055	0,0431	0,058
Неідентифіковані к-ти	1,197	1,317	1,4199	1,532

Примітка. Варіант 1- полицева оранка, плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль). Варіант 2 - безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см. Варіант 3 - дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V. Варіант 4 - прямий посів, сівалка Horsch Focus 6TD.

Ці умови (краща аерація, водний та тепловий режим) створили найбільш сприятливе середовище для синтезу олеїнової кислоти. На протилежному полюсі знаходиться варіант 4, який показав найгірші якісні результати. У цьому варіанті вміст ключової олеїнової кислоти впав до 72,112%, що є критичним зниженням на понад 7 відсоткових пунктів порівняно з оранкою.

Одночасно вміст ліноленової кислоти (C18:3) зріс до 6,720%, що більше ніж у 2,4 рази перевищує показник оранки. Це різке погіршення якості, ймовірно, спричинене більшою схильністю ґрунту до ущільнення, гіршим мікрокліматом і підвищеними стресами (температурними або водними), які в умовах No-Till активували біохімічний шлях перетворення C18:1 на поліненасичені кислоти.

Проміжні варіанти, Розпушування та Дискування, демонструють поступове погіршення якості. При Розпушуванні показники ще близькі до оптимальних (C18:1 cis9-78,552%; C18:3-2,981%). Однак Дискування призвело до помітного зниження якості (C18:1 cis9-76,345%) та значного зростання C18:3 до 4,552%.

Чим менш інтенсивним був обробіток ґрунту, тим гіршим був якісний профіль олії: спостерігається чітка тенденція зменшення вмісту олеїнової кислоти та зростання вмісту ліноленової кислоти у напрямку від полицевої оранки до прямого посіву. Це підкреслює, що для реалізації якісного потенціалу високоолеїнового ріпаку необхідно створювати оптимальні, а не стресові, ґрунтові умови.

РОЗДІЛ 4 . ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОНО ПО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ

Сучасні вимоги до вирощування сільськогосподарських культур включає у себе розгляд аспектів економічної результативності виробництва, стратегій реалізації продукції та оптимального використання матеріальних та енергетичних ресурсів. Економія на обробітку ґрунту не окупує втрат в урожайності та якості навіть у зоні низької продуктивності. Інтенсивний обробіток (оранка) є найрентабельнішим варіантом (табл. 3.9).

Таблиця 3.9.

Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого

Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Загальні витрати, \$/га	500	483	453	440
ЗОНА ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ (ЗВП)				
Урожайність (ЗВП), т/га	2,91	2,84	2,58	2,52
Валовий дохід (ЗВП), \$/га	1513,2	1476,8	1341,6	1310,4
Чистий прибуток (ЗВП), \$/га	1013,2	993,8	888,6	870,4
ЗОНА НИЗЬКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ (ЗНП)				
Урожайність (ЗНП), т/га	2,51	2,42	2,38	2,3
Валовий дохід (ЗНП), \$/га	1305,2	1258,4	1237,6	1196
Чистий прибуток (ЗНП), \$/га	805,2	775,4	784,6	756

Примітка. Варіант 1- полицева оранка, плугом Lemken Diamant 11/7+1 на глибину 25-27см (Контроль). Варіант 2 - безполицеве розпушування – глибокорозпушувачем V-SUB 400 на глибину 25-27 см. Варіант 3 - дискування на глибину 10-12см агрегатом вертикального обробітку MCFARLANE INCINE 5124 DRB 7.3V. Варіант 4 - прямиї посів, сівалка Horsch Focus 6TD.

Навіть за максимальної економії на витратах на обробіток ґрунту, загальна економічна картина не змінюється принципово. Полицева оранка (Вар. 1) залишається безумовним лідером у ЗВП (1013,20\$/га). Безполицеве

розпушування (Вар. 2) залишається найближчим конкурентом і найкращою ресурсозберігаючою технологією в ЗВП (993,80\$/га). У зоні низької продуктивності (ЗНП) голицева оранка (805,20 \$/га) все ще дає найвищий чистий прибуток. Дискування (784,60 \$/га) та безполицеве розпушування (775,40\$/га) міняються місцями (залежно від припущень щодо витрат), але обидва поступаються оранці.

Фінансовий аналіз підтвердив, що на даній дослідній ділянці інтенсивність обробітку ґрунту прямо пропорційна економічній ефективності вирощування ріпаку. Полицева оранка забезпечила максимальний чистий прибуток як у зоні високої продуктивності (1013,20 \$/га), так і в зоні низької продуктивності (805,20\$/га). Втрати доходу від зниження врожайності в системах мінімального обробітку значно перевершили економію на операційних витратах. Найбільш ресурсозберігаюча система - прямий посів дала мінімальний чистий прибуток в обох зонах, поступившись оранці на 142,80 \$ у ЗВП і на 49,20\$ у ЗНП. Безполицеве розпушування є найбільш економічно виправданою альтернативою оранці, демонструючи високу рентабельність при помірному зниженні витрат. Таким чином, з економічної точки зору, господарству недоцільно переходити до мінімальних систем обробітку, оскільки негативний вплив на врожайність ріпаку внаслідок ущільнення ґрунту є критичним і не компенсується економією коштів.

ВИСНОВКИ

На основі проведених узагальнень можна зробити наступні висновки:

1. Порівняння зон високої та низької продуктивності показало, що ключовими обмежувальними факторами врожайності є дефіцит легкогідролізованого азоту та низький рівень забезпечення фосфором, тоді як калійний режим має локальний, але менш критичний характер. Нейтральна реакція ґрунтового розчину (рН 6,2–6,3) свідчить, що кислотність не є чинником зниження продуктивності.

2. Аналіз картограм просторового розподілу P_2O_5 , K_2O та легкогідролізованого азоту засвідчив, що більша частина поля потребує корекції норм внесення добрив, оскільки є значні площі як із дефіцитом елементів, так і з їх надлишковою акумуляцією. Зокрема, фосфорні “мінімальні зони” переважають у структурі поля, створюючи високі ризики затримки розвитку кореневої системи та зниження зимостійкості ріпаку.

3. Дані моніторингу NDVI (ВВСН 20–50) підтвердили агрохімічні висновки, демонструючи тісну кореляцію між зонами дефіциту NPK та зниженими значеннями індексу вегетації. У маргінальних ділянках індекс NDVI був стабільно зниженим, що вказує на сповільнене відновлення вегетації та недостатнє формування біомаси. Це підтверджує, що неоднорідність ґрунтового живлення є головним чинником різниці у розвитку та потенціалі продуктивності.

4. Біометричні дослідження (ВВСН 77) встановили, що система обробітку ґрунту має вирішальний вплив на морфогенез ріпаку озимого. Полицева оранка забезпечила максимальні показники висоти та кількості гілочок, тоді як прямиий посів демонстрував найнижчі параметри, що пов'язано з високим ступенем ущільнення ґрунту та зниженим розвитком кореневої

системи. Водночас мінімальні системи обробітку посилюють просторову неоднорідність поля, нівелюючи переваги зон високої продуктивності.

5. Результати досліджень доводять, що ефективність диференційованого внесення добрив значно зростає за умови поєднання з раціональною системою основного обробітку ґрунту. Найвищий біометричний потенціал рослин був зафіксований саме у системі полицевої оранки в поєднанні з диференційованим азотним підживленням.

6. Рослинна діагностика після внесення КАС-32 показала майже повну вирівняність вмісту NPK між системами обробітку ґрунту, що свідчить про домінуючий вплив азотного підживлення та високий рівень доступності елементів. Проте отримана вирівняність не відображає повної технологічної переваги, оскільки проблеми ґрунтової структури (ущільнення, аерація, інфільтрація) проявляються на наступних етапах онтогенезу, особливо під час формування олійності.

7. Схожість показників вмісту NPK у рослинах високоолеїнового ріпаку, які вирощувалися за різних систем обробітку ґрунту (від оранки до прямого посіву), після диференційованого внесення дози КАС-32 (100 л/га) у фазі ВВСН 30, свідчить про те, що інтенсивне азотне підживлення стало домінуючим чинником, який нівелював (замаскував) біологічні відмінності між варіантами обробітку.

8. Найвищу врожайність ріпаку озимого 2,91 т/га у зоні високої продуктивності забезпечило проведення полицевої оранки. Цей варіант також продемонстрував найбільшу здатність реалізовувати потенціал родючості ділянок, про що свідчить найбільша міжзональна різниця у врожайності (0,40\$ т/га). Серед ресурсозберігаючих способів, безполицеве (глибоке) розпушування показало високу ефективність, поступаючись оранці мінімально (лише 0,07 т/га втрат у ЗВП), що робить його економічно виправданою альтернативою глибокому полицевому обробітку.

9. Аналіз жирнокислотного складу олії високоолеїнового (ВО) ріпаку, отриманої за чотирьох різних варіантів обробітку ґрунту, чітко демонструє

пряму залежність якості олії від інтенсивності ґрунтового обробітку. Ключові показники якості - вміст олеїнової кислоти (C18:1 cis9) та вміст небажаної ліноленової кислоти (C18:3) - суттєво варіюють. При оранці вміст олеїнової кислоти досяг 79,248%, тоді як вміст ліноленової кислоти (C18:3) був найнижчим - 2,720%.

10. Найвищі показники економічної ефективності отримано при застосуванні полицевої оранки у поєднанні з диференційним внесенням КАС-32 (1013,20 \$/га у зоні високої продуктивності та 805,20\$/га у зоні низької продуктивності). У системах мінімального обробітку економія на операційних витратах не змогла компенсувати значні втрати доходу від зниження врожайності. Прямий посів виявився найменш вигідним, поступившись оранці за чистим прибутком на 142,80\$ та 49,20\$ відповідно. Найбільш економічно виправданою ресурсозберігаючою альтернативою оранці є безполіцеве розпушування, що продемонструвало високу рентабельність при помірному зниженні витрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрущенко Р. П. Форми азотних добрив та їх доступність для ріпаку озимого в умовах Лісостепу. Аграрний вісник України. 2022. Т. 12. С. 45–51.
2. Балан О. О. Енергетична оцінка різних систем основного обробітку ґрунту під ріпак озимий. Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія. 2018. № 274. С. 56–62.
3. Башкірова Г. В. Ефективність різних способів сівби ріпаку озимого в Лісостепу. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2019. № 94. С. 145–150.
4. Богдан В. М. Взаємодія азоту і сірки у живленні ріпаку. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 3. С. 145–150.
5. Бойко С. В. Технологічні фактори забезпечення стабільної якості високоолеїнового ріпаку. Агрономія і селекція. 2019. № 2. С. 78–84.
6. Бугай О. В. Бор – критичний мікроелемент для формування репродуктивних органів ріпаку. Землевпорядкування та кадастр. 2019. № 4. С. 104–108.
7. Бугай О. В. Перспективи використання ріпакового білка у фармацевтиці. Наукові праці Інституту біотехнологій. 2020. № 1. С. 11–17.
8. Войцехівська І. В., Кирилюк В. М. Ефективність мінімального обробітку ґрунту в сівозмінах із ріпаком. Вісник Білоцерківського національного аграрного університету. 2020. Вип. 2. С. 115–121.
9. Галаган О. В. Визначення оптимальних термінів посіву ріпаку озимого залежно від погодних умов. Аграрний вісник. 2016. № 4. С. 68–73.
10. Гнатенко О. Ф. Вплив калійного живлення на продуктивність та якість насіння олійних культур. Вісник аграрної науки. 2021. № 6. С. 47–53.
11. Гнатенко П. О. Взаємозв'язок між густрою посіву та якістю олії ріпаку озимого. Збірник наукових праць УААН. 2017. Вип. 45. С. 98–104.

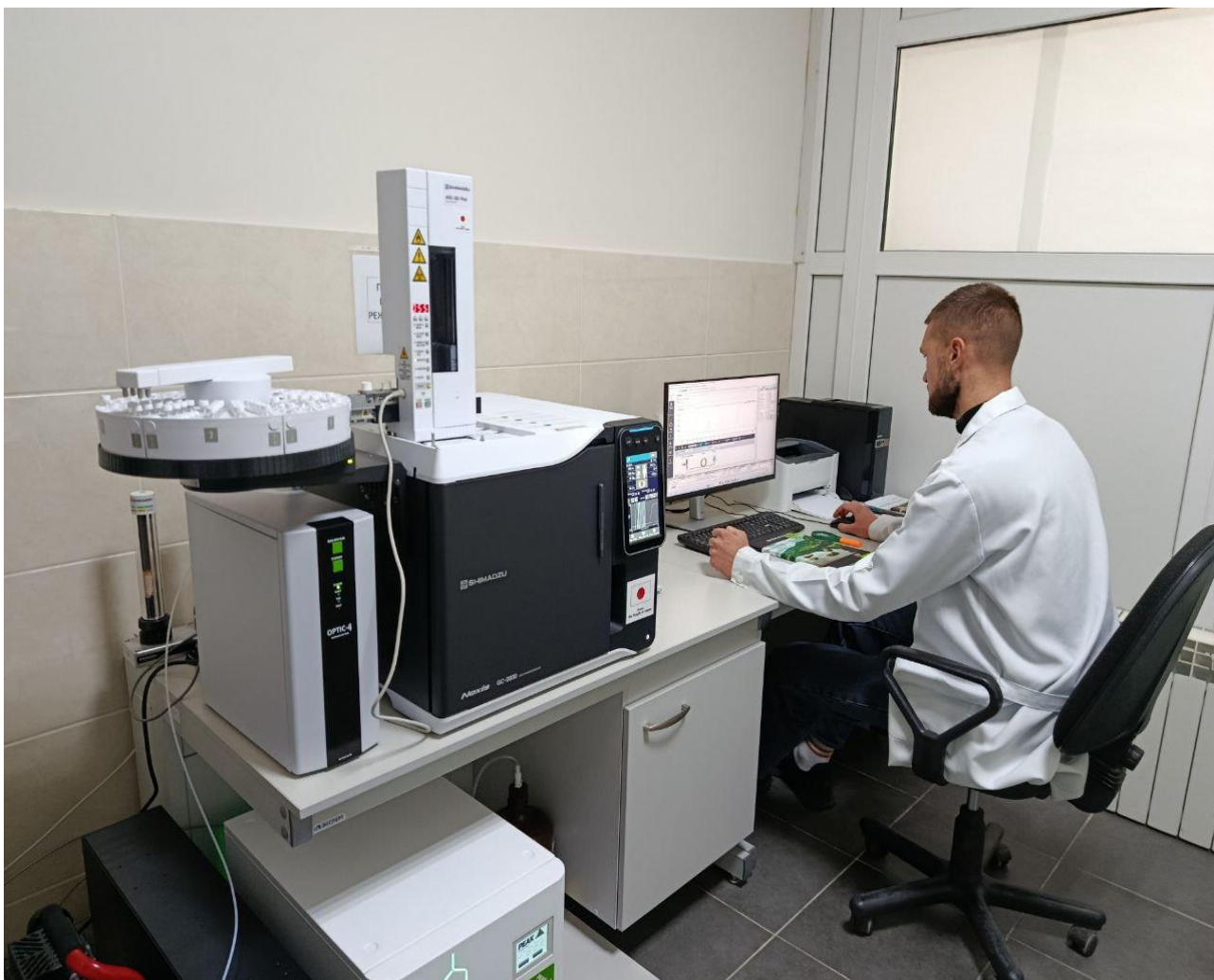
12. Гнатюк В. П., Савчук М. М. Ефективність застосування фунгіцидів та ретардантів для контролю архітектури посіву ріпаку. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2019. Вип. 95. С. 18–24.
13. Дем'яненко О. І. Оптимальна густина посіву ріпаку озимого для різних зон України. Агрономія. 2020. № 5. С. 33–38.
14. Задорожній О. М. Вплив термінів посіву на розвиток і перезимівлю ріпаку озимого. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2020. № 11. С. 105–110.
15. Залуцький І. В. Сірка в системі удобрення ріпаку: дози та форми. Агрохімічний вісник. 2017. № 5. С. 34–39.
16. Іващенко О. М. Наслідки ранніх та пізніх строків сівби ріпаку. Збірник наукових праць Інституту землеробства НААН. 2018. Вип. 2. С. 22–28.
17. Каленська С. М., Саленко І. Є. Особливості вирощування ріпаку озимого високоолеїнового. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2020. Вип. 97. С. 13–19.
18. Камінський В. Ф. Комплексна оцінка елементів технології вирощування ріпаку. Аграрний вісник Причорномор'я. 2020. Вип. 96. С. 120–126.
19. Ковальчук В. М. Порівняння широкорядного та вузькорядного способів сівби ріпаку озимого. Наукові праці Інституту цукрових буряків. 2017. № 25. С. 88–94.
20. Кохан М. М. Агрофізичні властивості ґрунту та врожайність ріпаку за різних систем обробітку. Аграрний вісник Причорномор'я. 2019. Вип. 94. С. 19–24.
21. Кравчук Л. М., Демчишин О. І. Ефективність позакореневого підживлення бором ріпаку озимого. Аграрна наука і освіта. 2017. Вип. 18. С. 91–96.
22. Кулик В. І., Олійник Р. А. Вплив водно-температурного режиму під час наливу насіння на вміст олеїнової кислоти в ріпаку. Вісник аграрної науки. 2023. Т. 8. С. 55–61.

23. Кулик М. В., Романюк В. В. Вплив температурного стресу на синтез олеїнової кислоти в насінні ріпаку. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2021. Т. 53, № 3. С. 154–160.
24. Кузьменко Н. В. Системи обробітку ґрунту та їх вплив на врожайність олійних культур. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2019. № 27. С. 130–136.
25. Лапа О. М., Головчук С. В. Оптимізація мінерального живлення ріпаку озимого. *Землеробство і рослинництво*. 2016. № 1. С. 20–25.
26. Лісовий О. В., Дзюба В. М. Вплив різних способів обробітку ґрунту на водний режим та продуктивність ріпаку. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2021. Т. 15, № 2. С. 34–41.
27. Макаренко В. М. Роль агротехнічних факторів у формуванні якості насіння ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1 (105). С. 57–65.
28. Марченко М. А. Ефективність застосування сірковмісних добрив під ріпак озимий. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 6 (76). С. 1–10.
29. Мельник О. А. Вплив вологозабезпечення на якісні показники олії ріпаку. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2 (20). С. 89–95.
30. Мироненко А. В., Кравченко Л. А. Оптимізація азотного живлення ріпаку озимого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2019. Т. 88. С. 60–67.
31. Москаленко В. В. Роль калію та сірки у стійкості ріпаку до стресів та накопиченні олії. *Агрохімія*. 2022. Т. 91. С. 165–171.
32. Мостовий П. В., Грищенко В. В. Застосування регуляторів росту для підвищення зимостійкості ріпаку. *Науковий вісник НУБіП України*. 2017. № 255. С. 34–41.
33. Пальонка І. О., Трофименко Л. Г. Оптимізація норми висіву високоолеїнових гібридів ріпаку. *Олійні культури*. 2019. № 3. С. 12–16.
34. Пальонка О. С., Ковальчук Л. І. Вплив пізнього азотного живлення на вміст олії та білка в насінні ріпаку. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 88–93.

35. Пасічник Н. А. Роль фосфорних добрив у підвищенні зимостійкості ріпаку озимого. *Агроном*. 2018. № 2. С. 58–62.
36. Петрова В. В., Семенець О. С. Регулювання азотного живлення ріпаку: проблеми та перспективи. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво»*. 2020. № 1. С. 25–30.
37. Савенко Н. Г. Вміст білка у ріпаковому шроті як кормова цінність. *Тваринництво*. 2021. № 2. С. 34–39.
38. Савенко Н. Г., Бойко О. В. Вплив калію на стійкість ріпаку до абіотичних стресів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2019. Вип. 2 (45). С. 151–155.
39. Савенко О. В. Ефективність застосування добрив під ріпак озимий в умовах недостатнього зволоження. *Збірник наукових праць Інституту землеробства НААН*. 2018. Вип. 1. С. 112–118.
40. Савченко І. В. Оптимізація доз азоту для досягнення максимального валового збору олії високоолеїнових гібридів. *Сільськогосподарська біологія*. 2019. Т. 75, № 3. С. 112–118.
41. Сидоренко Л. М. Вплив посухи на активність десатурази та жирнокислотний профіль насіння олійних культур. *Біохімія рослин*. 2020. Т. 65, № 4. С. 210–217.
42. Смірнов І. П. Вплив густоти посіву на ризик вилягання ріпаку. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 9. С. 51–56.
43. Стрижак В. М. Мінімізація обробітку ґрунту як елемент ресурсозберігаючих технологій. *Землеробство*. 2016. № 4 (95). С. 4–8.
44. Ульянченко О. В. Агротехнічні заходи та їх вплив на продуктивність ріпаку озимого. *Агрономія*. 2017. № 3. С. 45–51.
45. Федорова А. М. Вплив елементів живлення на жирнокислотний склад олії ріпаку. *Хімія і технологія олійних культур*. 2018. № 1. С. 18–23.
46. Черенков А. В., Камінський В. Ф. Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 109. С. 226–233.

47. Чорний І. В. Оптимальні терміни збирання ріпаку для мінімізації втрат та збереження якості насіння. Аграрний вісник. 2021. № 7. С. 40–45.
48. Gnatyuk A. M. Influence of technological elements on the oil content and yield of winter rapeseed. European Journal of Biotechnology and Bioscience. 2018. Vol. 6, Is. 4. P. 71–75.
49. Tkachuk V. V. Nitrogen fertilization effect on oil and protein content in winter rapeseed seeds. Agronomy Research. 2017. Vol. 15, Is. 1. P. 196–205.
50. https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/nizhyn_ukraine_699942?fcstlength=1y&year=2024&month=10
51. <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#win24>

ДОДАТКИ

Додаток А

Процес визначення жирнокислотного складу олії ріпаку озимого високоолейного на газовому хроматографі Shimadzu Nexis GC-2030.

Додаток Б

Стан посівів ріпаку озимого високоолеїнового перед входженням у зиму 2024р.



Додаток В

Стан посівів ріпаку озимого високоолеїнового навесні 2025р.